

**YULAF ISLAH ÖRNEKLERİNİN YAĞ ASİDİ  
KOMPOZİSYONU, LİPAZ AKTİVİTESİ VE TERMAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITION,  
LIPASE ACTIVITY AND THERMAL PROPERTIES OF OAT  
BREEDING SAMPLES**

**GİZEM ÖNER**

**PROF. DR. DİLEK SİVRİ ÖZAY**

**Tez Danışmanı**

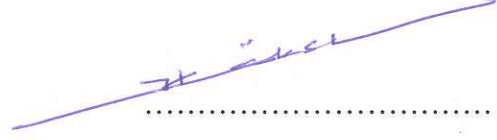
Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
GIDA Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

2018

GİZEM ÖNER'in hazırladığı "Yulaf Islah Örneklerinin Yağ Asidi Kompozisyonu, Lipaz Aktivitesi ve Termal Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

Başkan



Prof. Dr. Dilek SIVRİ ÖZAY

Danışman



Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Üye



Prof. Dr. Arzu BAŞMAN

Üye



Dr. Öğretim Üyesi Elif YOLAÇANER

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

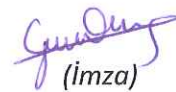
- Tezimin/Raporumun 08.06.2021 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

12 / 06 / 2018

  
(İmza)

Öğrencinin Adı Soyadı

Gizem ÖNER

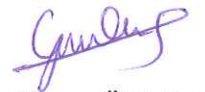
## ETİK

Hacettepe Üniversitesi 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 üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

08/06/2018



Gizem ÖNER

## ÖZET

# YULAF ISLAH ÖRNEKLERİNİN YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU, LİPAZ AKTİVİTESİ VE TERMAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

**Gizem ÖNER**

**Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY**

**Haziran 2018, 101 sayfa**

Yulaf, buğday ve arpaya göre oldukça yeni bir kültür bitkisidir. Önceleri hayvan beslenmesinde önemli bir yeri olan yulaf, günümüzde bu değerinin yanı sıra insan beslenmesi ve endüstri hammaddesi olarak da gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünün (TTAE) kışlık yulaf ıslah çalışmaları sonucu geliştirdiği 60 hat ile 4 standart çeşit (Kırklar, Kahraman, Sebat ve Yeniçeri ) ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün (ETAE) yazlık yulaf ıslah çalışmaları sonucu geliştirdiği 44 hat ile 5 standart çeşit (Sarı, Fetih, Sebat, Haskara ve Checota); insan beslenmesi, depolama stabilitesi ve nişastada bazı özellikler bakımından değerlendirmeye alınmıştır.

Araştırmada, 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yıllarında TTAE tarafından Kırklareli ve Edirne lokasyonlarında yetiştirilen 256 adet hat/çeşit (kışlık 64x2 lokasyonx2 yıl) ile ETAE tarafından Karacabey ve Menemen lokasyonlarında yetiştirilen 196 adet hat/çeşit (yazlık 49x2 lokasyonx2 yıl) olmak üzere toplam 452 yulaf örneğinde yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu, lipaz aktivitesi ve diferansiyel taramalı kalorimetri (Differential Scanning Calorimetry, DSC) parametreleri belirlenmiştir.

İki ürün yılında elde edilen örneklerin (n=452) yağ miktarı (k.m.'de) değeri %5,7-13,7 (ortalama değeri %8,9±1,31) aralığında değişmiştir. Yulaf çeşitlerinde başlıca üç yağ asidi

olan oleik asit (%34,2-48,2), linoleik asit (%29,9-43,5) ve palmitik asit (%12,8-21,2), yulafın yağ asidi kompozisyonunun %90-95'ini oluşturmuştur. Yulafıta bu üç majör yağ asitleri dışında stearik (%1,1-3,6), linolenik (%0,6-1,4) ve cis-11-eikosenoik asit (%0,6-1,5) ile düşük miktarda (%1'in altında) miristik, palmitoleik, araşidik, behenik, lignoserik ve nervonik asit saptanmıştır.

Yulafın depolama stabilitesinin belirlenmesinde büyük öneme sahip lipaz aktivitesi değerleri 0,5-9,4 U/g (ortalaması 3,7±1,81 U/g) aralığında değişmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda yağ miktarı ile lipaz aktivitesi (2 yıl sonuçları birlikte) arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ,  $r=0,065$ ). Yulaf hat/çeşitlerinin diferansiyel taramalı kalorimetre ile yapılan analizi sonucunda elde edilen termogramlarda üç endotermik geçiş gözlenmiştir. Bu geçişlerden ilki, nişasta kristal yapısının kaybolduğu jelatinizasyon geçişi; ikincisi amiloz-lipit kompleksine ait erime geçişi ve üçüncüsü de yulaf depo proteinlerine ait (globulinler) denatürasyon geçiştir. Örneklerde jelatinizasyonun gerçekleştiği sıcaklık değerleri 60,5-67,6°C (ortalaması 64,0±1,45°C) ve entalpi değeri 4,0-9,1 J/g k.m. (ortalaması 5,8±0,62 J/g k.m.); amiloz-lipit kompleksine ait geçiş sıcaklık değeri 91,0-97,9°C (ortalaması 93,7±0,79°C); entalpi değeri 0,4-2,0 J/g k.m. (ortalaması 1,2±0,25 J/g k.m.) ve protein denatürasyonunun gerçekleştiği sıcaklık değeri 108,2-114,8°C (ortalaması 111,4±0,99°C); entalpi değeri ise 0,2-1,9 J/g k.m. (ortalaması 0,9±0,31 J/g k.m.) arasında değişmiştir.

Yulaf örnekleri arasından hem insan beslenmesi hem de depolama stabilitesi bakımından; yazlık ıslah materyallerinden 43, 14, 34, 18, 4 numaralı hatlar ile Checota, Fetih ve Kahraman standardının; kışlık ıslah örneklerinden ise 3, 12, 13, 23, 29, 44 ve 64 numaralı hatların uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yulaf (*Avena sativa* L.), depolama stabilitesi, nişasta özellikleri, insan beslenmesi, yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu, lipaz aktivitesi, diferansiyel taramalı kalorimetri.

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITION, LIPASE ACTIVITY AND THERMAL PROPERTIES OF OAT BREEDING SAMPLES**

**Gizem ÖNER**

**The Degree of Master of Science, Food Engineering Department**

**Supervisor: Prof. Dr. Dilek SIVRİ ÖZAY**

**June 2018, 101 pages**

Oat is relatively new culture plant compared to wheat and barley. In spite of having an important role in animal feeding in the past, oat has been gaining importance for human consumption as well as industrial raw materials. In this study, 60 lines and 4 standard varieties (Kırklar, Kahraman, Sebat and Yeniçeri) developed as a result of winter oat breeding studies by Thrace Agricultural Research Institute and 45 lines and 5 standard varieties (Sarı, Fetih, Sebat, Haskara and Checota) developed as a result of summer oat breeding studies by the Egean Agricultural Research Institute were evaluated in terms of human consumption, storage stability and some properties of starch.

In this study, fat content, fatty acid composition, lipase activity and differential scanning calorimetry (DSC) parameters were determined for total 452 oat samples which are 256 line/variety (winter 64x2 locationx2 year) grown by TTAE in Kırklareli and Edirne locations; and 196 line/variety (summer 49x2 locationx2 year) grown by ETAE in Karacabey and Menemen locations in 2014-2015 and 2015-2016 crop years.

The oil content (in dry basis) of oat lines/varieties obtained both two crop years (n=452) ranged between 5,7-13,7% (mean value 8,9±1,31%). Oleic (34,2-48,2%), linoleic acid (29,9-43,5%) and palmitic (12,8-21,2%) acid are three major fatty acids of oats and they comprised

approximately 90-95% of the total fatty acids of the samples. In addition to these three major fatty acids, it was determined that oats contain stearic (1,1-3,6%), linolenic (0,6-1,4%) and cis-11-eicosenoic acid (0,6-1,5%) besides myristic, palmitoleic, arachidic, behenic, lignoceric and nervonic acid (below 1%).

The results of lipase activity analysis having a great importance in evaluation of storage stability of the oats varied between 0,5-9,4 U/g (average  $3,7 \pm 1,81$  U/g). As a result of the correlation analysis, there was no significant correlation between oil content and lipase activity ( $p > 0,05$ ,  $r = 0,065$ ).

Three endothermic transitions were observed in the thermograms, obtained as a result of analysis of oat lines/varieties by differential scanning calorimetry. The first transition process, corresponds to the loss of starch crystallinity, the second corresponds to the transition of the amylose-lipid complex and the third was associated with the transition of protein (globulins) denaturation. The gelatinization temperatures of the samples were from 60,5 to 67,5°C (average  $64,0 \pm 1,45$ °C) and the enthalpy values were 4,0-9,1 J/g (average  $5,8 \pm 0,62$  J/g); the transition temperatures of the amylose-lipid complex were 91,0-97,9°C (average  $93,7 \pm 0,79$ °C); the enthalpy values were 0,4-2,0 J/g (average  $1,2 \pm 0,25$  J/g) and the transition temperatures of the protein denaturation were 108,2-114,8°C (average  $111,4 \pm 0,99$ °C); and the enthalpy values varied between 0,2-1,9 J/g (average of  $0,9 \pm 0,31$  J/g) in this study.

Among the oat samples, the lines of 43, 14, 34, 18, 4 and Checota, Fetih, Kahraman (standart varieties) from summer breeding materials and the lines of 3, 12, 13, 23, 29, 44 and 64 from winter breeding materials are suitable in terms of either human consumption and storage stability.

**Keywords:** Oat (*Avena sativa* L.), storage stability, starch properties, human nutrition, oil content, fatty acid composition, lipase activity, differential scanning calorimetry.



## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın başından sonuna kadar her türlü desteğini, yardımını ve emeğini esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Sayın Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY'a,

Değerli bilgileri ve yardımlarıyla desteğini sunan saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Ali TOPCU'ya,

Araştırmada kullanılan yulaf örneklerinin teminini sağlayan Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü çalışanlarına,

214O041 numaralı 1003-Öncelikli Alanlar projeleri kapsamında “İnsan Beslenmesine Uygun Yulaf Çeşitlerinin Geliştirilmesi” isimli projemize vermiş olduğu maddi destek nedeniyle Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na,

Laboratuvar çalışmalarım sırasında değerli yardımlarını gördüğüm Uzm. Yelda ZENCİR, Uzm. Meltem YILDIRIM, Uzm. Selin HEYBELİ ve Hasan ŞİMŞEK'e

Bu süreçte yardımlarıyla ve güzel dostluklarıyla yanımda olan Türkan Gözde YALÇIN, Ahmet GÖRGÜÇ, Aslı CİHAN, Nur Ebru GÜLERYÜZ OK, Didar ÜÇÜNCÜOĞLU Esmail GHANBARİ, Dilek KAÇAR, Merve AKPINAR, Kübra KAHRİMAN, Gülşah KARATAŞ, Ünzile YİĞİT, Eda AKTAŞ AKYILDIZ, Markus Nail SAMRAY'a,

İstatistik çalışmalarım sırasında değerli bilgisi ve yardımlarını gördüğüm Otgonbayar NAMKHAİ ve Dr. Ar. Gör. Onur TOKA'ya,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi tez çalışmalarım sırasında da maddi, manevi tüm desteklerini hissettiren, bir parçası olmaktan her zaman mutluluk ve gurur duyduğum sevgili aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

GİZEM ÖNER

*Canım Ailem'e...*

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER.....	ix
ŞEKİLLER .....	xi
EKLER .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	4
2.1. Yulaf Bitkisi .....	4
2.1.1. Sınıfı, Orijini ve Tarihçesi .....	4
2.1.2. İklim ve Toprak İstekleri .....	4
2.1.3. Hastalık ve Zararlıları.....	5
2.2. Yulafın Dünya ve Türkiye’deki Ekonomik Durumu.....	5
2.2.1.Dünya’da Yulaf Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi .....	5
2.2.2. Türkiye’de Yulaf Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi .....	6
2.2.3. Yulaf Ticareti.....	8
2.3. Yulafın Morfolojik ve Biyokimyasal Karakteristiği .....	8
2.3.1. Yulaf Nişastası.....	10
2.3.1.1. Nişasta .....	10
2.3.1.2. Nişastanın Jelatinizasyonu.....	10
2.3.1.3. Nişasta-Lipit Etkileşimleri.....	11
2.3.1.4. Nişastanın Termal Özellikleri Belirlenmesinde Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (Differential Scanning Calorimeter, DSC) Kullanılması .....	11
2.3.1.5. Yulaf Nişastasının Özellikleri .....	12
2.4. Yulafın Depolanması ve Depolama Stabilitesi.....	13
2.5. Yulafın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....	14
2.6. Yulafa Dayalı Sanayinin Durumu .....	16
2.7. Yulafın Termal Özellikleri ve Depolama Stabilitesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	17
3. MATERYAL VE METOT .....	25

3.1. Materyal.....	25
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Sokselet (Soxhelet) Ekstraksiyonu ile Yağ Miktarının Belirlenmesi.....	26
3.2.2. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	26
3.2.3. Termal Özelliklerin Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile İncelenmesi.....	27
3.2.4. Lipaz Aktivitesi Tayini.....	27
3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme.....	29
4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	30
4.1. Yulafta Yağ Miktarının Belirlenmesi.....	30
4.2. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	35
4.2.1. Yulafta bulunan majör yağ asitleri.....	35
4.2.2. Yulafta bulunan minör yağ asitleri.....	43
4.3. Lipaz Aktivitesinin Belirlenmesi.....	55
4.4. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile Belirlenen Termal Özellikler.....	61
4.4.1. Yulaf Örneklerinde Jelatinizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi.....	62
4.4.2. Yulaf Örneklerinde Amiloz-lipit Kompleksi Erime Geçişi Özellikleri.....	68
4.4.3. Yulaf Örneklerinde Protein Denatürasyonu Erime Geçişi Özellikleri.....	73
4.5. Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) ile Verilerin Değerlendirilmesi.....	83
4.5.1. Yağ Asidi Kompozisyonunun Temel Bileşenler Analizi ile Değerlendirilmesi.....	83
4.5.2. DTK ile İncelenen Termal Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi ile Değerlendirilmesi.....	87
5. SONUÇLAR.....	90
KAYNAKLAR.....	94
ÖZGEÇMİŞ.....	101

## ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Tescilli Yulaf Çeşitleri .....	1
Çizelge 1.2. Üretim İzinli Çeşitler Listesi .....	2
Çizelge 2.1. Dünyada bazı ülkelerde yulaf üretimi, ekim alanı ve verimi .....	6
Çizelge 2.2. Türkiye’de yıllara göre yulaf ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri.....	7
Çizelge 2.3. Kavuzlu ve kavuzsuz yulaf çeşitlerinin biyokimyasal kompozisyonu.....	9
Çizelge 4.1. Yazlık yulaf örneklerinin lokasyonlara göre yağ miktarı sonuçları .....	31
Çizelge 4.2. Kışlık yulaf örneklerinin lokasyonlara göre yağ miktarı sonuçları.....	33
Çizelge 4.3. Yazlık yulaf örneklerinin majör yağ asidi kompozisyonu değerleri .....	39
Çizelge 4.4. Kışlık yulaf örneklerinin majör yağ asidi kompozisyonu değerleri .....	41
Çizelge 4.5. Yazlık yulaf örneklerinin minör yağ asidi kompozisyonu değerleri.....	44
Çizelge 4.6. Kışlık yulaf örneklerinin minör yağ asidi kompozisyonu değerleri.....	46
Çizelge 4.7. Yulafta bulunan yağ asitleri üzerine lokasyon ve çeşit etkisi .....	51
Çizelge 4.8. Yağ miktarı ile majör yağ asitleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon değerleri .....	52
Çizelge 4.9. Yağ miktarı ile minör yağ asitleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon değerleri .....	52
Çizelge 4.10. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen yulafların yağ asidi kompozisyonu (%) ortalama değerleri .....	54
Çizelge 4.11. Yazlık yulaf örneklerinin lipaz aktivitesi değerleri.....	58
Çizelge 4.12. Kışlık yulaf örneklerinin lipaz aktivitesi değerleri.....	60
Çizelge 4.13. Yulafların termal özellikleri üzerine lokasyon ve çeşit etkisi .....	63
Çizelge 4.14. Yazlık yulaf örneklerinin jelatinizasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	64
Çizelge 4.15. Kışlık yulaf örneklerinin jelatinizasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	66
Çizelge 4.16. Yazlık yulaf örneklerinin amiloz-lipit kompleksi geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	69
Çizelge 4.17. Kışlık yulaf örneklerinin amiloz-lipit kompleksi geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	71
Çizelge 4.18. Yazlık yulaf örneklerinin protein denatürasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	74

Çizelge 4.19. Kışlık yulaf örneklerinin protein denatürasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri.....	76
Çizelge 4.20. Yağ miktarı ile yulafın termal özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon değerleri.....	82

## ŞEKİLLER

### Sayfa

Şekil 2.1. Dünya’da Kıtasal Bazda Yulaf Üretimi .....	5
Şekil 2.2. Yulaf tanesinin yapısal özellikleri .....	8
Şekil 2.3. Amiloz ve amilopektinin yapısı .....	10
Şekil 2.4. Lipazın etki mekanizması.....	14
Şekil 2.5. Yulafın kullanım alanları .....	17
Şekil 3.1. Tez çalışmasında materyal olarak kullanılan bazı yulaf örnekleri .....	25
Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlardaki oleik asit standardının bakırla oluşturduğu kompleks sonucu gözlenen renk skalası .....	28
Şekil 3.3. Oleik asit standart eğri grafiği .....	28
Şekil 4.1. 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre yağ miktarı ortalama değerleri .....	35
Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan bir yulaf örneğine ait yağ asidi profili .....	43
Şekil 4.3. 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre majör yağ asitleri oranı .....	49
Şekil 4.4. 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre minör yağ asitleri oranı (%) .....	50
Şekil 4.5. 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre lipaz aktivitesi ortalama değerleri .....	56
Şekil 4.6. Yulaf ununa ait DTK termogramı örneği .....	62
Şekil 4.7. 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyon bazında termal özelliklerine ait değerleri .....	79
Şekil 4.8 Boyut açıklama grafiği .....	83
Şekil 4.9. Yulaf hat/çeşitlerinin incelenen yağ asitleri ile olan ilişkisi.....	84
Şekil 4.10. Çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınan yağ asitlerinin Biplot analizi ile gruplandırılması.....	84
Şekil 4.11. Lokasyonların incelenen yağ asitlerine göre gruplandırılması.....	85
Şekil 4.12. Lokasyonların oleik asit ortanca değerleri bazında temel bileşen skorlarına ait box-plot grafiği .....	86
Şekil 4.13. Lokasyonların oleik asit kalite sıra sayısını gösteren box-plot grafiği.....	86
Şekil 4.14. DTK ile incelenen termal özelliklerin Biplot analizi ile gruplandırılması.....	87
Şekil 4.15. Lokasyonların DTK ile incelenen termal özelliklere göre gruplandırılması.....	88

Şekil 4.16. Lokasyonların DTK ile incelenen termal özellikleri ortanca değerleri bazında temel bileşen skorlarına ait box-plot grafiği.....	88
Şekil 4.17 Lokasyonların termal özellikleri kalite sıra sayısını gösteren box-plot grafiği..	89



## EKLER

### Sayfa

EK-1: Çalışmada kullanılan yazlık yulaf (Menemen ve Karacabey lokasyonu) materyal listesi .....	98
EK-2: Çalışmada kullanılan kışlık yulaf (Edirne ve Kırklareli lokasyonu) materyal listesi .....	99
EK-3: Çalışma kapsamında yulafın iki yıl süreyle belirlenen özelliklerine ait sonuçları .	100

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AOAC	Association of Analytical Communities; Analitik Topluluklar Derneği
AOCS	American Oil Chemists' Society; Amerikan Yağ Kimyacıları Birliği
ÇDYA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
DTK	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
DYA	Doymuş Yağ Asitleri
ETAE	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
FAME	Fatty Acid Methyl Esters; Yağ Asidi Metil Esterleri
ha	Hektar
HDL	High Density Lipoprotein; Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
k.m.	Kuru Madde
LDL	Low Density Lipoprotein; Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
TDYA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
To <sub>1</sub>	Jelatinizasyon endoterminin başlangıç sıcaklığı
To <sub>2</sub>	Amiloz-lipit kompleksi endoterminin başlangıç sıcaklığı
To <sub>3</sub>	Protein denatürasyonu endoterminin başlangıç sıcaklığı
Tp <sub>1</sub>	Jelatinizasyon endoterminin pik sıcaklığı
Tp <sub>2</sub>	Amiloz-lipit kompleksi endoterminin pik sıcaklığı
Tp <sub>3</sub>	Protein denatürasyonu endoterminin pik sıcaklığı
TTAE	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü

TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
VLDL	Very Low Density Lipoprotein; Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
$\Delta H_1$	Jelatinizasyon entalpisi
$\Delta H_2$	Amiloz-lipit kompleksi geçişine ait entalpi
$\Delta H_3$	Protein denatürasyonu geçişine ait entalpi

# 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketici bilincinin artması sonucu sağlıklı gıda ürünlerine talep her geçen gün artmaktadır. Kimyasal bileşimi açısından eşsiz fonksiyonel özelliklere sahip olan yulaf, hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahipken, günümüzde bu değerinin yanı sıra insan beslenmesi ve endüstri hammaddesi olarak da gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yulaf tarımına ilgi ve talebin artmasına rağmen, üreticilerin ihtiyaçlarına cevap verecek yeterli sayıda geliştirilmiş ticari çeşitlerin bulunmayışı yulaf tarımının yaygınlaşmasını kısıtlamaktadır [1].

Ülkemizde yulaf ıslah çalışmaları çok eski yıllarda başlamıştır. Eskişehir Tohum Islah İstasyonu'nun çalışmaları sonucunda ilk tescil ettirilen yulaf çeşitleri Apak ve Bozkır olmuştur. Bunu takiben Yeşilköy Tohum Islah İstasyonu 1928 yılında Karagöz çeşidini tescil ettirmiştir. Daha sonraki yıllarda çeşitli kuruluşlar tarafından farklı yulaf çeşitleri tescil ettirile de uygulanan fiyat politikaları ve üretimin azalması sebebiyle yulaf, buğday ve arpa ile rekabet edememiş, yulaf üzerine yapılan ıslah çalışmalarına yeteri kadar önem verilememiştir [2]. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü verilerine göre günümüzde tohumluk üretimi yapılan 13 tescilli ve 4 üretim izinli yulaf çeşidi bulunmaktadır (Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2) [3].

**Çizelge 1.1.** Tescilli Yulaf Çeşitleri

Çeşit Adı	Başvuru Sahibi	Tescil Tarihi
Faikbey	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	1.4.2004
Seydişehir	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	1.4.2004
Sebat	Trakya Tarım ve Veteriner Ticaret Limited Şirketi	8.4.2011
Yeniçeri	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	12.4.2013
Kahraman	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	11.4.2014
Sarı	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	11.4.2014
Fetih	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	11.4.2014
Kırklar	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	11.4.2014
Haskara	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	26.3.2015
Albatros	Ata Tohumculuk İşletmeleri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	26.3.2015
Bc Marta	BC İstitüt Tarım Ürünleri Otomotiv Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	13.4.2017
Arslanbey	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi	13.4.2017
Diriliş	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	13.4.2017

## Çizelge 1.2. Üretim İzinli Çeşitler Listesi

Çeşit Adı	Başvuru Sahibi	Üretim İzni Tarihi
Kehlibar	Som Un Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	27.8.2014
Kupa	BC İnstitüt Tarım Ürünleri Otomotiv Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	26.8.2016
Alhama	Fito Tohumculuk Ticaret Limited Şirketi	31.7.2017
Somun Yıldızı	Som Un Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	24.8.2017

Şu ana kadar yapılan ıslah çalışmalarında esas olarak hayvan beslenmesi dikkate alınmıştır. Oysa insan ve hayvan beslenmesinde kullanılacak yulaf, farklı özelliklere sahip olmalıdır. Örneğin, insan tüketimine yönelik yulafın ıslahında, yüksek seviyede  $\beta$ -glukan içeriği ve düşük yağ miktarı istenirken; hayvan beslenmesi için geliştirilecek çeşitlerde daha düşük  $\beta$ -glukan içeriği ve daha yüksek yağ miktarı istenmektedir. Öte yandan gıda sanayicisi, ürünün raf ömrünü kısaltması sebebiyle, yulafın yüksek yağ oranına sahip olmasını istememektedir [2;4].

Ülkemizde gıda sanayicisi, insan beslenmesine uygun yulaf çeşitlerinin bulunmaması nedeni ile ihtiyacını yurt dışından karşılamaktadır. Bu sebeple bölgeye adapte olacak yüksek verimli ve yüksek beslenme değerine sahip kaliteli yulaf çeşitlerine ihtiyaç vardır. Ülkemizde gıda sanayinin insan beslenmesinde kullanacağı tescilli bir yulaf çeşidi yoktur. Sağlıklı beslenme açısından büyük öneme sahip bir tahıl olan yulafın ülkemizde daha fazla tüketilmesi, tüketim alanlarının çeşitlendirilmesi, bölgelere uygun, verimi yüksek, yatma ve hastalıklara dayanıklı ve fonksiyonel bileşenlerce zengin tescilli yulaf çeşitlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Gıda sanayicisinin kaliteli ürün elde edebilmesi için kaliteli yulafa ihtiyacı vardır. Yulafın kalitesini kimyasal bileşimi belirler. Kimyasal bileşimi ise karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, mineral vb. miktarına bağlı olup; bitkinin yetiştirildiği ekolojik koşullar, çeşit ve hasat sonrası işlemler gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişir [5]. Yulaf, buğday ve arpa tanesine göre daha yüksek miktarlarda yağ ve doymamış yağ asitleri içermektedir. Yulaftaki yüksek miktardaki doymamış yağ asitleri yulafı besinsel yönden değerli kılmaktadır [6].

Tez kapsamında Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün yulaf ıslah materyalleri arasından gıda sanayiinde kullanılacak insan

beslenmesine uygun, alternatif-kışlık ve alternatif-yazlık yulaf genotipler, depolama stabilitesi ve termal özellikleri bakımından değerlendirmeye alınmıştır.

Böylece insan beslenmesine uygun genotiplerin belirlenerek, bunların tescil aşamasına getirilmesi, üretici ve gıda sanayicisinin gıda üretiminde ihtiyacı olan sertifikalı tohumluk ihtiyacının karşılanabilmesi, gıda üretiminde kullanılacak depolama stabilitesi (yağ miktarı, lipaz aktivitesi) ve yağ asidi kompozisyonu bakımından kalitesi yüksek, termal özellikleri bakımından ise sanayinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek yeni yulaf çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışması, 214 O 041 numaralı ve “İnsan Beslenmesine Uygun Yulaf Çeşitlerinin Geliştirilmesi” başlıklı TÜBİTAK 1003 Öncelikli Alanlar AR-GE Projesi'nin bir kısmına ait sonuçları içermektedir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Yulaf Bitkisi

Yulaf bitkisi, çavdar bitkisi gibi buğday ve arpaya göre daha yeni bir kültür bitkisidir. Dünya’da ve Türkiye’de kültürü yapılan yulaflar, hexaploid grubundandır.  $2n=42$  kromozomdan olan bu grubun başlıca türü, Dünya’daki kültür yulaflarının 2/3’ünü oluşturan *Avena sativa*’dır. Bu türün yanı sıra *Avena byzantina* ve *Avena strigosa* da hayvan beslenmesinde kullanılmak amacıyla bazı yerlerde yetiştirilmektedir. Yulafın ekimi, çavdar bitkisi gibi genellikle mart ayında olup, hasatı ise haziran-ağustos aylarında gerçekleştirilmektedir [7].

#### 2.1.1. Sınıfı, Orijini ve Tarihçesi

Yulaf, *Avena* L. (Poaceae), Aveneae sınıfının Gramineae familyasına ait bir hububat çeşitidir. Yulafın orijini kesin olarak bilinmemekle birlikte, genetik çeşitliliğinin en çok görüldüğü yerler Akdeniz, Orta Doğu ve Himalaya Bölgeleri’dir. Yulafın tarım ve ticareti M.Ö. 2000’lerde gelişmiştir. Yulafın tarihi kayıtları sınırlı olsa da M.Ö. 4500-400 yılları arasında, iklim koşullarının daha yağışlı ve soğuk olduğu Batı Avrupa’nın kuzey kesimlerinde kültüre alındığı tespit edilmiştir. Yulaf, temel olarak hayvan beslenmesinde yem olarak kullanılmasına rağmen, 1500’lü yıllara gelindiğinde İskoçya, Galler, İrlanda ve Britanya’da temel kullanım alanının insan beslenmesi olduğu görülmüştür [8].

#### 2.1.2. İklim ve Toprak İstekleri

Yulaf, serin iklim tahılları içerisinde iklim istekleri en fazla olan bitkidir. Kış mevsiminde kar örtüsü bulunmayan ve kışı fazla soğuk geçen bölgelerde soğuktan dolayı zarar görmektedir. Bu sebeple, yulaf yetiştiriciliğinde daha uygun olan yerler, sahil kesimleri ve dağ eteklerindeki ovalardır. Yulaf, kurak ve soğuk iklim şartlarına dayanıklı değildir. Yulaf tarımı için en uygun bölgeler, yıllık 700–800 mm civarında yağış alan yerlerdir [9].

Dünyada, temel yulaf yetiştirilen alanlar; 40° ve 60° paralelleri arasındaki; Amerika, Avrupa ve Asya’dır. Çok az bir oranda ise güney yarım kürede Güney Amerika, Avustralya ve Yeni Zelanda’da yetiştirilmektedir [10].

Yulaf, çavdardan sonra toprak seçiciliği en az olan hububattır. Yeterli nem değerine sahip, fakir toprakta bile yetiştirilebilmektedir. Ancak, yulaftan iyi verim elde edebilmek için toprakta yeterli besin maddelerinin bulunması elzemdir. Killi, kumlu ve humusça zengin topraklarda yeterli nem de bulunduğu yulaftan en yüksek verim elde edilmektedir [9].

### 2.1.3. Hastalık ve Zararlıları

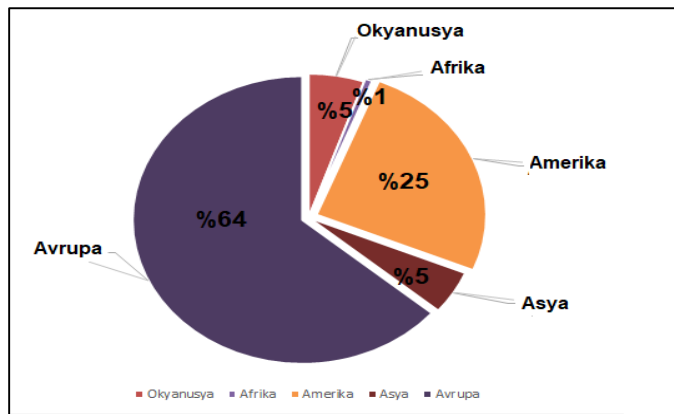
Yulafta karapas (*Puccinia graminis avenae* Ericks.) ve yulaf taçlı pasının (*P. Coronata avenae* Pers.) yoğun olarak görüldüğü yıllarda, önemli düzeyde verim kayıplarına sebep olabilmektedir. Bir diğer yulaf hastalığı rastık olup, yulafta zarar yapan iki türü bulunmaktadır. Yulaf açık rastığı (*Ustilago avenae*) ve yulaf kapalı rastığı (*Ustilago levis, ustilago kolleri*), doğrudan taneye zarar vermekte ve bulaşık veya zarar görmüş tanelerin ürün kalitesinde azalışa neden olmaktadır. Bu hastalıkların önlenmesi için dayanıklı çeşit kullanımı veya ekim işleminden önce tohum ilaçlaması yapılmasına önem verilmelidir.

Yulaftaki zararlıların başında Frit sineği (*Oscinis Frit*) gelmektedir. Bir diğer zararlı trips ise, genellikle geç olgunlaşan varyetelerde, başakları emerek zarar vermektedir. Arpa Sarı Cücelik Virüsü de, bazı afitler (yaprak bitleri) tarafından yulafa bulaştırılarak verim ve kalitede önemli kayıplara yol açmaktadır [2].

## 2.2. Yulafın Dünya ve Türkiye'deki Ekonomik Durumu

### 2.2.1. Dünya'da Yulaf Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi

Dünya'da yıllık ortalama 22-23 milyon ton civarında yulaf üretilmekte ve bu üretimin büyük bir kısmı Avrupa Birliği ülkeleri, Rusya ve Kanada tarafından gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.1) [11]. Rusya, yulaf üreten ülkeler arasında 2,75 milyon hektar (ha) ile en fazla ekim alanına sahip ülke iken, bunu 927 bin ha ile Kanada ve 821 bin ha ile Avustralya izlemektedir. Polonya, ABD, İspanya, Finlandiya ve Ukrayna da yüksek yulaf ekim alanına sahip ülkeler arasındadır (Çizelge 2.1) [12].



Şekil 2.1. Dünya'da Kıtasal Bazda Yulaf Üretimi (1994-2016 yılları ortalaması)

Dünya'da 1961 yılında 38,3 milyon ha olan yulaf ekim alanları, 2008 yılında 11,6 milyon ha'a ve 2016 yılında da 9,4 milyon ha'a kadar gerilemiştir. Buna karşın 1961 yılında 1296 kg/ha olan verim, 2016 yılına gelindiğinde 2437 kg/ha'a yükselmiştir [11].

**Çizelge 2.1.** Dünyada bazı ülkelerde yulaf üretimi, ekim alanı ve verimi

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
<b>Üretim (Bin ton)</b>				
Arjantin	445	525	553	785
Avustralya	1.255	1.198	1.300	1.873
Brezilya	380	307	351	828
Kanada	3.906	2.979	3.428	3.195
Şili	610	421	533	713
Çin	235	255	180	185
Avrupa Birliği	8.380	7.821	7.524	8.036
Rusya	4.932	5.267	4.527	4.750
Türkiye	210	210	210	210
Ukrayna	467	610	498	500
ABD	938	1.019	1.300	940
Toplam	23.159	22.137	21.941	23.596
<b>Ekim Alanı (Bin ha)</b>				
Arjantin	226	225	239	321
Avustralya	729	715	854	821
Brezilya	228	238	297	335
Kanada	1.113	928	1.055	927
Şili	127	136	90	108
Çin	175	160	190	153
Avrupa Birliği	2.641	2.516	2.523	2.553
Rusya	2.998	3.091	2.830	2.745
Türkiye	92	94	103	99
Ukrayna	241	244	211	209
ABD	408	419	516	397
Toplam	9.785	9.538	9.709	9.433
<b>Verim (kg/ha)</b>				
Arjantin	1.967	2.337	2.309	2.445
Avustralya	1.539	1.756	1.402	1.582
Brezilya	2.286	1.812	1.702	2.619
Kanada	3.510	3.211	3.251	3.257
Şili	5.364	4.473	4.655	4.945
Çin	3.429	3.125	2.342	2.916
Avrupa Birliği	3.183	3.106	3.021	3.104
Rusya	1.645	1.706	1.603	1.734
Türkiye	2.542	2.243	2.417	2.264
Ukrayna	1.937	2.514	2.321	2.396
ABD	2.298	2.434	2.517	2.368
Toplam	2.432	2.393	2.307	2.437

### 2.2.2. Türkiye’de Yulaf Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi

Ülkemizde 2017 yılında tahıllar arasında en çok buğday ekimi yapılmış olup; buğdayı sırasıyla arpa, mısır, yulaf, çeltik ve çavdar izlemektedir. Aynı yıl hububat üretim miktarları açısından buğday 21,5 milyon ton ile ilk sırada yer alırken, onu 7,1 milyon ton ile arpa, 5,9



milyon ton ile mısır, 900 bin ton ile çeltik, 320 bin ton ile çavdar ve 250 bin ton ile yulaf takip etmektedir [13].

Marmara Bölgesi, ülkemizde yulaf ekim alanı (%36,7) ve üretimi (%39,5) bakımından ilk sırada yer almaktadır. İç Anadolu Bölgesi %34,7'lik ekim alanı ve %36'lık üretim payıyla 2. sırada bulunmaktadır. Sulanabilir alanların fazlalığı ve yulaf yetiştiriciliğine uygunluğu yönünden Ege Bölgesi de Türkiye'de yulaf yetiştiriciliği bakımından büyük bir öneme sahiptir [2]. Çizelge 2.2'de görülebileceği gibi Türkiye'de 1988 yılında 276.000 ton yulaf üretilirken, yıllar içinde üretimde dalgalanmalar görülerek 2017 yılında 250.000 ton civarında bir üretim gerçekleştirilmiştir [13].

Türkiye'de 1988 yılında ekili toplam hububat alanı 13,8 milyon hektar iken, hububatlar içinde yulaf, ekili alanın yaklaşık olarak %1'ini (0,149 milyon ha) oluşturmuştur. 2017 yılına gelindiğinde, toplam ekili hububat alanı %20 civarında azalışla 11,1 milyon hektara gerilerken ekili yulaf alanı da %24'lük bir azalışla 0,113 milyon hektar olmuştur [13].

Türkiye'de yulaf veriminin son 10 yılına bakıldığında, yıllara göre az bir dalgalanma olmakla birlikte, 2008 yılında ortalama 2.150 kg/ha olan verimin, 2013 yılında yaklaşık % 18 artışla 2.540 kg/ha seviyelerine kadar yükseldiği; fakat 2017 yılında tekrar 2.210 kg/ha civarına düştüğü görülmüştür [13].

**Çizelge 2.2.** Türkiye'de yıllara göre yulaf ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri

Yıllar	Ekilen alan (Milyon Ha)		Üretim (Ton)		Verim (Kg/Ha)
	Toplam Tahıl	Yulaf	Toplam Tahıl	Yulaf	Yulaf
1988	13,817	0,149	30.893.694	276.000	1.850
1993	14,198	0,135	31.749.450	245.000	1.810
1998	14,075	0,159	33.186.972	310.000	1.960
2003	13,414	0,130	30.806.800	270.000	2.080
2008	11,989	0,091	29.287.281	196.099	2.150
2009	12,068	0,093	33.577.151	218.286	2.350
2010	12,100	0,088	32.772.550	203.870	2.310
2011	11,903	0,086	35.202.073	218.040	2.540
2012	11,293	0,089	33.377.430	210.000	2.350
2013	11,540	0,093	37.489.268	235.000	2.540
2014	11,727	0,094	32.714.157	210.000	2.240
2015	11,713	0,103	38.637.138	250.000	2.420
2016	11,465	0,099	35.281.164	225.000	2.260
2017	11,110	0,113	36.132.767	250.000	2.210

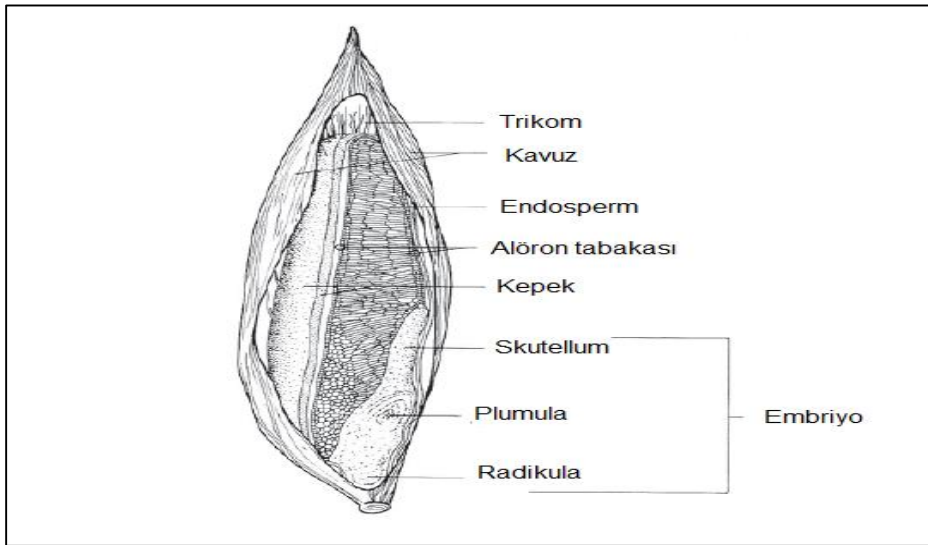
### 2.2.3. Yulaf Ticareti

Türkiye'nin 2007 yılında yaklaşık 9,8 ton ile en yüksek seviyeye ulaşan yulaf ithalat miktarı, 2013 yılında 210 kg'a kadar düşmüş ve 2016 yılında yine artış göstererek 7,5 ton civarında gerçekleşmiştir. Ülkemizin yulaf ihracatı, 2011 ve 2014 yıllarında 25 ton ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 2016 yılında ise 1,1 ton olarak gerçekleşmiştir [13].

Dünya'da 2017 yılında 1,8 milyon ton civarında yulaf satışı gerçekleştiren Kanada, yulaf ihracatında en büyük paya sahip ülke olurken; Finlandiya ve Avustralya diğer önemli yulaf ihracatçısı ülkeler arasındadır. Amerika ise senelik 1,7 milyon ton ile en çok yulaf ithal eden ülke konumundadır [11].

### 2.3. Yulafın Morfolojik ve Biyokimyasal Karakteristiği

Yulaf tanesi genellikle karyopsis ve onu çevreleyip koruyan kavuzdan oluşmaktadır. Karyopsisin ticari kısımları ise kepek, embriyo ve endospermdir. Yulaf kepeğinin en önemli kısmı alöron tabakasıdır. Endosperm, karyopsisin yaklaşık olarak %80'ini oluşturmakla birlikte danedeki nişasta, protein, yağ ve  $\beta$ -glukanın çoğunu içeren kısımdır. Yulafın kavuzu, fizyolojik olgunluk döneminde kuru ve kırılabilir bir yapıda olup toplam dane ağırlığının %25-35'ini oluşturmaktadır. Yulafın kavuzu, selüloz, hemiselüloz, ligninden oluşan yüksek besinsel lif içeriğine sahip olup geniş getirmeyen canlılar tarafından kolaylıkla sindirilememektedir. Gıdaya uygulanan işlemler esnasında kavuzlarından ayrılan yulaf danesinde, buğday ve çavdardan farklı olarak trikrom adı verilen saç benzeri yapı bulunmaktadır (Şekil 2.2) [8].



Şekil 2.2. Yulaf tanesinin yapısal özellikleri

Yulaf çeşitlerindeki yağ miktarı, buğday ve arpaya göre 2-5 kat daha fazla olabilmektedir. Yulaf lipitleri, yağ asidi kompozisyonu açısından yüksek düzeyde oleik ve linoleik asit

içermektedir [14]. Bu sebeple çoklu doymamış yağ asitlerinin, doymuş yağ asitlerine oranı bakımından beslenme değeri ve oksidatif stabilite bakımından istenen değerdedir. Tam taneli yulaf, önemli miktarda diyet lifi ve özellikle de suda çözünen (1-3),(1-4)-β-D-glukan içermektedir. Kolesterolün düşürülmesini, glukoz metabolizmasının düzeltilmesini sağlayan β-glukanın yulaftaki miktarı 2,3-8,5 g/100 g arasında değişmektedir [15]. Yulaf ayrıca tokoferoller, tokotrienoller, fenolik asitler, flavonoidler, steroller, fitik asitler gibi antioksidanlarca da zengindir. Literatürde yulafın özellikle B kompleksi ve E vitamini içerdiği; A, C, D vitaminlerini çok az içerdiği veya hiç içermediği bildirilmiştir [16].

Yulafta protein miktarı, yulaf çeşidine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak %12,4-24,4 arasında değişmektedir. Yulafta bulunan depo proteinleri (globulinler, albuminler, prolaminler ve glutelinler), karyopsisin embriyo, alöron tabakası ve endosperm kısımlarında yer almaktadır. Globulinler, yulafın toplam proteinin %52-75'ini oluşturan ana depo proteindir [8]. Çizelge 2.3'te yulafın kimyasal kompozisyonunun belirlendiği bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar verilmiştir [17;18].

**Çizelge 2.3.** Kavuzlu ve kavuzsuz yulaf çeşitlerinin biyokimyasal kompozisyonu

	Kavuzsuz Yulaf		Kavuzlu Yulaf	
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
Protein*(g 100g <sup>-1</sup> )	13,0	10,6-15,3	12,6	10,3-14,8
Yağ*(g 100g <sup>-1</sup> )	7,7	1,4-11,5	4,9	2,9-8,3
Nem*(g 100g <sup>-1</sup> )	7,6	3,5-12,6	9,6	7,9-10,8
B-glukan*(g 100g <sup>-1</sup> )	3,8	3,0-5,0	4,1	3,2-4,8
Kül*(g 100g <sup>-1</sup> )	1,7	1,3-3,8	1,9	1,5-4,2
Ca*(mg kg <sup>-1</sup> )	520,4	272,0-1.098,2	500,4	347,0-801,0
Na*(mg kg <sup>-1</sup> )	200,5	28,1-457,7	47,1	24,7-76,7
Zn*(mg kg <sup>-1</sup> )	32,1	12,9-50,6	26,5	18,7-36,2
	Kavuzsuz Yulaf Ortalama	Kavuzlu Yulaf Ortalama	Minumum	Maksimum
Nişasta**(g 100g <sup>-1</sup> )	31,6	48,1	27,3	50,0
Toplam besinsel lif** (g 100g <sup>-1</sup> )	22,9	17,6	13,7	30,2
Çözünür lif**(g 100g <sup>-1</sup> )	17,6	14,3	11,5	20,1
E vitamini**(mg kg <sup>-1</sup> )	9,5	7,8	4,5	12,3

\*Hu ve ark. 2014; Çalışmada 37 kavuzsuz yulaf gevreği ve 44 kavuzlu yulaf gevreği örneği kullanılmıştır.

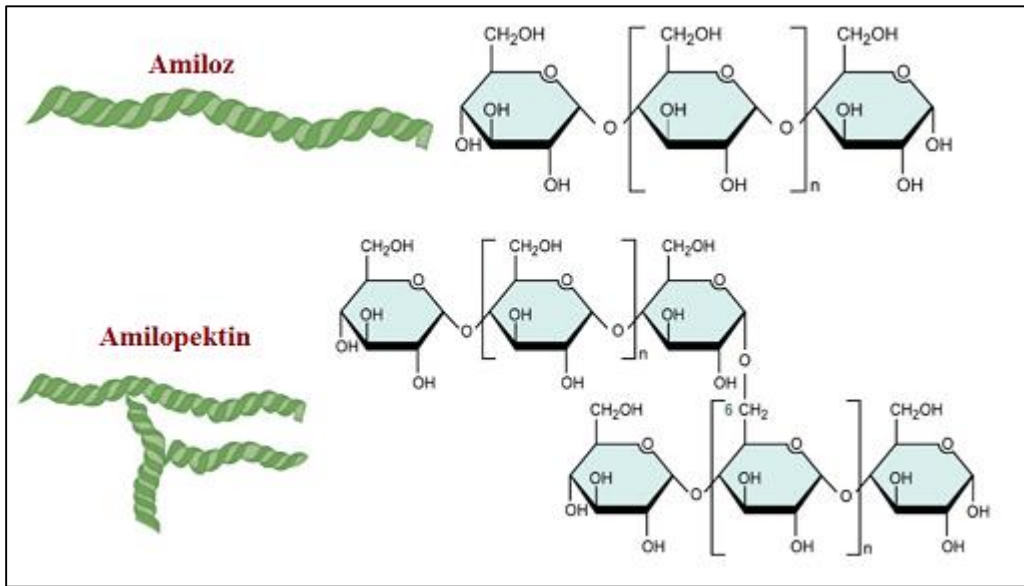
\*\*Sterna ve ark. 2016; Çalışmada kullanılan 2 kavuzlu ve 3 kavuzsuz yulaf genotipinden elde edilen sonuçların ortalaması verilmiştir.

### 2.3.1. Yulaf Nişastası

#### 2.3.1.1. Nişasta

Önemli bir enerji kaynağı olan nişasta, gıdaların kalitesini ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Nişasta pek çok gıda ürünüde kalınlaştırıcı, jelleştirici, stabilizatör ve su tutucu ajan olarak kullanılmaktadır [19].

Nişastanın ana bileşenleri  $\alpha$ -1,4 glikozidik bağı ile bağlanmış  $\alpha$ -D-glukoz birimlerinden oluşan doğrusal bir polimer amiloz ve  $\alpha$ -1,4 glikozidik bağı ile bağlanmış  $\alpha$ -D-glukoz birimleri ile dallanma noktalarından oluşan amilopektindir (Şekil 2.3) [20]. Doğal nişasta granülündeki kristal fraksiyonu, amilopektinin kısa zincirlerinin oluşturduğu ikili sarmal yapıların meydana getirdiği öne sürülmekte olup amorf kısım ise genellikle amiloz ile ilişkilendirilmektedir. Nişasta granülleri mikroskopta polarize ışık altında tipik malta haçı görüntüsü vermektedir. Bu durum, nişastanın çok düzenli bir yapıda olmasından kaynaklanmaktadır [19].



Şekil 2.3. Amiloz ve amilopektinin yapısı

#### 2.3.1.2. Nişastanın Jelatinizasyonu

Nişasta yeterli su varlığında ısıtıldığında, granülleri geri dönüşümsüz olarak şişer ve düzenli yapısını kaybeder. Nişasta moleküllerinin düzenli halden düzensiz hale geçtiği bu durum jelatinizasyon, işlemin gerçekleştiği sıcaklık ise jelatinizasyon sıcaklığı olarak adlandırılmaktadır. Jelatinizasyon sırasında nişasta granüllerinin suyu yapılarına alarak şişmesi sonucunda viskozite de artmaktadır [19].

Jelatinizasyon esnasında sıcaklık arttıkça, nişasta granülünün yapısal bütünlüğünü sağlayan hidrojen bağları kırılır bunun sonucunda da granüller suyu absorplayarak şişer ve amiloz, granül dışına çıkar. Jelatinizasyonun ilk basamaklarında amilozun serbest kalması, sonraki basamaklarda ise granüllerin şişmesi viskozite artışına sebep olmaktadır [19;21]. Literatürde nişasta granülünde amilopektin miktarı arttıkça kristal miktarının ve jelatinizasyon entalpisinin değerinin arttığı ve amiloz miktarı arttıkça da jelatinizasyon sıcaklığının arttığı bildirilmiştir. Nişastanın jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değeri, nişastanın kaynağına, su içeriğine ve amiloz/amilopektin oranına bağlı olarak değişmektedir [22]. Jelatinizasyon sıcaklığı, nişastanın kristal yapısının düzgünlüğünü, jelatinizasyon entalpi değeri ise kristal amilopektin miktarını yansıtmaktadır [23].

### **2.3.1.3. Nişasta-Lipit Etkileşimleri**

Gıda endüstrisinde nişasta ile lipitler arasındaki etkileşim sonucunda kompleks oluşumu, gıdaların tekstür ve reolojik özellikleri ile ürünün raf ömrünü etkilediği için önem arz etmektedir. Bu etkileşimden, ekmeğin raf ömrünün uzatılmasında, makarna ve patates cipslerinin yapışkanlığının azaltılmasında ve nişastanın reolojik özelliklerinin değiştirilmesinde yararlanılabilmektedir [19]. Lipitlerin nişasta ihtiva eden gıdalarda kompleks (helical inclusion) bileşikler oluşturarak retrogradasyonu geciktirdiği düşünülmektedir [24].

Amiloz-lipit kompleksi, lipit varlığında nişastanın jelatinizasyonu sonucunda oluşmaktadır. Bu komplekse ait endotermik geçişin moleküler mekanizmasının, kompleksin kristal yapısının erimesinden ve amiloz ile lipitin ayrılmasından kaynaklandığı ve endotermin entalpi değerinin, oluşan kompleks miktarına bağlı olduğu belirtilmektedir [19]. Nişastada bulunan granül içi lipitler, jelatinizasyon sırasında ekzotermik bir proses sonucunda amiloz molekülleri ile içirme bileşikleri oluşturarak endotermik jelatinizasyon entalpisinin azalmasına sebep olmaktadır [24].

### **2.3.1.4. Nişastanın Termal Özellikleri Belirlenmesinde Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (Differential Scanning Calorimeter, DSC) Kullanılması**

Nişasta ile yapılan araştırmaların başında nişastanın termal özellikleri gelmektedir. Nişastanın termal özellikleri üzerine yapılan çalışmalar, nişastanın işlenmesi ve kullanımında belirleyici olmakla birlikte nişastanın yapısının daha iyi anlaşılmasını da sağlamaktadır [25]. Nişasta jelatinizasyonu mikro viskoanalizör (rapid viscometer analysis, RVA), ışık mikroskopisi, X-ışını saçılımı teknikleri ve diferansiyel taramalı kalorimetri ile incelenebilmektedir [19].

Diferansiyel taramalı kalorimetri, nişastanın termal özelliklerinin incelenmesinde, en faydalı yöntem olarak kabul edilmektedir [26]. Diferansiyel taramalı kalorimetre hücresi, ısıtma ve soğutma işleminin yapıldığı bir fırın ile biri referans, diğeri örneğe ait olmak üzere iki örnek kabından oluşmaktadır. Analiz sırasında örneği ve referansı taşıyan kaplar, fırın içerisinde belli bir sıcaklık programına tabii tutulmakta ve bu sırada örnekte meydana gelen kimyasal tepkime, faz değişimi veya yapısal bir değişiklik durumlarında oluşan örnek ile referans arasındaki sıcaklık farkını sıfırlamak için gerekli olan enerji, sıcaklığın fonksiyonu olarak kaydedilmektedir. Örnek ile referans arasındaki enerji farkı, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak DTK termogramında pik olarak kaydedilmektedir [27].

### **2.3.1.5. Yulaf Nişastasının Özellikleri**

Nişasta, yulafta bulunan majör karbonhidrat olmakla birlikte, yulaf tanesinin ağırlıkça %65-80'ini oluşturmaktadır [8]. Yulaf nişastası, diğere hububatlarla kıyasla düzensiz şekilli granüllerden oluşmaktadır. Yulaf nişastasının granülleri, boyut olarak pirinç nişastasına benzerken buğday, mısır ve patates nişastasının granüllerinden daha küçüktür. Yulaf nişastasında %1-3 arasında yağ bulunurken, buğday nişastası %0,8 ve mısır nişastası %0,6 yağ içermektedir [28;29]. Yapısında yüksek miktarda lipit barındırması sebebiyle, yüksek çirilenme sıcaklığına sahip olmasıyla karakterize edilmektedir [30;31].

Yulaf nişastasının jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değeri, mısır ve pirinç nişastasına göre belirgin bir şekilde düşük iken arpa ve buğday nişastasından yüksektir. Yulaf nişastasına ait jelatinizasyon entalpi değerinin, pirinç nişastasından daha düşük olması, yulaf nişastasının daha amorf veya daha az düzenli yapıda olması ile ilişkilendirilmiştir [32].

Yulaf nişastasının protein miktarı %0,44-0,60 arasında değişmektedir. Protein yapısındaki  $\alpha$ -amilaz enzimi, çirilenme özellikleri üzerinde etkilidir. Buğday ve mısırdakinin aksine, yulaf nişastası, protein ve lipitlerden kolaylıkla ayrılamamaktadır [8].

Çirilenme, su içindeki nişasta sisteminin en önemli fonksiyonel karakteristik özelliğidir. Çirilenme özelliği, gıda ürünün kalitesini belirlemektedir. Literatürde, yulaf nişastasının pik viskozitesinin düşük çirilenme sıcaklığında ve kısa zamanda gözlenmesi sebebiyle benzersiz çirilenme karakteristiği gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum, ticari olarak ürün işlenmesi esnasında kısa sürede yeterli jelatinizasyonu sağlanması açısından avantaj sağlamaktadır [8].

### **2.3.2. Yulaf lipitleri**

Yulaf diğer tahıllarla karşılaştırıldığında, yağ içeriği açısından daha zengindir. Farklı yulaf çeşitlerinde yağ miktarı %3-11 arasında değişirken bazı araştırmacılar yaptıkları analizlerde yulafın %18'e kadar yağ içerebildiğini tespit etmişlerdir [33;34]. Çoğu yulaf çeşidinde yaklaşık olarak %5-6 arasında yağ ve %55-60 arasında nişasta bulunmaktadır. Yulaftaki çoğu lipitlerin kepek ve endospermde olduğu ve endospermin yulaftaki lipidin önemli bir kısmını (%80-90) içerdiği bildirilmiştir [35].

Yulaf lipitleri, polar lipitlerin bir sınıfı olan ve ekmekçilik açısından önem arz eden digalaktosil-digliseritleri içermektedir. Undaki lipit fraksiyonları, protein ve karbonhidratlarla birlikte hamurun oluşumunda ve stabil ekmek içi özelliklerinin meydana gelmesinde önemli rol oynamaktadırlar [1].

Besleyici özellik açısından yulafın besinsel lifi daha çok ön plana çıkarken yağının da teknolojik ve besleyici potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir.

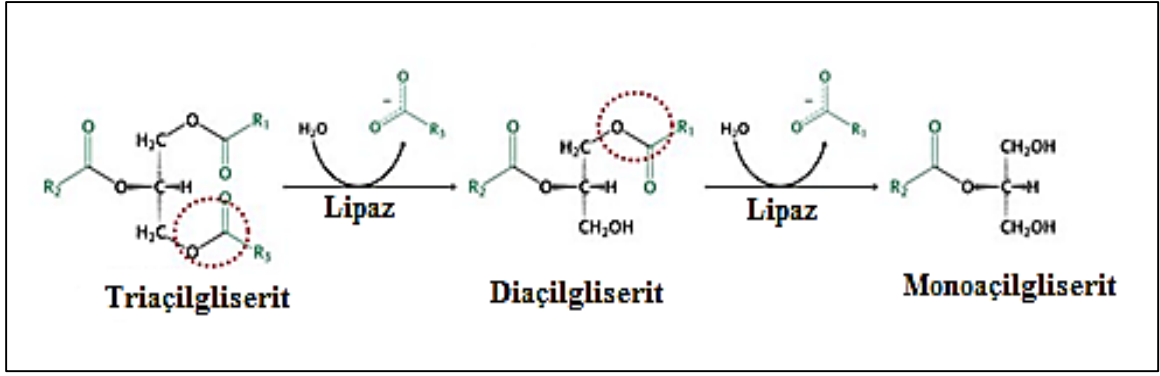
Ticari yulaf çeşitlerinin karyopsisinde bulunan yağ miktarının, diğer yağlı tohum ürünlerine kıyasla oldukça düşük olması sebebiyle, yulaf yemeklik yağ kaynağı olarak kullanılmamaktadır. Buna karşın, yulaf diğer hububat ürünleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek yağ içermektedir. Bu da yulafı, enerji ve doymamış yağ asitleri açısından iyi bir kaynak haline getirmektedir [36].

Sağlam tanedeki lipit, 20°C depolama sıcaklığı ve %12-14 nem ortamında stabil kalmaktadır. Fakat karyopsis zarar gördüğünde veya işlenme esnasında, lipaz enzimi yulafın depolama stabilitesini olumsuz yönde etkileyen, ransiditeye (acılaşma) sebep olan serbest yağ asitlerini meydana getirmektedir [4].

### **2.4. Yulafın Depolanması ve Depolama Stabilitesi**

Yulaf uygun koşullarda ve böcek, kemirgen gibi zararlılardan yeteri derecede korunduğunda, 20°C sıcaklık ve %12-14 nem oranında yaklaşık olarak 1 yıl depolanabilmektedir. Hasattan sonra elde edilen taneler belli bir süre kurutulduktan sonra ve tanenin depo içerisindeki kalınlığı üründe kızışma ve küflenmeye sebep olmayacak şekilde depolanmalıdır [8;9].

Depolama stabilitesi açısından büyük öneme sahip olan lipazlar (E.C.3.1.1.3; trigliserol açilhidrolazlar), sulu ortamda triaçilgliseritlerin hidrolizini katalizleyerek, diaçilgliserit, monoaçilgliserit, gliserin ve serbest yağ asitlerini oluşturmaktadır (Şekil 2.4) [35].



**Şekil 2.4.** Lipazın etki mekanizması

Bu yağ asitleri havaya ve ışığa maruz kaldıklarında, üründe hızlı bir şekilde ransiditeye (acılaşma) neden olmakta ve istenmeyen tat ve koku meydana getirmektedir. Bu yüzden gıdalarda lipaz aktivitesinin genel olarak düşük olması istenmektedir [35].

Yulafın diğer tahıllara göre yüksek yağ içeriğine sahip olması, yağ asitlerinin önemli bir kısmının doymamış yağ asitlerinden meydana gelmesi ve yüksek lipaz aktivitesine sahip olması nedeniyle, işlenmiş yulaf ürünlerinde depolama stabilitesi (raf ömrü) düşüktür. Yulaftaki lipolitik enzimler, buğdaydakilerden 10-15 kat daha aktiftirler. Bu yüzden lipitlerde hidrolize neden olan enzimlerin (başlıca lipaz) ransiditeye sebep olmamaları için inaktivasyonu sağlanmalıdır [35]. Lipaz aktivitesinin engellenmesi amacıyla kavurma, buhar ve basınç altında buhar uygulaması gibi farklı ısıl işlemler ve asit muamelesi uygulanmaktadır [37]. Keying ve ark. [38] mikrodalga ısıtma işlemiyle lipaz aktivitesinin engellenebileceği ve bu etkinin işlem öncesi nem miktarının %17-25'e çıkarılarak vakum paketlenme ile daha arttırılabileceği göstermişlerdir.

## 2.5. Yulafın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Son yıllarda insan sağlığını destekleyici etkileri sebebiyle yulafa ilgi artmıştır. Yulaf tüketiminin toplam kolesterol ve LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) düzeyini düşürdüğü, kalp-damar hastalıkları ve kanseri, diyabeti ve gastrointestinal hastalıkları önlediği belirtilmektedir [2;39]. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından yapılan klinik araştırmalar, yulaf bazlı gıdaların içeriğindeki  $\beta$ -glukan ile ilişkili olarak serum kolesterol düzeyi, tip 2 diyabet ve kalp damar hastalıkları riskini azalttığını göstermiştir [40]. Günde yaklaşık 3 gram  $\beta$ -glukan içeren yulaf tüketiminin, kolesterolü düşürdüğü gösterilmiştir [8].

Yulafın kolesterol üzerine düşürücü etkisinin, %75'inin çözünür lif olan  $\beta$ -glukan'dan kaynaklandığı ve geri kalan %25'lik etkinin ise amino asit oranlarına (arjinin ve lizin), bitkisel sterollerine, tokotrienollere ve tekli doymamış yağ asitlerine bağlı olduğu



belirtilmiştir. Bunlara ek olarak,  $\beta$ -glukanın serum glukoz ve insülin seviyesini düşürmede aktif rol aldığı gösterilmiştir.  $\beta$ -glukan, majör olarak yulafın endospermünde, daha düşük miktarlarda da alöron tabakasında bulunmaktadır. Alöron tabakasında bulunan  $\beta$ -glukan, yulaf kepeğinin su bağlama kapasitesini arttırarak besinsel lif olarak etkinliğini arttırmaktadır [8].

Yulaf diğer hububatlarla karşılaştırıldığında, karyopsisinde %15-20 arasında değişen protein oranına sahiptir. Ayrıca iyi bir amino asit kompozisyonuna sahip olması sebebiyle protein kalitesi açısından diğer hububatlardan üstündür. Yulafın, buğday ve arpaya kıyasla yüksek miktarda globulin içermesi, besleyici değerinin daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Çünkü yulafın majör depo proteini olan globulin, lizini en yüksek konsantrasyonda içeren depo proteindir. Yulaf, buğday ve arpaya göre iki kat daha fazla lizin içermektedir. Yulaf karyopsisindeki toplam proteinin yaklaşık olarak %3,2-5,2'sini lizin oluşturmaktadır. Buğday ve arpanın majör depo proteini olan prolaminde ise düşük miktarda lizin ve yüksek miktarda glutamin-glutamik asit bulunmaktadır [8].

Yulafın içerdiği yüksek miktardaki doymamış yağ asitleri, yulafı besleyici yönden değerli kılan diğer bir etmendir [1;4;39]. Yılmaz ve Dağlıoğlu [41], yaptıkları bir çalışmada köftedeki yağın yerine belirli oranlarda eklenen yulaf kepeğinin, köftenin doymuş yağ asidi ve trans yağ asidi oranını azalttığını ve toplam doymamış yağ asidi içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar, köfteye ilave edilen yulaf kepeğinin, köftede duyuşal özellik açısından belirgin bir farka sebep olmadığını tespit etmiş ve %15-20 oranında yulaf kepeği ilavesinin, bir besinsel lif kaynağı olarak geleneksel köfte üretiminde kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Buğdaydaki gliadin; arpa, çavdar ve yulaftaki prolamin fraksiyonlarına karşı hassasiyete bağlı olarak oluşan bağırsak emilim düzensizliği olarak tanımlanabilen çölyak hastalığı ortaya çıkmaktadır. Yulaf, glutensiz olarak değerlendirilse de genotip çeşitliliğine bağlı olarak yapısındaki prolaminlerin buğday prolaminlerine benzer olması sebebiyle toksik olabileceği öne sürülmüştür. Literatürde günlük 50 gram yulaf tüketiminin, çölyak hastaları için toksik etkisinin olmayacağı bildirilmiştir [1].

Yulafın bileşimindeki tokoferoller, tokotrienoller, fenolik bileşenler ve steroller gibi antioksidanların güçlü birer radikal yakalayıcı görevi görerek kanser hücrelerinin çoğalmasını engellemektedir. Önemli bir antioksidan kaynağı olan E vitamini, tahıllar arasında en çok arpa ve yulafta bulunmaktadır. Yulafta bulunan avenantramitlerin

antioksidan, anti enflamatuar etkileri mevcuttur. Antioksidan aktiviteye sahip  $\beta$ -Sitosterol,  $\Delta$ -5 ve  $\Delta$ -7 avenasteroller ve fitik asit, metal iyonlarıyla şelat oluşturarak metalleri katalitik olarak inaktif hale getirmekte ve metallerin aracılığıyla oluşabilecek serbest radikallerin üretimini engellemektedir. Fakat bu şelat yapıcı aktivite aynı zamanda esansiyel minerallerin biyoyararlanımını da azaltmaktadır [42].

Yulaf, antikanserojen aktivite gösteren avenakosit A ve B (sırasıyla 65,5 ve 377,5 mg/kg) saponinlerini içeren tek hububat çeşididir [39].

Yapılan çalışmalarda yulaf  $\beta$  -glukanlarının hipertansiyon riskini azalttığı ve plazma glukoz artış seviyesini azaltarak glisemik kontrolü sağladığı saptanmıştır [39].

Literatürde yulaf ezmesi tüketiminin obezite ve bölgesel yağlanma riskini azalttığı bildirilmiştir. Yulaftaki besinsel liflerin, tokluk hissinde artış meydana getirerek kilo kontrolüne yardımcı etkisinin bulunduğu belirtilmiştir [39]. Sağlıklı-gönüllü 20 kişiyle yapılan bir araştırmada, gönüllülerin diyetlerine ilave edilen yulaf ezmesinin (40-60 gram/gün) kan/serum glikoz, trigliserit, toplam kolesterol, LDL, HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) VLDL (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol düzeylerine etkisi incelenmiş; üç hafta boyunca verilen yulaf ezmesinin, araştırmaya alınan kişilerin serum glikoz, trigliserit, kolesterol düzeylerini etkilediği ve başlangıç düzeyine göre azalttığı saptanmıştır ( $p<0,01$ ) [43].

## **2.6. Yulafa Dayalı Sanayinin Durumu**

Yulaf tane, saman ve yem olarak hayvanların beslenmesinde değerlendirilirken; aynı zamanda yulaf unu, yulaf ezmesi, bisküvi ve kahvaltılık tüketim için gıda sanayinde önemli bir endüstri hammaddesidir [1;2]. Hayvanlar için çok iyi bir yem kaynağı olup; tüm tane, kırma veya ezme olarak et ve süt sığırlarında ve koyunların beslenmesinde, daha çok da atların beslenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yulaf tanesinin kavuzlu olması, hayvanlarca tüketildiğinde midede topaklaşmayı önlemekte ve hazmını kolaylaştırmaktadır [2;16]. Yulaf tanesinde yüksek miktarlarda bulunabilen proteinin, lizin ve triptofan amino asitleri eksikse de biyolojik değeri yüksektir. Tanesinde bulunan yağ, yulafa hayvanlarca beğenilen bir lezzet katmaktadır. Yulaf tane halinde, ezilerek veya kırma ve una öğütülerek çorba, sütlaç, yulaf ekmeği, kahvaltılık tahıllar, çocuk maması gibi farklı ürünlerde değerlendirilebilmektedir [2].

Yulaf unu, sentetik antioksidanların ticari olarak kullanımından önce de, yıllar boyunca süt tozu, tereyağı, dondurma, dondurulmuş balık ve bazı tahıl ürünlerinin raf ömürlerini arttırmak için antioksidan olarak kullanılmıştır [44].

Yulaf kavuzlarından elde edilen furfural, bitkisel yağların rafinajında, plastik maddelerin çözülmesinde ve dezenfeksiyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Furfural, aynı zamanda naylonun hammaddesi olarak da kullanılmaktadır [2].

Yulaf, en çok hayvan yemi üretiminde kullanılmaktadır. Kullanım alanı bakımından ikinci sırada insan beslenmesine yönelik gıda üretimi ve daha sonraki sıralarda da endüstriyel ürün, kozmetik ve ilaç üretimi yer almaktadır (Şekil 2.5) [45].



Şekil 2.5. Yulafın kullanım alanları

Yulafın gıda ve yem sanayinde önemli bir hammadde olarak kullanılması ve hasat sonrası atıklarının biyokütle olarak enerji hammaddesi olarak değerlendirilme potansiyelinin bulunması, ülkemizde tarımsal üretim planlamasında yulafa daha fazla önem verilmesini gerektirmektedir [2].

## 2.7. Yulafın Termal Özellikleri ve Depolama Stabilitesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Sowa ve White [46] farklı yağ miktarı içeriğine sahip (E77-%6,2; DAL-%8,0; MO42017-%15,5) üç yulaf çeşidinden izole edilen nişastaları karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Yulaf karyopsisinden elde edilen nişastaların termal özelliklerinin belirlenmesi için, örnekler alüminyum DTK kaplarına su:nişasta oranı 2:1 olacak şekilde tartılmış ve kaplar hermetik olarak kapatılmıştır. Analiz sonucunda iki endotermik pik gözlenmiş, jelatinizasyon ve amiloz-lipit kompleksine ait geçiş değerleri açısından örnekler arasında belirgin farklılıklar görülmüştür. Jelatinizasyon başlangıç sıcaklıkları ve entalpi değerleri, E77 örneğinde 55,5°C ve 8,57 J/g; DAL örneğinde 59,0 °C ve 9,15 J/g; MO42-17 örneğinde 62,4 °C ve 9,20 J/g

olarak bulunmuştur. Amiloz-lipit kompleksine ait erime geçiş başlangıç sıcaklık ve entalpi değerleri ise E77 çeşidi için 90,3 °C ve 3,51 J/g; DAL için 90,6 °C ve 3,01 J/g; MO42-17 için 91,1 °C ve 2,55 J/g olarak belirtilmiştir. İzole edildiği yulaf karyopsisinde (%6,2) ve nişastanın kendi içeriğinde en düşük oranda yağ (%2,09; k.m.) ve amiloz (%30,3; k.m. ) miktarına sahip E77 nişastası örneği, aynı zamanda en düşük jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı ( $T_{01}$ ) değerine (55,5 °C) sahiptir. Bunun tersine, izole edildiği yulaf karyopsisinde (%15,5) ve içeriğinde (%2,4, k.m.) en yüksek oranda yağ, ve amiloz (%33,6; k.m.) içeren MO42-17 nişastasından en yüksek  $T_{01}$  değeri (62,4 °C) elde edilmiştir. Jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerinin amiloz içeriği ile doğru orantılı olarak arttığı belirtilmiştir. Çalışmada yulaf nişastasındaki yüksek yağ miktarının, nişasta retrogradasyon hızı ve oranını azalttığı görülmüştür. Araştırmada, 28 günlük depolama sonrasında yulaf nişastasının yalnızca %32-40'ının retrograde olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada, 4 yulaf çeşidi arasından karyopsisinde (%7,5) ve nişastasında (%2,3) en yüksek miktarda yağ içeren örneğin, yine en yüksek  $T_{01}$  değerine (61,2-62,0 °C) sahip olduğu bulunmuştur [47].

Zhou ve ark. [48] Avustralya'da ticari olarak yetiştirilen 2 çeşit yulafın (*Mortlock* ve *Yarran*) çirilenme ve termal özellikleri üzerine enzim uygulamasının (proteinaz,  $\beta$ -glukanaz) etkisini araştırmışlardır. Analiz sonucunda ısıtma boyunca üç endotermik geçiş gözlenmiştir. Bu geçişlerden ilkinin, nişasta kristal yapısının kayb olduğu jelatinizasyon geçişi, ikincisinin amiloz-lipit kompleksinin parçalanmasına bağlı olarak gözlemlenen erime geçişi olduğu belirtilmiştir. Termogramdaki üçüncü endotermik geçişin yulaf nişastasında yapılan DTK analizi termogramlarında bulunmadığı, buna karşın yulaf ununda gerçekleştirilen bu çalışmada yaklaşık olarak 115°C civarında gözlemlendiği bildirilmiştir. Çalışmada, yulaf unlarındaki çirilenme ve termal özellikleri üzerine  $\beta$ -glukanların büyük ölçüde etkisinin olduğu, buna karşın proteinin etkisinin ise daha az olduğu belirtilmiştir.

Tam yulaf ununun ekstrüzyonu esnasında yulafın nişasta, protein ve lipitleri üzerine ekstrüzyon sıcaklığı, vida hızı ve mekanik enerjisinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yüksek mekanik enerjinin, yulaf matriksinden lipit ayrımını indüklediği, yulaf nişastasının erime ve çözünmesinin tamamlanması için gereken minimum ekstrüzyon sıcaklığının 110°C ve vida hızının 200 rpm (dakikadaki devir sayısı) olduğu, buna karşın hücre duvarı polisakkaritlerinin düşük ekstrüzyon sıcaklıklarında çözüldüğü bildirilmiştir. Yulaf proteinlerinin (globulinler) ekstrem sıcaklık koşullarında dahi (130°C) kısmen denatüre olduğu, endojen lipazların ise daha düşük ekstrüzyon koşullarında (70°C) inaktif olduğu, ekstrüzyonda amiloz-lipit kompleksinin kısmen yok olduğu belirtilmiştir. İki ekstrüde örnek

(90°C ve 400 rpm) ve tam yulaf ununda DTK analizi sonucunda; hem yulaf ununda hem de ekstrüde örneklerde üç geçiş gözlenmiştir. Gözlemlenen ilk pik, 65°C’de nişastanın kristal yapısının bozulmasıyla ilişkilendirilmiştir. Jelatinizasyon entalpi değeri ise tam yulaf unu için 7,7 J/g nişasta olmuştur. İkinci endoterm 95°C civarında gözlemlenen amiloz-lipit komplekslerinin erime geçişini göstermektedir. Tam yulaf ununa kıyasla ekstrüde örneklerde 2-3°C daha yüksek sıcaklıklarda amiloz-lipit kompleksi ayrılması gerçekleşmiştir. Ayrıca tam yulaf unlarında bu geçişin entalpi değeri daha yüksektir. Üçüncü endotermik geçiş 110°C civarında yulaf proteinlerinin yaklaşık %70-80’ini oluşturan globulinlerin denatürasyonuna bağlı görülmektedir. Araştırmacılar tersinir ve geri dönüşümsüz değişiklikleri ayırt etmek için iki sıralı tarama gerçekleştirmiş; jelatinizasyon ve protein denatürasyonunun geri dönüşümsüz olduğunu, amiloz-lipit kompleksi parçalanmasının ise tersinir olduğunu göstermişlerdir. Araştırma sonucunda lipaz aktivitesi sadece tam yulaf ununda bulunurken (116 µM/g örnek), 70°C ekstrüzyon sıcaklığında bile tüm lipazların inaktif olduğu ortaya konmuştur [35].

Culetu ve ark. [49] yulaf unu ve yulaf kepeği karışımından (ağırlıkça %0, %30, %50, %70, %100 yulaf kepekli) oluşan glutensiz bisküvilerde besin kalitesi, yulaf ununa farklı seviyelerde yulaf kepeği karıştırmanın hamurun reolojik özelliklerine etkisi, yulaf kepeğinin termal karakteristik üzerine etkisi, morfolojik özellikleri ve fiziksel kalitesi gibi konuları kapsayan geniş çaplı bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada glutensiz yulaf bisküvilerinin termal özellikleri üzerine yulaf kepeğinin etkisi DTK ile incelenmiş, bütün bisküvi örneklerinde 47°C civarında endotermik bir pik gözlenmiş ve yulaf kepeği ilavesinin jelatinizasyon sıcaklığında belirgin bir farklılığa sebep olmadığı görülmüştür. %100 yulaf kepekli bisküvilerde, kontrol örneğiyle (%100 yulaf unlu glutensiz bisküvi) kıyaslandığında entalpide %60 oranında azalma meydana geldiği ve bu azalmanın nişasta oranındaki (kontrol örneğinde %37,4, %100 yulaf kepeği ilaveli bisküvide ise %26,8 nişasta oranı) azalmayla ilişkilendirilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca bisküvilerde besinsel lif içeriği arttıkça, besinsel lifin nişasta granüllerindeki suyu tutmasına bağlı olarak entalpi değerinin de azaldığı belirtilmiştir. Yulaf unu ve yulaf kepeğinin jelatinizasyon entalpisi değerleri sırasıyla 5,54 ve 4,67 J/g km olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda glutensiz gıdaların formülasyonunda %100’ e kadar yulaf kepeği ilavesinin, çölyak hastalarına yönelik ürünlerde çeşitliliği arttırabileceği, besinsel lif ve diğer fonksiyonel bileşenlerin alımını sağlayabileceği bildirilmiştir.

Zheng ve ark. [50] kontrollü çevre şartlarında yetiştirilen (gündüz 24°C/gece 20°C) 3 çeşit yazlık yulaf çeşidinin granül morfolojisini, kompozisyonunu ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Yulaf çeşitlerinin, farklı gelişim evrelerinde (9, 15, 21, 27. Gün ve tohum olgunluğuna eriştiği 33. Güne kadar) DTK ile yapılan analizler sonucunda, örneklerin jelatinizasyon sıcaklığı ve entalpisinin tohum gelişimi süresince artış gösterdiği görülmüştür. Yulaf nişastalarının jelatinizasyon sıcaklığı değerleri, 62,9°C-68,6°C entalpi değerleri ise 9,0-11,1 J/g aralığında değişmiştir.

Hoover ve Senanayake [51] Kanada'da yetiştirilen iki çeşit yulaf örneğinin termal, reolojik özelliklerini ve sindirilebilirliğini karşılaştırmıştır. Kavuzlu yulaf çeşidi olan AC Stewart (*Avena sativa L.*) ve kavuzsuz yulaf çeşidi olan NO 753-2'de (*Avena nuda L.*) yapılan DTK analizinde (nişasta:su oranı=1:3) jelatinizasyon sıcaklıkları ve entalpileri belirlenmiştir. Kavuzlu yulaf çeşidi olan AC Stewart'a ait jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değerleri (To<sub>1</sub>:52,0°C; Tp<sub>1</sub>:57,6°C; ΔH<sub>1</sub>:5,9 J/g) kavuzsuz çeşidinkine göre (To<sub>1</sub>:60,4°C; Tp<sub>1</sub>:67,0°C; ΔH<sub>1</sub>:8,4 J/g) daha düşük çıkmıştır. Araştırmacılar kavuzsuz çeşide ait yüksek jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değerlerinin, granülündeki kristalin boyut ve/veya daha düzenli kristal yapısından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Jelatinizasyon entalpisi, endotermik (nişasta kristallerinin erimesi) ve ekzotermik iki geçişin (amiloz-lipit kompleksinin kristalizasyonu) yarışına bağlı olarak azalabilmektedir. Literatürde pirinç nişastasında bağlı lipit miktarı arttıkça ΔH değerinin azaldığı gösterilmiştir [52]. Hoover ve Senanayake de iki çeşit yulaf arasındaki ΔH farkını bu duruma bağlı olarak (kavuzlu çeşidin daha yüksek oranda bağlı lipit yani amiloz-lipit kompleksi içermesi sebebiyle daha düşük entalpi değerine sahip olması) gelişebileceğini ileri sürmüşlerdir. İki çeşidin amiloz-lipit kompleksi erime geçişi entalpisi, kavuzsuz yulaf nişastasında 3,0 ve kavuzlu çeşitte 3,5 J/g olarak bulunmuştur.

Şeker, tuz ve protein gibi su aktivitesini etkileyen bileşenlerin ortamda bulunması jelatinizasyonu etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada, buğday nişastasına gluten eklenmesi sonucunda nişasta jelatinizasyon entalpisinin azaldığı ve jelatinizasyon başlangıç sıcaklığının arttığı bildirilmiştir [23].

Zhou ve ark. [31] Avusturalya'nın çeşitli lokasyonlarında yetiştirilen sekiz yulaf çeşidinin yağ asidi kompozisyonunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda yulafta 13 yağ asidi tespit edilmiş olup bu yağ asitlerinden palmitik, oleik, linoleik, miristik, stearik ve linolenik asidin, yulafta toplam yağ asitlerinin %95'inden fazlasını oluşturduğu bulunmuştur. Yulafta bulunan majör iki doymamış yağ asitlerinden oleik asidin %37,9 ile

%42,6; linoleik asidin ise %35,9 ile %39,9; majör doymuş yağ asidi olan palmitik asidin ise %17,0 ile %19,3 arasında değiştiği belirtilmiştir. Çalışmada tespit edilen minör yağ asitleri ise; palmitoleik, araşidik, gadoleik, behenik, erusik, lignoserik ve nervonik asittir. Yağ asitleri kompozisyonu üzerine yulaf çeşidinin etkisininin çevresel faktörlerden daha önemli (>%70) olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple yulafta ıslah çalışmaları ile yağ asidi kompozisyonunun geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Nilsson ve ark [53] 23°C ve %50 bağıl nemde 0, 5, 18 ve 42 hafta süreyle depolanan üç yulaf çeşidinin depolama stabilitesini araştırmış, depolama süresince özellikle 18. ve 42. haftada toplam yağ asidi miktarının azaldığını saptamışlardır. Çalışmada yağ asitleri arasında en fazla düşüş iki çoklu doymamış yağ asidinde görülürken (linoleik asit 0. haftada 3,27 g 42. haftada 2,48 g; linolenik asit 0. haftada 0,11 g, 42. haftada 0,072 g), tekli doymamış yağ asidinde de (oleik asit 0. haftada 3,08 g, 42. haftada 2,80 g) belirgin derecede düşüş gözlenmiştir. Depolama süresince, doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit miktarında belirgin bir değişim gözlenmemiştir.

Yulafın yağ asidi kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada, Letonya şartlarında yetiştirilen 7 yulaf genotipinde, oleik (%36,2-40,4), linoleik (%38,4-41,6), palmitik (%15,5-17,1), stearik (%1,7-2,5) ve  $\alpha$ -linolenik asit (%0,9-1,3) tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden daha düşük miktarda da araşidik, behenik, ve cis-11-eikosenoik asit tespit edilmiştir. Yulafta doymuş yağ asitleri oranının %18,2 ile %19,6 arasında değiştiği ve bu oran açısından çeşitler arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık olmadığı bildirilmiştir ( $p>0,05$ ). Araştırılan yulaflarda toplam yağ asitlerinin %40,4-44,4'ünü tekli doymamış yağ asitleri, %37-41,1'ini çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmuştur. Çalışmada ayrıca analizi gerçekleştirilen yulaflarda insan sağlığı açısından önemi olan Çoklu Doymamış Yağ Asitleri / Doymuş Yağ Asitleri (ÇDYA/DYA) oranının (2,2-2,4) Dünya Sağlık Örgütü'nün [54] önerdiği orandan (>0,4) 5-6 kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar yulaf örneklerinde Sokselet metoduyla yağ miktarı analizi yapmış ve 7 genotipte yağ miktarını %4,0-10,7 aralığında bulmuşlardır. Kavuzlu örneklerin yağ miktarı değerleri kavuzsuz (çıplak) yulaflara kıyasla daha düşük çıkmıştır [14].

Saastamoinen ve ark. [55] Finlandiya'nın altı farklı lokasyonunda yetiştirilen yulaf çeşit ve hatlarında yağ miktarı ve yağ asidi kompozisyonu analizi yapmışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarının sonucunda bütün örneklerin palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik ve eikosenoik asit içerdiğini; bunun yanında çoğu örnekte de miristik, palmitoleik, araşidik ve erusik asidin bulunduğunu belirtmiştir. Düşük yetiştirme sıcaklığının, yulafta oleik ve

linoleik asit sentezini arttırdığı; palmitik, stearik ve erusik asit konsantrasyonunu ise azalttığı gözlenmiştir. Çalışmada düşük sıcaklığa bağlı olarak yulaf örneklerinin yağ miktarı arttıkça palmitik, stearik ve erusik asit konsantrasyonu azalmış, oleik ve linoleik asit konsantrasyonu artmıştır. Farklı yulaf çeşit ve hatlarına uygulanan bağımlı örneklem t-testi sonucunda; örnekler arasında yağ miktarı ve yağ asidi kompozisyonu açısından önemli bir fark bulunmamıştır.

Martinez ve ark. [56] düşük sıcaklığın tanedeki yağ miktarı ile oleik asit ve linoleik asit içeriğini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca yağ miktarı ile oleik asit miktarı arasında pozitif ilişki olduğunu, palmitik asit ile negatif ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Akesson ve ark. [57] yulafların farklı kısımlarında ve farklı pH değerlerinde lipaz aktivitesini belirlemişlerdir. Yulafta lipaz aktivitesinin endosperme kıyasla alöron tabakası ve embriyoda daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Çimlenme esnasında asidik pH değerlerinde, lipaz aktivitesi nispeten sabit kalırken nötral pH ve bazik pH değerlerinde enzim aktivitesinin arttığı gözlenmiştir. Araştırmacılar, %5,04, %6,02 ve %7,10 yağ içeriğine sahip yulaf çeşitlerinde lipaz aktivitelerinin sırasıyla 3,67, 4,47 ve 4,12 U/g (ünite/gram, 1 ünite 1 dakikada açığa çıkan µmol oleik asit) değerinde olduğunu bulmuşlar; buna bağlı olarak yulaf çeşitlerinin yağ miktarı ve lipaz aktiviteleri arasında ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Lipazlar, hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklardan elde edilebilmektedirler. Yulaftaki lipaz, tanenin dış perikarp tabakasında bulunmaktadır. Literatürde lipaz için ideal substratların, uzun zincirli triaçilgliseroller, triolein ve zeytinyağı olduğu bildirilmiştir. Triolein, lipaz için oldukça spesifik bir substrattır. Zeytinyağı, yüksek oranda triolein (≈%70) içermesi ve düşük maliyete sahip olması sebebiyle, lipaz aktivitesi analizlerinde kullanılacak en uygun substrattır [58;59;60].

Lipaz aktivitesi belirleme çalışmalarında substrat olarak kullanılan yağ asitlerinden kısa zincirli olanların uzun zincirli olanlara göre daha düşük spesifiklik gösterdiği, uzun zincirli yağ asitlerinin düşük konsantrasyonda bile daha yüksek absorbans verdiği gösterilmiştir [61]. Kwon ve Rhee tarafından, lipaz aktivitesinin belirlenmesinde kullanılmak üzere spektrofotometrik bir yöntemin (bakır sabunu yöntemi) geliştirildiği çalışmada, renk oluşumu üzerine yağ asitlerinin karbon numarasının etkili olduğu ve karbon sayısı 10'dan büyük olan yağ asitlerinin substrat olarak kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir. Standart doğru oluşturmada kullanılan yağ asitlerinin (kaproik, kaprilik, kaprik, laurik, miristik,



palmitik, steraik ve oleik asit) regresyon eşitliklerinin hemen hemen aynı olduğu belirtilmiştir [62].

Peterson [63] 7'si kavuzsuz, 5'i kavuzlu olmak üzere toplam 12 yulaf genotipinde lipaz aktivitesini bakır sabunu metodu ile belirlemiştir. Çimlenmemiş yulaf genotiplerinde lipaz aktivitesi, 1,6-3,2 U/g arasında değişmiştir. Çimlenme sonrası bütün örneklerin daha düşük lipaz aktivitesine (0,5-1,7 U/g arasında) sahip olduğu belirtilmiştir.

Yulafın yağ asidi kompozisyonu üzerine yapılan birçok çalışmada, araştırmacılar genellikle yulaftaki yağ asitlerinin besleyici değeri üzerine odaklanmıştır. Zhang ve ark. [64] bu analizi, tağışın belirlenmesinde kullanmak üzere Çin'in çeşitli bölgelerinden toplanan 62 yulaf örneğinde standart bir parmak izi yöntemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yulaf örneklerinde avenakosit,  $\beta$ -glukan ve yağ miktarı sırasıyla, %12,13, %20,79 ve %22,46 olarak tespit edilmiştir. Ancak bu üç değer, tüm örnekler hakkında bilgi vermediğini, yulaf ve yulaf ürünlerinin kalitesini değerlendirmek için uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar gaz kromatografisinden elde edilen yağ asidi profili sonuçları ile kümeleme ve temel bileşen analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu analiz sonucunda 46 kavuzsuz yulaf örneğinde 26 çeşit yağ asidi bulunurken, bu yağ asitlerinden 11'i karakteristik olarak tüm kavuzsuz örneklerde tespit edilmiştir. Örneklerde yapılan benzerlik ve validasyon analizleri, kavuzsuz yulaf örnekleri için standart parmak izi oluşturmada yüksek tekrarlanabilirlik, kararlılık ve hassaslık göstermiştir.

Banas ve ark. [65] iki farklı çeşit yulaf (%6 ve %10 yağ içerikli) tanelerinin farklı kısımlarında tohum gelişimi sırasında, lipit ve yağ asidi kompozisyonunu kalitatif ve kantitatif olarak karakterize etmiştir. Örnekler analiz edilmeden önce morfolojik kriterler göz önüne alınarak şu aşamalarda toplanmıştır: 1. aşamada taneler 2 mm/7 mg, 2. aşamada 8 mm/40-45 mg, 3. aşamada 10 mm/55-60 mg uzunluk ve ağırlıklarında ve 4. aşamada olgun taneler hasat edilmiştir. Araştırma sonucunda iki çeşit arasında ve ayrıca her bir çeşit yulaf tanesinin farklı kısımlarında yağ asidi kompozisyonu farklılık göstermiştir. Düşük yağ içerikli çeşit, %10 yağ içeren çeşitten daha düşük oranda oleik asit ve daha yüksek oranda linoleik asit içermiştir. Tanedeki farklılıkların iki çeşitte de benzer eğilimde olduğu; embriyonun tam taneye göre daha yüksek linoleik ve linolenik asit içerdiği buna karşın embriyo+skutellumun daha yüksek oranda palmitik asit içerdiği belirtilmiştir. Tam tanenin gelişimi sırasında 1. ve 2. aşama arasında iki çeşitte de linoleik ve linolenik asitte belirgin bir azalış ve oleik asitte keskin bir artış görülmüştür. 2. aşamadan olgunluk aşamasına kadar ise oleik asitteki azalmaya karşın linoleik asit oranında artış olduğu görülmüştür. Bu

aşamadan olgunluk aşamasına kadar, yüksek yağ içerikli yulaf çeşidinde oleik asit seviyesi daha yüksekken linoleik asit seviyesi daha düşük olmuştur.

Rhee ve ark [62] tarafından lipaz aktivitesi belirlenmesinde basit ve hızlı bir kolorimetrik yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde triaçilgliserollerden lipaz aktivitesi sonucunda oluşan serbest yağ asitleri, bakır asetat-piridin renk reaktifi ile renk değişimine sebep olmaktadır. Araştırmacılar, daha önceki çalışmalarda kullanılan metotlardaki çözücü uzaklaştırma ve santrifüj aşamalarını elimine etmeyi ve böylece yöntemi hızlandırmayı amaçlamışlardır. Benzenin yoğunluğunun daha büyük ve suda çözünürlüğünün daha çok olması sebebiyle, daha önceki çalışmalarda kullanılan benzen yerine izooktan kullanılmıştır. Lipaz aktivitesinin belirlenmesinde optimum pH ve dalgaboyları da araştırılmış, optimum pH'nın 5,8-6,4 aralığında olduğu dalgaboyunun ise 710-720 nm arasında maksimum olduğu ve 715 nm dalgaboyunda optimum sonucun elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar konvansiyonel yöntemle benzer sonuçlar vermiş, ayrıca konvansiyonel yöntemlerden daha iyi tekrarlanabilirlik göstermiştir.

Pike ve ark. [60] buğday ve buğday kepeğinde lipaz aktivitesi ölçümü için lipaz ayırma ve saflaştırma işlemi gerektirmeyen basit bir metot geliştirmeyi amaçlamışlardır. Enzim aktivitesinin optimum koşullarını belirlemek için çeşitli konsantrasyonlarda substrat (zeytinyağı), su, sıcaklık ve inkübasyon zamanlarında ölçüm alınmıştır. Enzim aktivitesinin ölçümünde bakır sabunu yöntemi kullanılmış, ölçümler spektrofotometrik olarak yapılmış ve lipaz aktivitesi "U/g" (U: 1 saatte açığa çıkan mikromol cinsinden oleik asit) olarak tanımlanmıştır. Araştırma sonucunda lipaz aktivitesi, buğday kepeğinde 2,17-9,42 U/g; tam buğdayda 1,05-3,54 U/g olarak bulunmuştur. 1 gram yağsız örnekte optimum zeytinyağı ve su konsantrasyonları sırasıyla 0,4-0,8 ml ve 0,15-0,20 ml; inkübasyon sıcaklığı 40°C ve süresi ise 0-8 saat arası olarak bulunmuştur.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Edirne ve Kırklareli lokasyonlarında kışlık yulaf ıslah çalışmaları sonucu geliştirdiği 60 hat ile 4 standart (Kırklar, Kahraman, Sebat ve Yeniçeri ) çeşit ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Menemen ve Karacabey lokasyonlarında yazlık yulaf ıslah çalışmaları sonucu geliştirdiği 44 hat ile 5 standart (Sarı, Fetih, Sebat, Haskara ve Checota) çeşit kullanılmıştır. Yazlık ve kışlık yulaf genotiplerinin açık isimleri EK-1 ve EK-2’de verilmiştir.

Yulafın depolama stabilitesi ve nişasta özelliklerinin belirlenmesinde Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (kışlık 64x2lokasyonx2yıl=256 adet) ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nün (yazlık 49x2 lokasyonx2 yıl=196 adet) yulaf ıslah programlarında yer alan toplam 452 yulaf örneği kullanılmıştır. Şekil 3.1’de çalışmada kullanılan bazı yulaf örnekleri gösterilmiştir.



**Şekil 3.1.** Tez çalışmasında materyal olarak kullanılan bazı yulaf örnekleri

Yulaf örneklerinin kavuz soyma işlemi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü çalışanları tarafından laboratuvar tipi kavuz soyucu (LH 5095Codema, Kanada) kullanılarak tamamlanmıştır. Soyulan örnekler içerisinde kalan kavuzlu yulaf taneleri ve kavuz parçaları elle seçmek suretiyle uzaklaştırılmıştır. Temizlenen örnekler analizlerde kullanılmak üzere Retsch ZM 200 değirmende (Almanya) öğütülmüştür. Elde edilen yulaf unları, çalışma süresince +4<sup>0</sup> C’ye ayarlanmış soğuk depoda muhafaza edilmiştir.

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Sokselet (Soxhelet) Ekstraksiyonu ile Yağ Miktarının Belirlenmesi

Yöntem, numunenin bir çözücü ile ekstrakte edilip daha sonra çözücünün uzaklaştırılması ve kalıntının tartılması prensibine dayanmaktadır. Yulafta yağ miktarı, AOAC Metot No: 2003.06 [66]'e göre belirlenmiştir. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak n-hekzan kullanılmıştır. Yağ miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar, 2 değer ortalaması olarak kuru madde (k.m.) üzerinden verilmiştir.

$$\%Yağ = [(M_2 - M_1) / m] \times [100 / (100 - R)]$$

$M_1$  = Sabit tartıma getirilmiş balonu ağırlığı, g

$M_2$  = Balonda son tartımda bulunan toplam yağ miktarı, g

m = Örnek ağırlığı, g

R = Örneğin rutubeti, %

#### 3.2.2. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Numunelerin yağ asidi kompozisyonu tayini, AOCS Metot No: Ce 1-62 [67]'e göre yapılmıştır. Sokselet ekstraksiyonu ile elde edilen yulaf yağından 0,1 gram tartılıp üzerine 2 ml heptan eklenip çalkalanmıştır. Yağ ve heptan karışımına 0,2 ml 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiştir. Faz ayrımının sağlanması amacıyla, 10 dakikalık vorteks ve 5 dakikalık 5000 rpm'de santrifüj işlemi yapılmıştır. Yağ asidinin metil esterlerini içeren süpernatanttan GC viallerine dolum yapılmıştır. Yağ asidi pikleri, 37 yağ asidinin metil esterleri karışımından oluşan "Supelco FAME mix 37" standardı kullanılarak tanımlanmıştır. Sonuçlar 2 değer ortalaması olarak verilmiştir. Analiz, Gaz Kromatografi cihazı ile (Thermo Fisher Scientific-Trace GC Ultra, ABD) gerçekleştirilmiş olup cihazın çalışma şartları şu şekildedir:

Dedektör: Alevle İyonlaştırma Dedektörü

Kolon: 100 metre uzunluğunda, 0,25 mm iç çap ve 0,20 µm film kalınlığında

Taşıyıcı Gaz: Helyum (1ml/dk)

Başlangıç sıcaklığı: 100°C

Sıcaklık artışı oranı: 4°C/dk

Enjeksiyon sıcaklığı: 250°C

Split oranı: 40:1

Dedektör sıcaklığı: 250°C

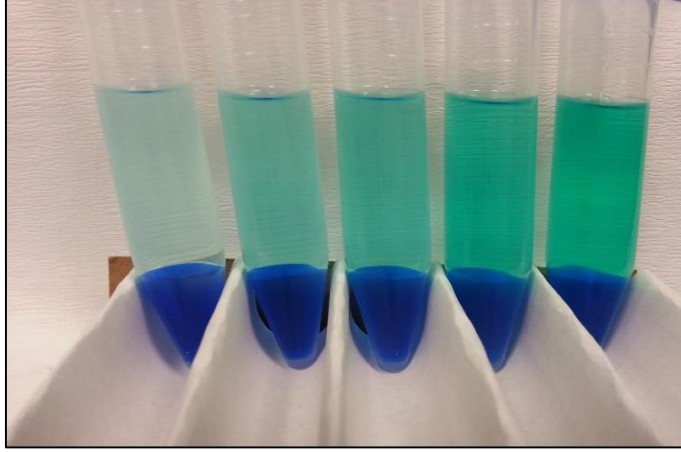
### 3.2.3. Termal Özelliklerin Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile İncelenmesi

Yulaf ununda jelatinizasyon, amiloz-lipit kompleksi erime geçişi ve yulaf depo proteinlerinin (globulinler) denatürasyonu, diferansiyel taramalı kalorimetre (DTK; Differential Scanning Calorimeter: DSC) (TA Q20, TA Instruments, ABD) ile incelenmiştir. Bu amaçla, hermetik alüminyum kaplara 4 mg yulaf unu örneği tartılmış; üzerine, örneğin kuru madde içeriğinin 3 katı kadar olacak şekilde saf su eklenmiştir. Su ve örneği içeren kap, hermetik kapama düzeneği ile kapatılmış ve oda sıcaklığında bir gece bekletilmiştir. Hazırlanan örnekler, 10°C/dak ısıtma hızıyla 25°C'den 130°C'ye ısıtılarak cihaz vasıtasıyla örneklerin termogramları elde edilmiştir. Referans olarak boş DTK kabı kullanılmıştır. Analiz azot gazı atmosferi (50 ml/dakika) altında gerçekleştirilmiştir. Cihazın bilgisayar yazılımı (Universal Analysis) kullanılarak yulaf örneklerine ait jelatinizasyon, amiloz-lipit kompleksi ve protein denatürasyonu endotermilerinin başlangıç (To), pik (Tp) ve sonuç (Ts) sıcaklıkları belirlenmiş ve piklerin altında kalan alandan da her üç geçişe ait entalpi değerleri ( $\Delta H$ , J/g k.m.) elde edilmiştir. Sonuçlar, 2 değerinin ortalaması olarak verilmiştir.

### 3.2.4. Lipaz Aktivitesi Tayini

Örneklerde lipaz aktivitesi, Peterson [63]'ün yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Deneyde substrat olarak triolein yerine natürel sızma zeytinyağı [58;59;60] kullanılmıştır. 0,5 gram yağsız un, 0,5 ml natürel sızma zeytinyağı (%70 oleik asit içerikli ve serbest asitliği %1'den az) ile karıştırılmış ve üzerine 330 µl tampon çözeltisi (hacimce %1 Triton X-100 içeren 0,05 M Tris-HCl, pH 7,5) eklenmiştir. Karışım vortekslenerek 37°C'de 1 saat su banyosunda tutulmuştur. Enzim aktivitesinin durdurulması amacıyla, karışıma 100 µl 1 N HCl eklenmiş ve karıştırılmıştır. Lipaz aktivitesi sonucunda açığa çıkan yağ asitlerinin ekstrakte edilmesi amacıyla örnekler 5 ml izooktan eklenmiş ve örnekler 5 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Su banyosundan alınan örnekler santrifüj (Sigma-3-18K, UK) edildikten sonra, süpernatant ayrı bir deney tüpüne alınmıştır. Üzerine 1 ml bakır (II) asetat-piridin içeren renk reaktifi eklenmiş ve karışım 90 saniye vortekslenmiştir. Oluşan üst fazın 715 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak (Thermo Fisher Scientific-Genesys 10S, ABD) absorbans ölçümü gerçekleştirilmiş ve oleik asit standardıyla karşılaştırılmıştır. Lipaz aktivitesi, ünite/gram olarak açıklanmış olup; 1 ünite (U) deney şartlarında 1 dakikada açığa çıkan µmol oleik asit olarak tanımlanmıştır. Oleik asit standardı (Şekil 3.2) kullanılarak standart eğri grafiği çıkarılmıştır (Şekil 3.3). Grafikten elde edilen verilere göre, örneklerin lipaz aktiviteleri hesaplanmıştır. Sonuçlar 2 değerinin ortalaması olarak verilmiştir.

Standart doğru oluşturulması: Farklı miktarlarda (10-100 µmol arası) oleik asit standardı, 5 ml izooktan içinde çözündürülmüştür. Üzerine 1 ml bakır (II) asetat-piridin reaktifi eklenmiş ve karışım 90 saniye vortekslenmiştir. Serbest yağ asidi içermeyen kontrole (5 ml izooktan+1 ml bakır (II) asetat-piridin) karşı absorbands ölçülmüştür.

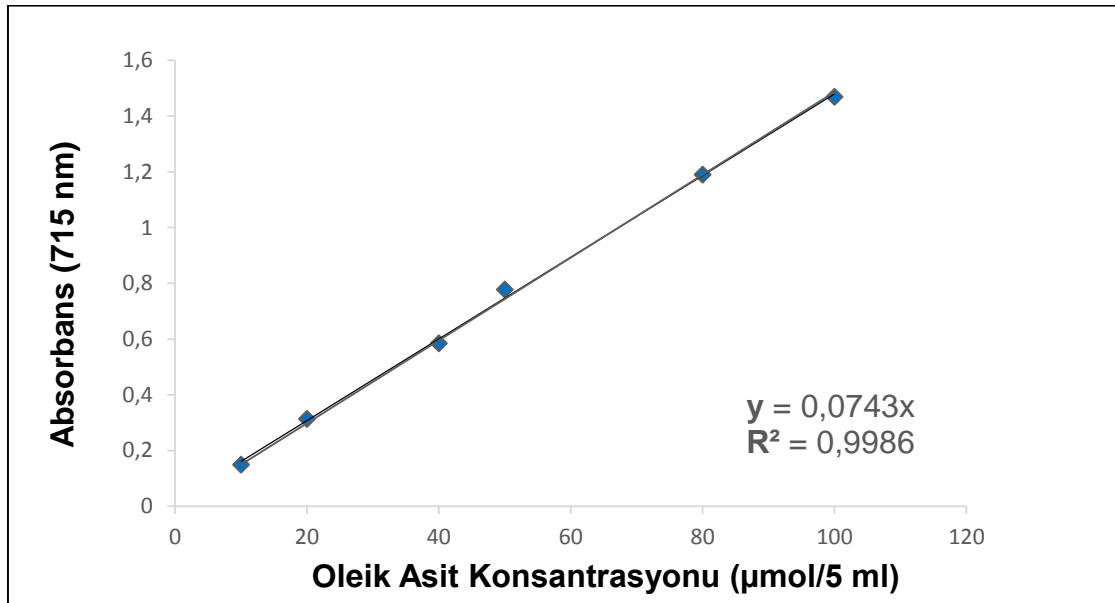


**Şekil 3.2.** Farklı konsantrasyonlardaki oleik asit standardının bakırla oluşturduğu kompleks sonucu gözlenen renk değişimi

Örneklerin lipaz aktiviteleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Lipaz Aktivitesi (U/g)} = \frac{\frac{\text{Absorbans (nm)}}{\text{Eğim}} \times \text{Toplam hacim (ml)}}{\text{Örnek miktarı(g)} \times \text{İnkübasyon süresi (dk)}} \times \text{Seyreltme}$$

Toplam hacim= yağ asidinin çözündüğü izooktan hacmi (ml) + substrat (zeytinyağı) hacmi (ml)



**Şekil 3.3.** Oleik asit standart eğri grafiği. (y= 715 nm dalgaboyunda serbest yağ asidi ile piridin-bakır asetat reaktifinin oluşturduğu kompleksin absorbands değeri, x= µmol oleik asit/5 ml izooktan.)

### 3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, SPSS 20.0 (SPSS Inc., ABD) istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Veriler, öncelikle Kolmogorov-Smirnov analizi kullanılarak normal dağılım açısından test edilmiş ve normal dağılan verilerde ortalamalar arası farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi, normal dağılmayan verilerde ise Kruskal-Wallis analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarında lokasyon ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunda, varyansların homojenlik durumuna göre Tukey ve Tamhane's T2 testi ile çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Tez kapsamında incelenen özelliklerin aralarındaki ilişkinin yön ve büyüklüğünün belirlenmesinde Pearson ve Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır.

Temel bileşenler analizi üzerine yapılan istatistiksel analizler, R paket programı (3.5.0 versiyon) ile yapılmıştır. Analizler için öncelikle standartlaştırma uygulanmış, standartlaştırılmış değerler üzerinden de değişkenlerin ilişkileri incelenmiştir. İlişkileri yüksek olan değişkenlerin aynı faktöre yükleneceği ve bu değişkenlerin yerine tek bir değişken kullanılabileceği düşünülerek R paketi olan FactoMiner'dan yararlanılarak temel bileşenler elde edilmiştir. Elde edilen temel bileşenlerle açıklama oranı %75'i geçecek şekilde boyut belirlenmiş ve boyutlar üzerinden elde edilen skorlara göre hem lokasyon hem de yulaf örnekleri bazında sıralamalar yapılmıştır.

## 4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 4.1. Yulafta Yağ Miktarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan yazlık yulaf materyallerinin 2 yıl süreyle belirlenen yağ miktarı sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. 2014-2015 yılı yazlık yulaf örneklerinden ortalama yağ miktarı (kurumaddede); Karacabey lokasyonunda % 8,7±1,38 (%5,7-10,9), Menemen lokasyonunda %9,2±1,23 (%7,1-13,0) olarak belirlenmiştir. Aynı çeşit örneklerin 2015-2016 ürün yılından elde edilen ortalama yağ miktarı değerleri ise, Karacabey lokasyonunda %9,6±1,27 (%6,9-12,3) ve Menemen lokasyonunda %9,8±1,48 (%7,4-13,7) olmuştur. Buna göre yazlık yulaf örneklerinin her iki ürün yılında da, Karacabey lokasyonundaki yağ miktarı ortalamasının Menemen lokasyonuna göre daha düşük olduğu; ancak lokasyonlara ait yağ miktarı ortalamaları arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Yazlık örneklerin her iki lokasyonda da ikinci ürün yılındaki (2015-2016) yağ miktarı ortalaması, ilk yıla (2014-2015 ürün yılı) göre artış göstermiştir ( $p<0,05$ ).

2014-2015 ürün yılında Karacabey lokasyonunda en düşük yağ miktarına (%) sahip örnekler; sırasıyla 38 numaralı hat, Sarı standardı, 8 numaralı hat, Kahraman standardı ve 29 numaralı hat olurken, yağ oranı en yüksek olan örnekler sırasıyla; 35, 33, 4 numaralı hatlar, ve 37, 3 numaralı hatlar olmuştur. Aynı lokasyonda 2015-2016 ürün yılında en düşük sonuçlar sırasıyla Sarı standardı, 9 numaralı hat, 38 numaralı hat, 39, 43 nolu hatlarından elde edilirken en yüksek sonuçlar sırasıyla 15 numaralı hat, 33, 17 numaralı hatlar , Fetih standardı ve 19 numaralı hattan elde edilmiştir.

Birinci ürün yılında Menemen lokasyonunda en düşük yağ miktarına sahip örnekler, sırasıyla 43, 9, Kahraman standardı, 49 ve 13 numaralı hatlar olurken; 19, 4, 25, 37 ve 15 numaralı hatlardan en yüksek yağ miktarı değeri elde edilmiştir. İkinci yıl Menemen lokasyonunda yağ miktarı 28, Sarı standardı, 26, Kahraman standardı ve 27 numaralı hatlarda en düşük oranda iken; 25, Fetih standardı, 15, 37 ve 2 numaralı hatlarda en yüksek yağ oranı tespit edilmiştir.

Genel olarak yazlık örneklerden her iki yıl da en düşük yağ miktarı değerleri 38, 43, 9 numaralı hatlar ile Sarı ve Kahraman standardından elde edilirken; en yüksek yağ miktarı değerleri 37, 33, 15, 25 ve 4 numaralı hatlardan elde edilmiştir.



**Çizelge 4.1.** Yazlık yulaf örneklerinin lokasyonlara göre yağ miktarı sonuçları (%)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı		2015-2016 Ürün Yılı	
	Karacabey	Menemen	Karacabey	Menemen
Sarı	6,0±0,39	8,7±0,32	6,9±0,34	7,6±0,06
2	9,3±0,10	10,5±0,01	11,0±0,51	12,0±0,13
3	10,8±0,23	9,4±0,14	9,6±0,11	9,5±0,01
4	10,9±0,34	11,3±0,95	10,2±0,68	11,5±0,01
5	8,4±0,02	10,0±0,48	10,4±1,40	9,7±0,08
6	8,4±0,14	10,1±0,09	10,4±0,03	10,2±0,06
7	9,1±0,11	10,3±0,20	11,0±0,19	10,6±0,01
8	6,3±0,67	8,1±0,02	8,4±0,53	8,6±0,09
9	7,1±0,14	7,2±0,43	7,5±1,61	8,1±0,69
Fetih	10,2±0,36	9,8±0,33	11,3±0,18	12,6±0,61
11	9,1±0,04	9,8±0,75	9,8±0,60	10,5±0,22
12	8,4±0,32	9,7±0,91	10,0±0,12	10,7±0,35
13	7,1±0,39	7,6±0,50	10,9±0,87	9,3±0,06
14	8,3±0,17	8,5±0,11	9,8±0,13	10,9±0,27
15	10,3±0,01	10,7±0,80	12,3±0,25	12,3±0,57
16	9,3±0,04	9,8±0,11	10,0±0,15	10,2±0,37
17	10,6±0,11	10,2±0,01	11,7±0,25	11,1±0,36
18	8,5±0,02	9,0±0,13	10,3±0,12	9,2±0,19
19	9,8±0,09	13,0±0,92	11,1±0,11	10,5±0,59
Checota	9,8±0,43	9,9±0,28	10,4±0,26	9,6±0,01
21	8,0±0,44	8,9±0,30	10,2±0,42	10,0±0,53
22	8,8±0,22	9,0±0,60	10,1±0,08	8,5±0,64
23	10,0±0,37	9,1±0,11	10,3±0,00	10,6±0,68
24	7,4±0,29	8,1±0,16	8,1±0,07	8,1±0,02
25	8,3±0,01	11,2±0,14	10,4±0,45	13,7±0,60
26	8,0±0,10	7,9±0,27	10,6±0,08	7,9±0,50
27	7,2±0,33	8,1±0,66	8,3±0,33	8,1±0,42
28	7,5±0,32	7,8±0,42	8,5±0,20	7,4±0,64
29	6,9±0,17	7,9±0,12	7,9±0,59	8,4±0,49
Haskara	8,1±1,09	10,1±0,33	9,4±0,53	8,6±0,19
31	10,1±0,27	10,0±0,11	10,6±0,09	10,9±0,14
32	9,8±0,43	9,6±0,10	10,1±0,35	9,3±0,61
33	10,9±0,46	10,6±0,11	11,7±0,10	11,9±0,07
34	8,7±0,11	8,4±0,36	9,1±0,09	10,3±0,24
35	10,9±0,08	9,4±0,24	8,8±0,20	11,7±0,10
36	10,2±0,21	7,9±0,62	9,1±0,23	9,5±0,40
37	10,8±0,10	10,8±0,01	10,4±0,14	12,1±0,10
38	5,7±0,58	7,9±0,95	7,6±0,09	8,2±0,28
39	8,6±0,76	8,1±0,58	7,8±0,15	8,5±0,02
Kahraman	6,6±0,23	7,3±0,06	8,3±0,44	7,9±0,27
41	8,9±0,16	9,5±0,22	9,7±0,24	9,8±0,28
42	7,4±0,13	8,7±0,40	9,0±0,21	8,8±0,39
43	7,0±0,92	7,1±0,56	7,8±0,45	8,1±0,08
44	9,5±0,45	9,0±0,62	9,4±0,05	10,8±0,19
45	9,1±0,36	9,0±0,38	8,1±0,15	9,0±0,08
46	9,4±0,20	9,8±0,12	10,0±0,34	9,6±0,69

47	8,3±0,12	8,7±0,36	8,2±0,00	8,7±0,42
48	7,7±0,08	9,5±0,74	8,6±0,04	9,5±0,10
49	8,4±0,26	7,3±0,61	7,9±0,35	9,2±0,64
<b>Ortalama</b>	<b>8,7±1,38</b>	<b>9,2±1,23</b>	<b>9,6±1,27</b>	<b>9,8±1,48</b>
<b>En küçük</b>	<b>5,7</b>	<b>7,1</b>	<b>6,9</b>	<b>7,4</b>
<b>En büyük</b>	<b>10,9</b>	<b>13,0</b>	<b>12,3</b>	<b>13,7</b>

Çalışmada kullanılan kışlık yulaf materyallerinin 2 yıl süreyle belirlenen yağ miktarı sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. 2014-2015 ürün yılında kışlık yulaf örneklerinin, Kırklareli lokasyonundaki ortalama yağ miktarı değeri % 8,9±1,07 olurken; hatların yağ miktarı % 6,4-11,3 aralığında tespit edilmiş ve en düşük yağ miktarı sırasıyla 2, 10, 24, 15 ve 12 numaralı hatlardan, en yüksek yağ miktarı değeri sırasıyla; 26, Yeniçeri standardı, 28, 59 ve 41 numaralı hatlardan elde edilmiştir. 2015-2016 yılı aynı lokasyondan analize alınan kışlık yulaf örneklerinin ortalama yağ miktarı değeri %9,0±1,10 (%7,1-11,9) olurken; en düşük yağ oranı 24, 12, 15, 48 ve 10 numaralı hatlardan, en yüksek yağ oranı ise 26, Yeniçeri standardı, 44, 56 ve 28 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

Birinci ürün yılında Edirne lokasyonundaki ortalama yağ oranı % 8,1±1,04 (%6,2-11,6) olarak tespit edilmiş ve en düşük yağ oranı sırasıyla 23, 29, 24, Kahraman standardı ve 25 numaralı hatlardan, en yüksek yağ oranı ise sırasıyla 44, 28, 43, 1 ve 56 numaralı hatlardan elde edilmiştir. 2015-2016 ürün yılında aynı lokasyonda yetiştirilen örneklerin ortalama yağ miktarı değeri %8,5±1,17 (%6,0-12,4) olurken; en düşük yağ oranı 24, 12, 2, 29 ve 15 numaralı hatlardan, en yüksek yağ oranı ise 56, 44, 28, 43 ve 26 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre kışlık yulaf örneklerinin yağ miktarı değeri, Edirne lokasyonunda Kırklareli lokasyonuna göre her iki yıl da daha düşük çıkmıştır ( $p<0,05$ ). Yazlık yulaf örneklerinde olduğu gibi, kışlık yulaf örneklerinin de yağ miktarları 2. ürün yılında her iki lokasyonda da artış göstermiştir; ancak iki lokasyon örneklerinde de yağ miktarı ortalamaları arası bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ). Genel olarak kışlık örneklerden her iki yıl da en düşük yağ miktarı değerleri 24, 12, 15, 29 numaralı hatlardan elde edilirken; en yüksek yağ miktarı değerleri 26, 28, 44 ve 56 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Kışlık yulaf örneklerinin lokasyonlara göre yağ miktarı sonuçları (%)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı		2015-2016 Ürün Yılı	
	Kırklareli	Edirne	Kırklareli	Edirne
Kırklar	9,5±0,22	9,9±0,36	9,9±0,08	9,0±0,18
2	6,4±0,57	7,8±0,00	7,9±0,29	6,4±0,14
3	9,4±0,28	9,5±0,53	10,9±0,11	9,0±0,55
4	8,8±0,03	8,8±0,00	9,4±0,37	8,1±0,44
5	8,7±0,04	7,4±0,16	8,9±0,36	7,9±0,26
6	10,7±0,47	7,7±0,01	10,3±0,17	9,0±0,31
7	8,3±0,12	7,0±0,13	8,1±0,56	7,6±0,40
8	8,5±0,43	7,6±0,34	8,2±0,20	7,5±0,07
9	9,7±0,25	8,1±0,09	9,8±0,48	9,2±0,18
10	6,9±0,02	8,0±0,21	7,7±0,05	7,9±0,51
11	9,1±0,14	8,1±0,31	9,8±0,04	8,6±0,33
12	7,4±0,04	6,7±0,32	7,3±0,45	6,4±0,36
13	8,4±0,11	6,7±0,02	8,5±0,49	7,7±0,02
14	8,9±0,10	8,2±0,17	8,4±0,07	8,3±0,28
15	7,3±0,06	7,4±0,24	7,3±0,39	6,8±0,48
16	7,9±0,17	8,2±0,01	9,1±0,17	8,1±0,05
17	9,1±0,12	9,5±0,51	9,4±0,18	9,2±0,55
18	9,5±0,26	8,2±0,15	8,9±0,07	8,1±0,26
19	8,6±0,13	7,5±0,18	8,7±0,04	8,0±0,22
Kahraman	7,5±0,02	6,5±0,07	8,0±0,56	6,9±0,18
21	8,8±0,14	7,9±0,07	8,8±0,51	8,9±0,34
22	7,7±0,72	8,0±0,01	10,4±0,38	8,4±0,13
23	8,3±0,11	6,2±0,45	7,7±0,46	7,2±0,44
24	7,2±0,14	6,4±0,17	7,1±0,17	6,0±0,15
25	8,0±0,08	6,6±0,05	7,7±0,09	7,4±0,38
26	11,3±0,01	9,5±0,03	11,9±0,13	10,3±0,08
27	8,6±0,04	6,9±0,08	8,2±0,56	7,9±0,41
28	11,0±0,43	10,1±0,42	11,0±0,41	10,9±0,32
29	8,0±0,13	6,3±0,18	7,9±0,07	6,5±0,34
30	9,5±0,13	7,9±0,22	10,0±0,14	9,5±0,06
31	8,4±0,02	6,9±0,36	10,0±0,09	9,0±0,29
32	9,3±0,20	8,3±0,27	8,6±0,06	8,6±0,39
33	8,8±0,09	8,2±0,13	9,0±0,39	8,6±0,32
34	8,5±0,91	9,8±1,60	9,4±0,27	8,2±0,13
35	8,2±0,04	7,1±0,19	7,7±0,45	8,2±0,06
36	10,8±0,24	8,6±0,08	9,4±0,13	10,0±0,13
37	9,3±0,38	8,0±0,07	9,5±0,22	9,4±0,53
38	8,5±0,62	7,7±0,24	8,4±0,41	8,9±0,53
39	8,8±0,1	6,9±0,18	8,5±0,46	7,7±0,45
Yeniçeri	11±0,34	9,3±0,17	11,5±0,45	8,6±0,42
41	10,9±0,43	8,1±0,22	10,2±0,55	9,6±0,05
42	8,5±0,35	7,7±0,21	10,4±0,22	8,1±0,24
43	10,8±0,14	10,0±0,14	9,3±0,23	10,9±0,21
44	9,6±0,13	11,6±0,44	11,4±0,42	11,4±0,13
45	8,6±0,41	8,8±0,03	10,1±0,23	10,0±0,11
46	8,9±0,36	7,9±0,46	9,5±0,24	7,9±0,21

47	8,6±0,25	8,1±0,61	8,9±0,52	9,3±0,18
48	8,5±0,01	7,9±0,18	7,7±0,29	9,1±0,13
49	9,0±0,02	8,1±0,06	8,6±0,06	8,7±0,53
50	8,8±0,09	7,6±0,21	8,2±0,16	8,4±0,03
51	8,2±0,22	8,6±0,27	8,1±0,22	8,0±0,46
52	8,3±0,49	8,3±0,31	8,0±0,55	7,9±0,32
53	9,2±0,19	7,8±0,14	8,2±0,50	8,5±0,11
54	9,5±0,66	8,3±0,25	9,1±0,27	8,1±0,43
55	9,7±0,71	8,2±0,14	10,0±0,55	8,9±0,32
56	10,7±0,93	9,8±0,42	11,1±0,19	12,4±0,07
57	8,2±0,40	8,9±0,07	8,9±0,29	7,3±0,55
58	8,7±0,04	7,2±0,46	9,0±0,41	8,3±0,32
59	10,9±0,4	8,9±0,67	8,9±0,46	8,0±0,05
Sebat	9,9±0,24	8,7±0,24	8,7±0,47	9,4±0,54
61	8,3±0,26	7,6±0,06	8,4±0,08	7,6±0,10
62	8,3±0,09	8,1±0,15	8,6±0,48	8,3±0,19
63	7,8±0,56	7,8±0,06	8,9±0,23	8,2±0,25
64	9,2±0,21	7,8±0,01	8,3±0,07	8,4±0,28
<b>Ortalama</b>	<b>8,9±1,07</b>	<b>8,1±1,04</b>	<b>9,0±1,10</b>	<b>8,5±1,17</b>
<b>En küçük</b>	<b>6,4</b>	<b>6,2</b>	<b>7,1</b>	<b>6,0</b>
<b>En büyük</b>	<b>11,3</b>	<b>11,6</b>	<b>11,9</b>	<b>12,4</b>

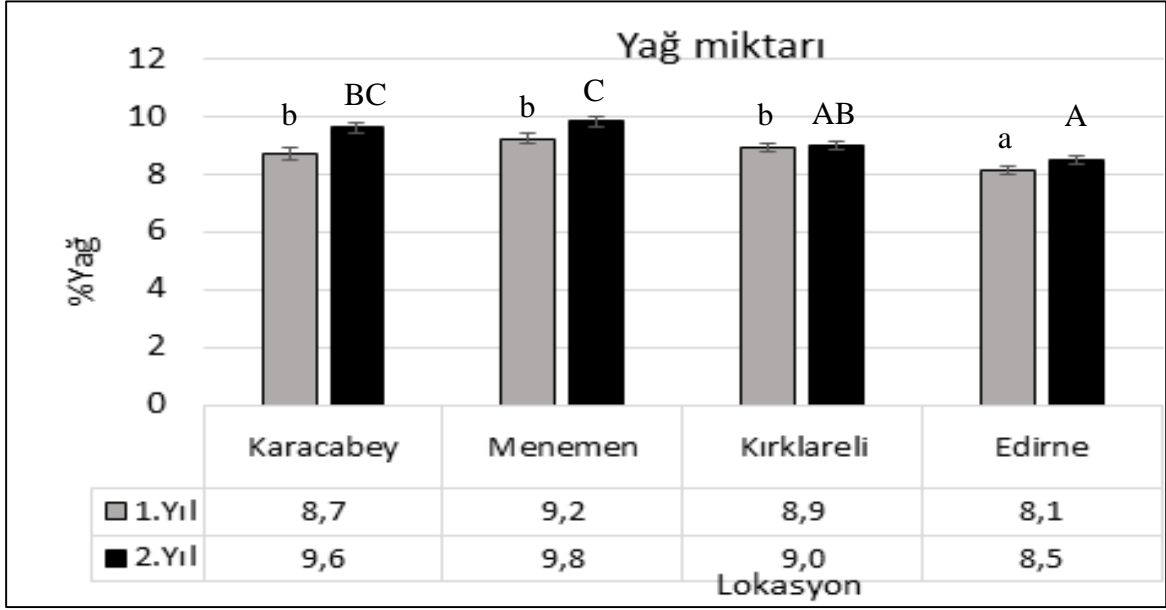
Çalışmada 2 yıl süreyle analiz edilen örneklerin (n=452) kuru maddedeki yağ miktarı değerleri %5,7-13,7 arasında değişirken; 2014-2015 ürün yılında 226 yulaf örneğinin yağ miktarı ortalaması %8,7±1,24; 2015-2016 yılında ise %9,2±1,34 olarak bulunmuştur (Şekil 4.1). Araştırmada kullanılan örneklere ait yağ miktarı sonuçlarının, literatürle uyumlu olduğu gözlenmiştir [14;18;55;63;68;69].

Düşük yetiştirme sıcaklığı, yulaf tanesinde yağ konsantrasyonunu arttırmaktadır [4;31]. 2014-2015 ürün yılındaki yağ miktarı değerlerinin, 2015-2016 ürün yılına göre daha düşük olmasının, ilk ürün yılında sıcaklığın daha yüksek seyretmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Etki büyüklüğü, ANOVA desenindeki her bir ana etkiyi, ilişkiyi ve hatayı açıklayan varyans oranı olarak tanımlanır ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece etkili olduğunu gösterir ve 0,00 ile 1,00 arasında değer alır. Etki büyüklüğü hesaplamasında omega kare, eta kare, epsilon kare değerlerinden yararlanılmaktadır. Bir ANOVA deseninde değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü karşılaştırmada en sık kullanılan istatistik, eta-kare ( $\eta^2$ ) katsayısıdır [70].

Yağ miktarı üzerine lokasyonun ve çeşit etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve çeşit etkisinin ( $\eta^2$  (eta kare, etki değeri)=0,710) lokasyon etkisinden ( $\eta^2$  (eta kare, etki değeri)=0,115) daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek yağ içeriği yulaf ununun elenmesi, sıcaklık uygulaması gibi proses işlemleri sırasında koyu renk oluşumu, tat ve kokuda olumsuz değişikliklere sebep olmaktadır. Bu nedenle, insan beslenmesine yönelik ıslah çalışmalarında kışlık çeşitlerden yağ oranı diğer hat/çeşitlere göre daha düşük olan 24, 12, 15, 29 numaralı hatlar ile yazlık örneklerden 38, 43, 9 numaralı hatlar, Sarı ve Kahraman standardının kullanılması depolama stabilitesi açısından uygun olacaktır.



**Şekil 4.1.** 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre yağ miktarı ortalama değerleri

1. ve 2. yıl yağ miktarı değerleri (%) kendi içlerinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde yazılmış aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).

## 4.2. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Yulaf örneklerinde; majör yağ asitlerinden palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1) ve linolenik asit (C18:3); minör yağ asitlerinden stearik asit (C18:0), linoleik asit (C18:2), ve cis-11-eikosenoik asit (C20:1) bu tez kapsamında değerlendirmeye alınmıştır.

### 4.2.1. Yulafta bulunan majör yağ asitleri

Yulaf, buğday ve arpa tanesine göre daha yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içermektedir. Yulaf çeşitlerindeki başlıca üç yağ asidi olan oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit, yulafın yağ asidi kompozisyonunun %90-95'ini oluşturmaktadır. Yazlık ve kışlık yulaf örneklerinde, majör yağ asitlerinden palmitik asit %12,8-21,2; oleik asit %34,2-48,2; linoleik asit %29,9-43,5 arasında değişmiştir. Zhou ve ark. [31] yulafta bulunan majör yağ asitlerinden oleik asidin %37,9 ile %42,6; linoleik asidin ise %35,9 ile %39,9; majör doymuş yağ asidi olan palmitik asidin ise %17,0 ile %19,3 arasında değiştiğini belirtmiştir.

2014-2015 ürün yılında yazlık örneklerde palmitik asit miktarı üzerine, lokasyon etkisi önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ); kışlık örneklerde ise Edirne lokasyonunda Kırklareli lokasyonuna göre ortalama palmitik asit (%) miktarı daha yüksek çıkmıştır ( $p<0,05$ ). İkinci yıl örneklerinde ise hem yazlık hem de kışlık örneklerin palmitik asit ortalamalarının üzerine lokasyon etkisi görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Yulaf örneklerinin oleik asit ortalaması, istatistiksel olarak her iki yıl da lokasyonlar arasında farklılık göstermemiştir. Birinci yıl yazlık ve kışlık yulaf örneklerindeki linoleik asit ortalamaları, her iki lokasyonda da birbirine yakın değerdedir ( $p>0,05$ ). İkinci ürün yılında ise Edirne ve Kırklareli lokasyonlarındaki kışlık yulaf örneklerinin linoleik asit ortalamaları farklılık göstermemişken ( $p>0,05$ ), Karacabey lokasyonundaki örneklerin linoleik asit ortalaması diğer lokasyonlardaki örneklere göre daha düşük bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

2015-2016 ürün yılında, yazlık yulaf örneklerinde hem Karacabey hem de Menemen lokasyonlarında 1. yıl verilerine göre ortalama palmitik asit değerinde artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Her iki ürün yılında da Karacabey lokasyonunda ortalama oleik asit değeri bakımından önemli bir fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ); aynı lokasyonda yulafların linoleik asit içeriği, ikinci yıl anlamlı düşüş göstermiştir ( $p<0,05$ ). Menemen lokasyonunda oleik asit değeri yıl bazında değişim göstermezken ( $p>0,05$ ), 2. ürün yılı ortalama linoleik asit değerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 4.3.** Yazlık yulaf örneklerinin majör yağ asidi kompozisyonu değerleri, (%)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu			Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu		
	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)
Sarı	17,3±1,03	35,7±0,50	40,3±0,11	16,5±0,13	38,0±0,02	38,1±0,08	17,0±0,00	34,8±0,22	39,9±0,08	19,3±0,23	34,2±0,01	39,8±0,05
2	15,8±0,01	40,8±0,24	35,4±0,19	16,1±0,09	42,7±0,18	33,7±0,16	16,2±0,41	42,0±0,36	34,5±0,29	18,4±0,00	43,0±0,30	32,5±0,00
3	15,2±0,24	43,4±0,16	34,0±0,32	16,4±0,68	42,1±0,30	33,7±0,30	15,4±0,00	41,2±0,08	36,0±0,18	17,2±0,31	41,7±0,03	34,7±0,01
4	17,3±0,01	38,0±0,12	37,0±0,05	18,7±0,23	37,3±0,56	35,3±0,30	17,0±0,14	36,6±0,08	38,2±0,00	20,1±0,16	39,7±0,27	33,2±0,17
5	14,6±0,11	43,5±0,08	33,4±0,14	15,6±0,00	44,0±0,00	32,0±0,00	15,5±0,28	42,9±0,06	33,6±0,41	17,1±0,06	43,9±0,00	31,5±0,31
6	15,9±0,36	40,7±0,11	36,1±0,23	16,4±0,03	42,9±0,10	33,6±0,03	15,4±0,17	42,1±0,08	36,0±0,09	17,6±0,00	42,4±0,41	33,9±0,06
7	15,3±0,01	42,4±0,45	35,0±0,31	15,7±0,24	42,6±0,05	34,5±0,11	15,4±0,04	43,5±0,40	34,6±0,13	17,3±0,41	43,9±0,22	32,9±0,31
8	14,5±0,00	41,8±0,00	35,6±0,00	15,3±0,08	41,9±0,03	35,5±0,01	15,5±0,07	43,9±0,15	34,0±0,13	16,7±0,18	43,6±0,13	33,5±0,03
9	17,4±0,22	37,1±0,06	37,5±0,18	18,2±0,12	36,8±0,17	36,7±0,00	16,6±0,14	37,2±0,13	37,0±0,00	19,9±0,00	36,3±0,27	36,8±0,00
Fetih	15,3±0,00	45,1±0,00	32,5±0,00	16,7±0,86	42,8±0,24	31,9±0,35	15,1±0,71	45,2±0,34	33,0±0,11	16,8±0,07	47,5±0,08	29,9±0,15
11	17,7±0,33	38,2±0,13	36,7±0,05	17,2±0,38	38,2±0,20	36,8±0,14	15,9±0,18	41,7±0,14	35,8±0,19	19,6±0,14	40,4±0,15	34,4±0,14
12	15,6±0,49	40,8±0,21	37,3±0,10	16,5±0,35	40,7±0,33	34,9±0,09	15,3±0,32	41,1±0,14	36,8±0,41	19,1±1,41	41,7±0,31	33,0±0,27
13	18,3±0,26	36,9±0,59	37,0±0,54	17,9±0,16	37,3±0,21	37,1±0,01	16,3±0,19	38,5±0,31	38,0±0,27	16,9±0,00	41,4±0,00	35,4±0,04
14	19,1±0,29	37,4±0,13	36,2±0,03	15,8±0,08	40,4±0,20	36,4±0,17	15,0±0,18	41,7±0,06	37,1±0,24	16,8±0,40	42,7±0,17	35,0±0,23
15	15,5±0,00	41,5±0,00	34,5±0,00	16,2±0,33	41,6±0,30	33,8±0,09	16,0±0,30	44,0±0,37	33,5±0,22	17,6±0,03	44,3±0,14	32,3±0,03
16	12,8±0,23	43,7±0,12	36,4±0,14	14,9±0,06	44,1±0,09	34,5±0,01	12,4±0,31	43,6±0,25	35,8±0,27	14,0±0,13	46,7±0,13	33,8±0,39
17	14,9±0,04	42,4±0,14	34,8±0,21	15,8±0,19	42,4±0,13	34,4±0,09	15,2±0,23	42,9±0,06	34,9±0,32	16,9±0,13	44,0±0,32	33,1±0,06
18	15,7±0,13	40,7±0,01	35,7±0,25	16,4±0,85	40,8±0,57	34,5±0,34	16,1±0,40	40,7±0,36	36,6±0,22	16,9±0,30	42,1±0,22	34,7±0,06
19	18,3±0,50	38,6±0,26	35,8±0,23	18,7±0,04	37,7±0,15	33,0±0,19	18,1±0,07	38,7±0,03	35,6±0,29	20,2±0,06	39,1±0,00	33,5±0,02
Checota	16,3±0,23	46,4±0,11	31,5±0,05	17,3±0,86	43,5±0,50	31,9±0,29	15,6±0,23	43,0±0,04	34,8±0,11	17,3±0,00	44,9±0,24	31,5±0,36
21	14,7±0,08	43,2±0,04	34,6±0,13	15,6±0,08	43,5±0,16	32,5±0,22	15,4±0,26	44,0±0,22	34,0±0,00	18,4±0,04	44,6±0,29	30,7±0,00
22	15,6±0,00	41,8±0,06	35,4±0,30	16,2±0,18	41,3±0,14	34,2±0,13	16,6±0,22	41,7±0,05	36,0±0,24	18,3±0,02	41,5±0,00	34,1±0,13
23	16,1±0,66	42,8±0,45	34,6±0,19	15,6±0,03	42,1±0,09	35,0±0,04	15,5±0,30	44,5±0,31	34,2±0,19	17,6±0,05	43,9±0,15	32,6±0,07
24	15,3±0,40	42,1±0,25	35,6±0,24	15,4±0,35	40,3±0,16	35,4±0,18	14,7±0,24	42,9±0,37	36,7±0,07	17,6±0,33	42,8±0,19	33,7±0,30
25	15,8±0,21	41,8±0,09	35,7±0,33	15,5±0,04	42,1±0,24	34,8±0,17	15,6±0,11	41,1±0,25	37,3±0,10	17,5±0,37	43,9±0,21	33,0±0,06
26	18,1±0,00	37,9±0,00	36,3±0,00	16,9±0,00	37,8±0,00	36,7±0,00	15,0±0,36	41,6±0,00	36,8±0,32	20,6±0,17	36,1±0,25	36,3±0,17
27	16,7±0,12	37,8±0,01	37,6±0,13	17,4±0,09	37,1±0,10	35,7±0,21	17,2±0,09	37,0±0,04	38,9±0,04	19,2±0,07	37,3±0,06	36,7±0,01
28	18,6±0,31	36,7±0,30	37,1±0,23	18,0±0,23	37,1±0,10	36,6±0,16	18,8±0,42	36,5±0,39	38,1±0,17	21,2±0,00	35,0±0,00	36,8±0,34
29	18,6±0,04	37,5±0,26	36,7±0,42	17,4±0,18	38,1±0,23	36,7±0,12	20,3±0,01	35,2±0,06	37,8±0,01	21,2±0,08	35,6±0,34	36,3±0,04

Haskara	17,0±0,53	40,2±0,04	35,2±0,21	16,0±0,34	39,9±0,41	34,3±0,98	18,4±0,33	38,9±0,13	36,4±0,27	16,4±0,15	39,6±0,13	36,9±0,00
31	16,8±0,14	39,7±0,27	36,6±0,25	17,2±1,45	39,3±1,47	36,4±0,34	18,4±0,17	40,7±0,08	35,4±0,13	18,4±0,33	38,9±0,23	36,6±0,01
32	17,1±0,15	41,5±0,12	34,5±0,09	16,0±0,09	41,3±0,09	35,5±0,00	19,4±0,12	38,9±0,19	35,4±0,00	18,1±0,11	40,3±0,11	34,6±0,20
33	14,6±0,43	41,4±0,11	38,1±0,11	16,0±0,07	39,9±1,30	36,1±0,70	16,1±0,10	42,5±0,41	35,2±0,22	16,2±0,21	40,6±0,39	36,4±0,23
34	15,7±0,08	40,7±0,14	36,4±0,08	16,9±0,13	39,0±0,67	36,2±0,59	16,6±0,24	41,5±0,07	35,0±0,31	17,7±1,39	41,2±0,04	34,5±0,37
35	16,1±0,97	41,7±1,33	33,0±3,00	14,6±0,06	40,8±0,02	36,9±0,18	18,2±0,26	38,5±0,37	37,4±0,05	15,8±0,30	41,0±0,04	36,7±0,36
36	18,0±0,61	38,5±0,23	34,2±1,17	16,9±0,42	37,9±1,92	36,8±1,48	20,5±0,31	36,4±0,31	37,2±0,19	18,2±0,07	40,2±0,20	35,2±0,16
37	16,3±0,00	40,3±0,00	37,6±0,00	16,1±0,56	40,0±0,35	36,9±0,28	18,2±0,26	39,9±0,01	36,3±0,30	16,5±0,00	41,6±0,02	35,9±0,12
38	16,3±0,64	35,5±0,40	40,9±0,20	16,7±0,64	38,0±1,64	37,0±1,96	19,4±0,04	34,4±0,09	39,2±0,05	17,5±0,04	37,8±0,01	38,3±0,12
39	17,8±0,23	38,4±0,03	36,0±0,20	15,7±0,00	39,2±0,00	36,7±0,00	20,4±0,27	35,4±0,38	37,6±0,01	16,9±0,29	38,9±0,40	36,9±0,17
Kahraman	19,9±0,23	38,1±0,04	34,5±0,05	17,6±0,58	37,4±2,34	35,9±3,13	20,7±0,00	40,5±0,17	32,7±0,42	18,6±0,27	41,6±0,02	32,8±0,39
41	14,4±0,09	42,7±0,18	35,9±0,09	14,3±0,45	43,7±0,27	34,3±0,10	17,7±0,35	39,7±0,15	36,0±0,22	14,9±0,30	44,9±0,03	33,6±0,19
42	17,0±0,06	37,6±0,25	38,0±0,04	17,6±0,64	38,9±0,30	32,5±0,77	20,2±0,07	36,7±0,22	36,7±0,39	17,9±0,17	40,5±0,03	35,3±0,39
43	15,9±0,42	39,9±0,20	36,5±0,14	15,6±0,25	39,2±0,09	36,5±0,06	19,0±0,00	37,0±0,09	37,3±0,55	16,9±0,04	41,3±0,27	34,9±0,11
44	16,8±0,07	39,5±0,15	35,9±0,10	16,1±0,05	40,1±0,03	35,0±0,02	18,9±0,33	39,0±0,32	35,4±0,49	16,8±0,13	43,2±0,30	32,9±0,42
45	16,8±0,70	40,3±0,54	36,2±0,69	16,8±0,71	40,6±0,01	35,5±0,13	19,6±0,15	37,6±0,06	36,7±0,26	17,1±0,12	42,2±0,27	34,4±0,03
46	15,2±0,40	42,3±0,19	35,8±0,05	16,3±0,64	41,9±0,33	34,5±0,26	16,8±0,49	42,7±0,00	35,1±0,45	16,8±0,13	43,3±0,13	34,1±0,27
47	15,2±0,00	39,3±0,00	38,0±0,00	15,1±0,19	39,7±0,15	37,1±0,13	18,2±0,60	38,3±0,00	37,4±0,61	16,0±0,24	39,4±0,30	37,6±0,07
48	15,2±0,03	39,4±0,13	38,7±0,26	17,7±0,10	39,0±0,14	35,3±0,11	16,9±0,00	38,4±0,03	38,2±0,00	15,5±0,04	43,1±0,01	35,2±0,08
49	16,0±0,18	41,8±0,01	35,2±0,11	16,0±0,17	41,3±0,12	35,2±0,07	18,1±0,14	39,3±0,59	36,8±0,57	17,2±0,41	43,4±0,03	33,6±0,00
<b>Ortalama</b>	<b>16,3±1,41</b>	<b>40,3±2,44</b>	<b>36,0±1,77</b>	<b>16,4±1,00</b>	<b>40,3±2,12</b>	<b>35,2±1,54</b>	<b>17,1±1,52</b>	<b>40,1±2,93</b>	<b>36,2±1,99</b>	<b>17,7±1,88</b>	<b>41,4±2,85</b>	<b>34,5±1,61</b>
<b>En küçük</b>	<b>12,8</b>	<b>35,5</b>	<b>31,5</b>	<b>14,3</b>	<b>36,8</b>	<b>31,9</b>	<b>12,4</b>	<b>34,4</b>	<b>32,7</b>	<b>14,0</b>	<b>34,2</b>	<b>29,9</b>
<b>En büyük</b>	<b>19,9</b>	<b>46,4</b>	<b>40,9</b>	<b>18,7</b>	<b>44,1</b>	<b>38,1</b>	<b>20,7</b>	<b>45,2</b>	<b>39,9</b>	<b>21,2</b>	<b>47,5</b>	<b>39,8</b>



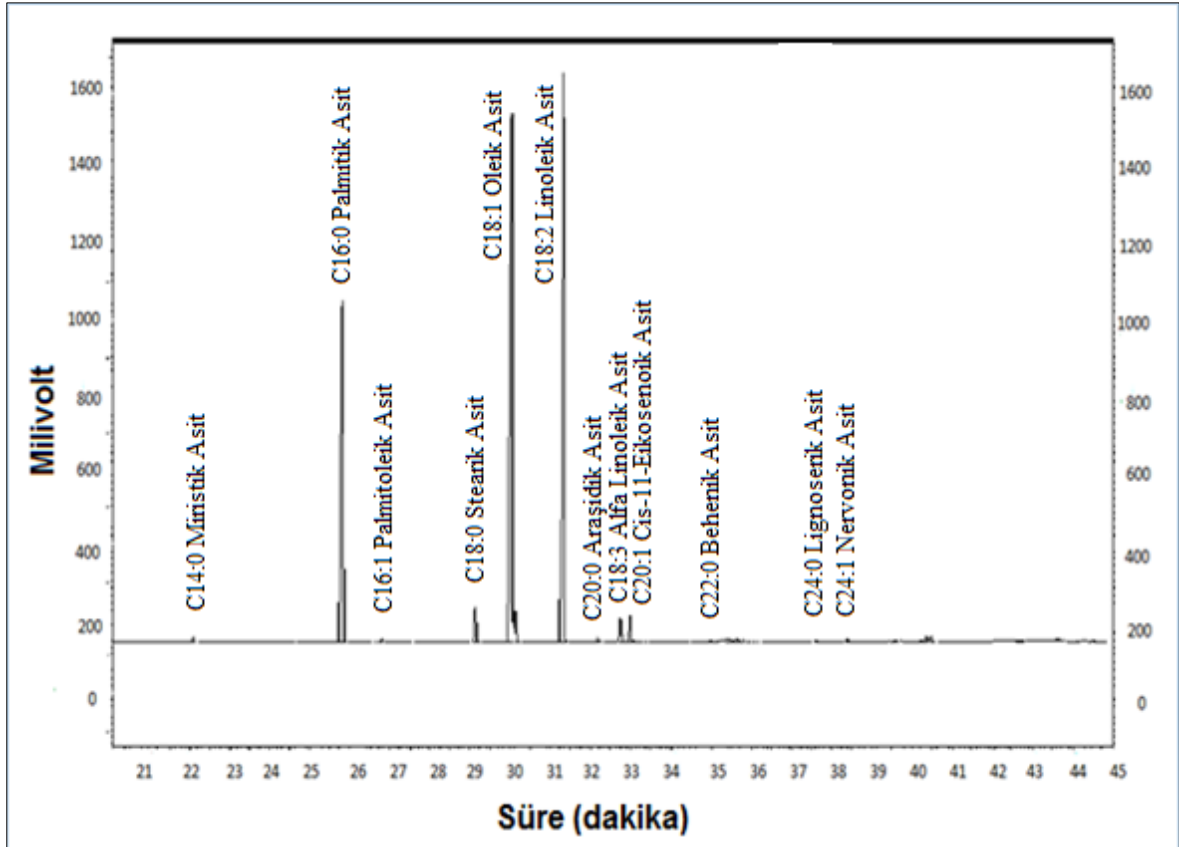
**Çizelge 4.4.** Kışlık yulaf örneklerinin majör yağ asidi kompozisyonu değerleri, (%)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu			Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu		
	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Palmitik Asit (C16:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)
Kırklar	16,2±0,07	39,9±0,01	37,3±0,30	16,3±0,42	39,9±0,16	37,7±0,18	16,6±0,18	40,7±0,44	37,5±0,50	16,1±0,06	40,8±0,40	37,5±0,19
2	17,2±0,03	34,5±0,00	41,0±0,05	16,6±0,18	36,7±0,13	39,1±0,13	17,3±0,00	34,5±0,48	40,9±0,36	18,8±0,00	32,9±0,42	41,0±0,39
3	15,0±0,05	41,5±0,18	33,7±0,04	16,2±0,05	42,4±0,25	34,4±0,04	16,8±0,28	40,2±0,36	35,1±0,19	16,8±0,38	43,7±0,00	33,7±0,39
4	15,9±0,52	37,4±0,23	39,1±0,17	15,7±0,07	38,1±0,22	38,6±0,11	16,3±0,10	39,6±0,07	37,4±0,51	16,2±0,09	39,1±0,12	37,3±0,00
5	14,1±0,35	39,9±0,06	40,0±0,15	14,4±0,08	40,1±0,05	38,3±0,03	14,8±0,53	42,1±0,00	37,1±0,59	15,0±0,33	41,2±0,08	37,7±0,01
6	15,0±0,20	40,1±0,20	38,2±0,10	15,9±0,12	39,5±0,11	37,4±0,09	16,1±0,00	41,7±0,17	36,0±0,50	15,6±0,00	40,6±0,00	37,4±0,24
7	18,5±0,28	35,7±0,42	36,0±0,07	19,1±0,02	35,6±0,11	35,7±0,06	19,1±0,54	35,0±0,16	38,0±0,00	19,0±0,40	36,9±0,17	36,2±0,24
8	18,5±0,58	36,5±0,50	35,8±0,29	18,0±0,35	35,7±0,30	36,7±0,40	19,7±0,02	35,1±0,63	37,5±0,05	18,6±0,14	37,6±0,39	36,1±0,13
9	16,2±0,47	39,9±0,06	35,8±0,00	15,8±0,03	40,3±0,01	36,5±0,09	16,9±0,56	42,6±0,40	34,3±0,14	16,2±0,42	42,9±0,11	35,0±0,00
10	16,7±0,01	39,6±0,13	35,7±0,23	17,8±0,25	38,9±0,01	35,4±0,16	16,9±0,46	42,5±0,37	34,3±0,52	17,8±0,05	40,2±0,00	35,3±0,12
11	14,8±0,31	40,9±0,23	36,7±0,09	14,3±0,88	42,4±1,34	36,3±0,60	16,5±0,09	42,2±0,44	35,4±0,00	15,8±0,00	41,6±0,14	36,3±0,12
12	17,8±0,12	39,7±0,14	35,0±0,04	17,3±0,04	38,4±0,40	36,0±0,23	22,1±0,12	36,5±0,39	34,8±0,61	18,6±0,18	36,9±0,32	38,2±0,32
13	17,7±0,01	36,1±0,02	35,9±0,09	18,8±0,05	34,8±0,04	37,6±0,11	18,2±0,47	37,8±0,34	36,7±0,60	18,1±0,00	37,4±0,06	36,7±0,28
14	15,3±0,26	42,9±0,15	35,4±0,05	17,3±0,01	40,8±0,06	34,0±0,13	16,5±0,00	42,3±0,21	35,0±0,34	16,5±0,19	43,3±0,39	33,9±0,25
15	14,7±0,10	38,4±0,06	39,2±0,01	15,8±0,00	37,5±0,00	37,9±0,00	15,0±0,59	40,1±0,52	38,6±0,12	14,6±0,32	39,1±0,02	39,0±0,27
16	13,1±0,04	42,1±0,01	38,1±0,03	14,4±0,03	40,7±0,01	37,2±0,07	13,6±0,55	44,4±0,05	36,6±0,47	13,0±0,39	43,5±0,33	37,0±0,37
17	12,1±0,09	39,4±0,18	39,6±0,16	16,7±0,27	43,9±0,04	32,0±0,18	18,0±0,04	44,6±0,00	32,4±0,50	16,3±0,22	46,0±0,00	31,7±0,00
18	14,8±0,07	44,7±0,28	34,2±0,05	15,6±0,00	38,6±0,00	40,0±0,00	15,9±0,38	40,3±0,48	37,5±0,00	16,2±0,07	40,4±0,00	36,9±0,37
19	16,1±0,01	36,5±0,09	39,4±0,06	16,4±0,08	35,8±0,11	39,8±0,07	16,3±0,00	39,6±0,34	37,6±0,40	16,1±0,00	37,2±0,20	39,7±0,09
Kahraman	17,6±0,06	40,1±0,09	34,3±0,06	19,1±0,04	38,1±0,01	34,6±0,04	18,0±0,16	40,9±0,52	34,2±0,56	19,0±0,34	39,8±0,18	34,1±0,16
21	16,5±0,00	40,7±0,00	35,3±0,00	17,2±0,01	39,1±0,24	34,9±0,26	17,4±0,23	41,7±0,17	34,0±0,24	17,3±0,00	42,0±0,39	34,0±0,24
22	14,6±0,00	39,7±0,00	38,8±0,00	15,9±0,08	38,0±0,03	38,5±0,04	15,8±0,15	41,0±0,00	37,2±0,06	14,9±0,35	39,6±0,39	39,1±0,25
23	18,7±1,80	35,7±0,56	35,9±0,07	18,8±0,04	35,9±0,09	36,4±0,01	17,8±0,07	37,7±0,47	36,7±0,34	20,3±0,20	34,0±0,14	37,4±0,40
24	17,1±0,01	40,6±0,07	35,3±0,01	19,0±0,09	36,6±0,05	35,7±0,06	19,7±0,00	36,9±0,18	36,3±0,49	19,8±0,00	39,2±0,24	35,1±0,42
25	15,6±0,23	38,6±0,42	34,3±0,25	17,1±0,03	37,6±0,23	36,8±0,03	17,8±0,05	40,7±0,56	34,6±0,27	17,8±0,24	39,3±0,25	36,0±0,21
26	11,7±0,04	44,9±0,01	35,9±0,02	12,1±0,02	43,4±0,19	38,6±0,00	13,4±0,27	45,9±0,15	35,1±0,00	13,7±0,02	44,0±0,07	36,4±0,06
27	18,9±1,70	35,7±1,73	35,4±1,52	18,4±0,30	34,8±0,19	37,5±0,18	19,1±0,27	37,0±0,00	36,4±0,07	19,0±0,00	37,1±0,18	36,0±0,23
28	12,2±0,09	44,5±0,21	36,5±0,09	11,9±1,37	43,9±0,22	38,6±1,15	12,7±0,02	45,8±0,33	35,7±0,47	12,9±0,14	44,4±0,00	36,8±0,11
29	13,9±0,00	38,9±0,00	38,8±0,00	16,9±0,07	35,8±0,04	40,5±0,11	16,4±0,00	39,0±0,51	37,9±0,11	17,3±0,04	36,5±0,17	39,3±0,25
30	14,7±0,21	41,4±0,69	35,4±0,01	15,6±0,01	41,1±0,13	36,7±0,09	16,5±0,09	44,1±0,04	33,6±0,00	17,0±0,09	40,5±0,04	36,3±0,28

31	15,6±0,24	40,3±0,19	35,6±0,11	16,7±0,15	39,4±0,09	36,5±0,06	13,8±0,51	43,1±0,24	36,5±0,21	15,0±0,29	43,0±0,10	36,3±0,21
32	15,7±0,06	41,0±0,25	35,5±0,03	17,1±0,00	39,6±0,00	35,9±0,00	18,2±0,00	40,5±0,01	34,5±0,00	17,7±0,39	40,7±0,13	34,6±0,14
33	12,8±0,01	40,5±0,30	37,6±0,17	13,2±0,35	40,3±0,93	39,3±0,64	15,2±0,38	41,8±0,33	36,5±0,41	15,5±0,19	38,2±0,22	39,5±0,26
34	13,6±0,12	41,7±0,00	37,4±0,06	14,5±0,74	40,3±1,00	37,6±1,12	15,6±0,16	41,5±0,00	36,6±0,30	15,1±0,00	40,5±0,42	37,7±0,30
35	14,5±0,13	40,5±0,08	36,9±0,04	17,1±0,11	37,5±0,16	36,1±0,15	16,1±0,02	40,5±0,08	36,8±0,30	15,6±0,09	40,5±0,38	37,2±0,37
36	15,1±0,04	44,2±0,03	33,9±0,02	15,5±0,05	41,2±0,13	35,0±0,01	17,3±0,13	43,2±0,21	33,4±0,04	16,5±0,28	42,7±0,40	34,6±0,26
37	15,0±0,05	42,4±0,14	35,5±0,31	17,3±0,63	37,0±1,20	36,1±1,17	19,4±0,15	40,2±0,00	34,0±0,17	17,4±0,32	41,9±0,34	34,1±0,37
38	13,2±0,18	41,1±0,09	38,2±0,13	16,6±0,27	37,2±0,14	38,2±0,42	17,3±0,21	39,0±0,31	37,3±0,02	15,7±0,17	41,1±0,25	36,5±0,19
39	13,0±0,33	35,8±0,09	43,5±0,16	18,3±0,62	37,8±0,30	35,6±0,13	16,7±0,00	41,3±0,36	35,2±0,17	17,7±0,37	39,6±0,21	35,8±0,00
Yeniçeri	13,1±0,00	41,3±0,00	37,7±0,00	16,3±0,00	38,7±0,00	37,0±0,00	14,7±0,03	44,8±0,00	34,7±0,30	15,2±0,25	43,2±0,07	35,8±0,01
41	13,2±0,06	48,2±0,74	31,9±0,45	16,1±0,27	38,4±0,17	37,0±0,06	15,6±0,26	41,8±0,24	36,3±0,39	15,3±0,39	40,9±0,32	36,8±0,06
42	14,3±0,23	40,7±0,52	38,1±0,06	13,7±0,34	47,2±0,17	32,8±0,51	17,1±0,00	37,8±0,00	38,2±0,22	16,9±0,09	36,7±0,03	39,1±0,33
43	16,0±0,05	43,9±0,35	32,7±0,06	15,1±0,00	47,0±0,00	30,3±0,00	17,3±0,01	44,0±0,40	32,4±0,03	17,6±0,00	41,6±0,37	34,8±0,34
44	14,7±0,54	44,5±0,44	33,9±0,09	12,6±0,00	55,4±0,00	25,3±0,00	17,3±0,39	44,8±0,16	31,8±0,38	16,9±0,07	44,6±0,27	32,4±0,19
45	15,7±0,08	41,3±0,31	36,0±0,00	16,2±0,01	39,4±0,06	37,1±0,01	15,8±0,11	40,8±0,42	36,9±0,29	16,1±0,31	41,3±0,01	36,6±0,22
46	13,6±0,11	41,3±0,10	38,1±0,06	16,5±0,05	38,0±0,04	38,1±0,03	16,4±0,40	40,5±0,18	36,6±0,08	16,2±0,29	40,1±0,20	37,3±0,37
47	15,2±0,07	40,2±0,05	37,2±0,15	16,7±0,28	37,4±0,39	36,8±0,06	16,1±0,33	43,5±0,20	37,1±0,20	16,5±0,25	39,7±0,39	37,1±0,23
48	14,9±0,23	42,6±0,21	34,9±0,08	15,6±0,10	40,8±0,04	35,0±0,06	15,9±0,00	42,9±0,23	36,3±0,20	17,3±0,41	42,2±0,32	33,9±0,26
49	15,1±0,32	37,1±0,39	41,0±0,35	16,5±0,07	35,8±0,04	39,2±0,25	15,8±0,29	40,8±0,00	36,0±0,00	16,8±0,27	37,1±0,04	39,1±0,16
50	17,7±3,15	38,3±1,56	37,2±0,71	16,3±0,31	37,4±0,02	39,3±0,04	16,5±0,31	41,2±0,42	35,6±0,10	18,0±0,03	34,5±0,11	40,3±0,40
51	15,4±0,44	41,3±0,52	36,8±0,02	16,0±0,09	40,7±0,12	36,2±0,04	16,8±0,00	39,7±0,15	35,8±0,40	17,2±0,15	39,4±0,08	36,4±0,15
52	14,8±0,01	39,0±0,11	37,9±0,05	16,1±0,06	40,8±0,08	36,2±0,04	15,7±0,00	40,3±0,32	34,1±0,21	17,8±0,00	35,1±0,31	39,7±0,18
53	13,7±0,43	40,8±0,23	38,3±0,36	15,2±0,04	38,1±0,13	40,5±0,02	16,9±0,00	42,4±0,10	35,7±0,24	14,9±0,32	40,3±0,28	38,4±0,13
54	13,6±0,00	39,7±0,00	37,9±0,00	15,4±0,09	37,2±0,23	41,3±0,06	15,5±0,05	38,4±0,22	39,2±0,31	15,8±0,02	37,5±0,33	39,9±0,42
55	14,7±0,06	46,3±0,50	32,5±0,04	15,3±0,30	43,6±0,09	34,2±0,20	16,8±0,17	44,5±0,33	32,7±0,42	15,4±0,33	44,4±0,11	32,0±0,24
56	15,5±0,22	45,2±0,79	31,9±0,37	16,4±0,39	42,9±0,35	33,5±0,25	16,1±0,33	39,4±0,20	37,7±0,20	15,5±0,19	43,7±0,09	32,5±0,17
57	17,2±0,05	39,3±0,18	36,2±0,35	18,2±0,06	36,0±0,08	37,5±0,07	16,7±0,01	41,8±0,23	35,0±0,20	16,1±0,01	37,6±0,10	37,2±0,17
58	16,2±0,28	39,9±0,06	36,1±0,06	17,9±0,00	36,8±0,00	37,6±0,00	17,4±0,29	39,4±0,41	36,6±0,00	16,2±0,18	38,4±0,27	36,8±0,14
59	13,0±0,09	44,1±0,01	35,6±0,12	14,2±0,01	40,1±0,92	36,8±0,19	15,1±0,31	38,4±0,42	39,7±0,10	15,5±0,00	38,4±0,30	33,5±0,31
Sebat	12,7±0,19	45,7±0,04	35,8±0,30	15,4±0,07	41,7±1,70	35,2±1,80	16,9±0,03	40,9±0,15	35,4±0,40	14,8±0,32	42,4±0,03	28,8±0,15
61	14,3±0,08	38,8±0,01	40,7±0,26	14,4±0,07	39,3±0,19	38,5±0,18	14,4±0,13	41,2±0,32	37,8±0,21	13,0±0,18	38,3±0,27	37,5±0,27
62	14,0±0,17	39,7±0,21	40,0±0,28	15,5±0,02	37,6±0,11	39,5±0,05	15,2±0,11	38,8±0,10	39,2±0,24	13,2±0,00	39,5±0,24	38,1±0,03
63	14,1±0,00	42,8±0,00	36,2±0,00	15,3±0,00	40,0±0,00	36,2±0,00	15,5±0,22	43,3±0,07	34,2±0,39	14,5±0,27	40,8±0,06	35,2±0,00
64	15,5±0,07	41,6±0,23	36,3±0,06	18,3±1,93	37,8±0,65	36,4±0,23	16,7±0,33	39,9±0,34	36,6±0,40	15,8±0,29	37,8±0,41	37,1±0,09
<b>Ortalama</b>	<b>15,1±1,70</b>	<b>40,6±2,83</b>	<b>36,7±2,27</b>	<b>16,2±1,62</b>	<b>39,4±3,36</b>	<b>36,7±2,51</b>	<b>16,6±1,59</b>	<b>40,9±2,55</b>	<b>36,0±1,82</b>	<b>16,4±1,62</b>	<b>40,0±2,76</b>	<b>36,4±2,29</b>
<b>En küçük</b>	<b>11,7</b>	<b>34,5</b>	<b>31,9</b>	<b>11,9</b>	<b>34,8</b>	<b>25,3</b>	<b>12,7</b>	<b>34,5</b>	<b>31,8</b>	<b>12,9</b>	<b>32,9</b>	<b>28,8</b>
<b>En büyük</b>	<b>18,9</b>	<b>48,2</b>	<b>43,5</b>	<b>19,1</b>	<b>55,4</b>	<b>41,3</b>	<b>22,1</b>	<b>45,9</b>	<b>40,9</b>	<b>20,3</b>	<b>46,0</b>	<b>41,0</b>

#### 4.2.2. Yulafta bulunan minör yağ asitleri

Yapılan çalışmada, yulafta üç majör yağ asidi dışında daha az oranda stearik, linolenik ve cis-11-eikosenoik asidin bulunduğu tespit edilmiştir. Yazlık ve kışlık yulaf çeşit/hatlarında minör yağ asitlerinden stearik asit %1,1-3,6; linolenik asit %0,6-1,4; cis-11-eikosenoik asit ise %0,6-1,5 aralığında bulunmuştur. Örneklerde düşük miktarda miristik, palmitoleik, araşidik, behenik, lignoserik ve nervonik asit saptanmıştır. Yulaf örneklerine ait bir kromatogram Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan bir yulaf örneğine ait yağ asidi profili

Yazlık örneklerde minör yağ asitlerinden stearik asit üzerine, ilk yıl lokasyonun önemli etkisi olduğu gözlenirken; kışlık örneklerde stearik asit miktarı üzerine lokasyon etkisi önemsiz bulunmuştur. İkinci ürün yılında ise stearik asit miktarları arasında lokasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiş, bütün lokasyonlar Tukey testinde aynı grupta yer almıştır. Yazlık ve kışlık yulaf örnekleri üzerine, her iki ürün yılında da linolenik ve cis-11-eikosenoik asit ortalaması açısından lokasyon etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

**Çizelge 4.5.** Yazlık yulaf örneklerinin minör yağ asidi kompozisyonu değerleri, (%)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu			Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu		
	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)
Sarı	1,5±0,03	1,2±0,02	1,0±0,07	2,0±0,00	1,0±0,00	1,1±0,01	1,8±0,06	1,1±0,04	0,9±0,04	1,5±0,00	1,0±0,09	0,8±0,10
2	2,6±0,00	1,1±0,00	1,0±0,01	3,0±0,02	0,9±0,01	1,0±0,00	2,8±0,05	0,8±0,00	0,7±0,05	2,4±0,07	0,8±0,00	0,7±0,01
3	2,0±0,00	1,0±0,01	1,0±0,01	2,0±0,04	1,1±0,01	1,1±0,05	2,2±0,01	0,9±0,02	0,8±0,06	1,6±0,06	0,9±0,07	0,8±0,07
4	1,1±0,01	1,3±0,01	1,4±0,02	3,2±0,11	1,0±0,01	0,8±0,04	3,0±0,06	0,9±0,05	0,7±0,00	2,6±0,04	0,8±0,02	0,7±0,13
5	2,5±0,01	1,0±0,01	1,1±0,01	2,6±0,00	1,0±0,00	1,1±0,00	2,4±0,00	0,9±0,01	0,9±0,04	2,2±0,10	0,9±0,08	0,8±0,00
6	1,7±0,01	1,2±0,01	1,1±0,00	2,1±0,00	1,0±0,01	1,1±0,00	1,7±0,02	0,9±0,00	0,9±0,06	1,6±0,08	0,9±0,05	0,8±0,01
7	2,2±0,01	0,9±0,01	0,9±0,02	2,3±0,02	1,0±0,01	0,9±0,01	2,2±0,05	0,7±0,07	0,8±0,03	2,0±0,13	0,7±0,00	0,7±0,12
8	1,7±0,00	1,1±0,00	1,0±0,00	2,2±0,01	1,0±0,03	1,0±0,00	2,0±0,05	0,8±0,03	0,8±0,02	1,9±0,11	0,8±0,07	0,7±0,00
9	1,4±0,02	1,3±0,01	1,2±0,04	1,4±0,01	1,3±0,00	1,2±0,00	1,5±0,04	1,2±0,05	1,1±0,01	1,4±0,04	1,2±0,11	1,0±0,13
Fetih	2,2±0,00	1,1±0,00	1,1±0,00	2,6±0,04	1,0±0,01	1,1±0,03	2,5±0,03	0,9±0,00	0,8±0,03	2,3±0,14	0,8±0,05	0,8±0,09
11	2,0±0,21	0,9±0,00	1,3±0,01	1,7±0,01	0,9±0,00	1,3±0,05	1,6±0,02	0,8±0,04	1,1±0,04	1,6±0,00	0,8±0,11	0,9±0,04
12	1,6±0,03	1,0±0,01	0,9±0,04	2,2±0,05	1,0±0,01	0,9±0,02	2,1±0,06	0,9±0,02	0,8±0,05	1,9±0,04	0,8±0,06	0,7±0,12
13	1,6±0,02	1,3±0,01	1,2±0,01	1,6±0,03	1,3±0,00	1,2±0,02	1,4±0,00	1,1±0,01	1,0±0,04	1,5±0,02	1,0±0,00	1,0±0,00
14	3,0±0,09	1,0±0,00	0,8±0,04	2,0±0,03	1,0±0,03	1,0±0,04	1,8±0,00	0,8±0,05	0,7±0,04	1,7±0,08	0,7±0,09	0,7±0,08
15	2,7±0,00	1,0±0,00	1,0±0,00	2,6±0,04	1,0±0,05	1,0±0,04	2,6±0,00	0,8±0,01	0,8±0,05	2,3±0,11	0,8±0,00	0,6±0,13
16	1,6±0,06	0,8±0,02	1,1±0,07	1,9±0,01	0,8±0,00	1,1±0,01	1,7±0,05	0,8±0,07	0,8±0,05	1,5±0,00	0,7±0,13	0,9±0,11
17	2,2±0,01	0,9±0,01	0,9±0,00	2,6±0,03	1,0±0,01	1,1±0,01	2,3±0,03	0,8±0,05	0,8±0,00	2,1±0,00	0,8±0,06	0,7±0,02
18	1,7±0,00	1,1±0,02	1,0±0,00	2,0±0,06	1,1±0,02	1,1±0,04	2,0±0,03	0,9±0,01	0,7±0,05	1,6±0,06	0,9±0,02	0,9±0,14
19	2,8±0,04	1,0±0,03	0,9±0,01	3,2±0,04	0,8±0,01	0,9±0,01	3,0±0,02	0,8±0,04	0,7±0,06	2,9±0,14	0,9±0,11	0,7±0,00
Checota	1,8±0,04	0,8±0,00	1,0±0,01	2,2±0,07	0,9±0,01	1,0±0,04	2,6±0,00	0,8±0,04	0,7±0,07	2,1±0,00	0,9±0,13	0,8±0,12
21	2,3±0,04	1,0±0,00	1,0±0,04	2,6±0,09	1,0±0,00	1,1±0,01	2,3±0,03	1,0±0,02	0,8±0,02	2,0±0,03	0,8±0,00	0,7±0,10
22	1,9±0,35	1,1±0,01	1,1±0,01	2,1±0,00	1,1±0,01	1,1±0,01	1,6±0,04	0,9±0,00	0,5±0,06	1,7±0,09	0,9±0,05	0,8±0,06
23	2,0±0,08	0,9±0,05	0,9±0,03	1,8±0,68	0,9±0,00	0,9±0,01	2,0±0,06	0,8±0,03	0,7±0,01	2,0±0,08	0,7±0,13	0,7±0,11
24	1,8±0,03	1,0±0,01	0,9±0,05	1,8±0,53	0,8±0,24	1,0±0,04	2,0±0,06	0,8±0,01	0,7±0,00	1,9±0,00	0,8±0,02	0,7±0,05
25	1,9±0,01	1,0±0,04	1,0±0,04	2,0±0,03	1,0±0,01	1,1±0,01	1,7±0,04	1,0±0,06	0,8±0,00	1,8±0,09	0,8±0,00	0,8±0,08
26	1,8±0,00	1,2±0,00	1,1±0,00	1,6±0,00	1,3±0,00	1,3±0,00	1,8±0,01	1,0±0,02	1,0±0,04	1,6±0,09	1,1±0,07	0,9±0,06
27	1,4±0,00	1,4±0,01	1,2±0,00	1,5±0,01	1,2±0,01	1,2±0,00	1,5±0,05	1,2±0,04	1,0±0,01	1,5±0,09	1,1±0,07	0,9±0,01
28	1,4±0,13	1,4±0,01	1,2±0,03	1,3±0,01	1,3±0,01	1,2±0,01	1,5±0,07	1,2±0,05	1,0±0,07	1,5±0,02	1,2±0,09	0,9±0,00
29	1,5±0,01	1,3±0,02	1,2±0,01	1,4±0,02	1,3±0,00	1,2±0,02	1,3±0,00	1,2±0,02	0,9±0,01	1,4±0,13	1,2±0,04	0,9±0,14

Haskara	1,7±0,01	1,0±0,02	0,9±0,01	2,1±0,04	0,8±0,05	1,0±0,01	1,8±0,05	0,9±0,00	0,8±0,01	2,1±0,05	1,0±0,00	0,8±0,02
31	1,5±0,00	0,9±0,01	1,2±0,01	1,6±0,07	0,9±0,01	1,3±0,08	1,4±0,03	0,8±0,04	0,9±0,07	1,5±0,06	0,8±0,01	1,1±0,12
32	1,9±0,09	0,9±0,00	1,2±0,00	2,2±0,01	0,9±0,00	1,1±0,01	1,7±0,04	0,9±0,02	0,9±0,00	2,1±0,11	0,8±0,14	1,0±0,00
33	2,2±0,03	1,0±0,03	0,7±0,02	2,2±0,11	1,1±0,17	1,1±0,16	2,4±0,01	0,9±0,03	0,6±0,03	2,6±0,00	0,9±0,06	0,6±0,05
34	2,2±0,05	1,0±0,01	1,0±0,01	2,5±0,06	0,9±0,01	0,9±0,06	2,3±0,07	0,9±0,03	0,8±0,00	2,4±0,02	0,8±0,05	0,7±0,00
35	1,7±0,09	0,7±0,13	1,2±0,04	1,7±0,01	0,9±0,01	1,2±0,01	1,6±0,03	0,9±0,07	0,9±0,02	1,7±0,08	0,9±0,09	1,1±0,00
36	2,3±0,04	0,8±0,06	0,9±0,00	2,2±0,50	1,1±0,06	1,0±0,08	2,1±0,00	0,9±0,00	0,6±0,02	2,2±0,08	0,8±0,07	0,7±0,01
37	1,8±0,00	0,7±0,00	0,9±0,00	2,5±0,15	0,7±0,01	1,0±0,02	2,0±0,01	0,7±0,00	0,7±0,02	2,1±0,02	0,6±0,07	0,7±0,06
38	1,4±0,01	1,2±0,01	1,1±0,01	2,1±0,50	1,1±0,07	1,0±0,12	1,6±0,04	1,0±0,03	0,9±0,06	1,6±0,01	1,0±0,00	0,9±0,11
39	2,3±0,01	1,3±0,01	1,2±0,02	2,2±0,00	1,2±0,00	1,2±0,00	1,9±0,07	1,2±0,02	0,8±0,00	2,1±0,13	1,1±0,12	1,1±0,03
Kahraman	2,6±0,04	1,0±0,01	0,8±0,03	3,1±0,16	0,9±0,04	1,0±0,04	2,4±0,00	0,7±0,00	0,6±0,02	2,5±0,13	0,8±0,10	0,8±0,10
41	2,6±0,03	1,0±0,00	0,9±0,01	2,8±0,04	0,9±0,01	1,0±0,02	2,7±0,03	0,8±0,05	0,7±0,03	2,7±0,00	0,7±0,12	0,8±0,13
42	2,3±0,04	1,0±0,01	1,0±0,01	2,5±0,04	0,7±0,05	1,0±0,01	2,1±0,01	0,8±0,02	0,7±0,01	2,2±0,10	0,8±0,01	0,8±0,11
43	2,3±0,06	0,9±0,01	1,1±0,04	2,7±0,05	0,9±0,01	1,0±0,01	2,2±0,03	0,8±0,00	0,7±0,00	2,6±0,06	0,8±0,10	0,7±0,00
44	3,1±0,03	1,0±0,01	0,8±0,02	3,6±0,02	1,0±0,01	0,9±0,00	2,8±0,00	0,8±0,00	0,6±0,06	3,0±0,01	0,8±0,07	0,7±0,05
45	1,8±0,03	1,0±0,05	0,9±0,03	2,4±0,02	0,8±0,01	1,0±0,09	2,1±0,03	0,8±0,01	0,7±0,00	2,1±0,09	0,7±0,14	0,8±0,07
46	1,9±0,02	0,8±0,01	0,9±0,03	2,4±0,04	0,7±0,01	0,9±0,03	1,9±0,02	0,7±0,06	0,7±0,00	2,0±0,07	0,6±0,00	0,7±0,00
47	1,9±0,00	1,3±0,00	1,1±0,00	2,3±0,04	1,2±0,01	1,2±0,01	2,0±0,00	0,9±0,06	0,7±0,07	2,3±0,00	1,0±0,14	0,9±0,10
48	2,0±0,00	1,1±0,02	0,8±0,08	2,8±0,01	0,9±0,01	1,0±0,03	2,2±0,05	0,9±0,03	0,7±0,02	2,1±0,08	0,8±0,10	0,7±0,02
49	1,7±0,01	1,0±0,01	1,0±0,00	2,1±0,06	1,0±0,03	1,1±0,01	1,9±0,06	0,9±0,00	0,7±0,04	1,7±0,02	0,8±0,13	0,8±0,01
<b>Ortalama</b>	<b>2,0±0,45</b>	<b>1,0±0,17</b>	<b>1,0±0,14</b>	<b>2,2±0,51</b>	<b>1,0±0,16</b>	<b>1,1±0,12</b>	<b>2,0±1,52</b>	<b>0,9±2,93</b>	<b>0,8±1,99</b>	<b>2,0±0,41</b>	<b>0,9±0,14</b>	<b>0,8±0,12</b>
<b>En küçük</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
<b>En büyük</b>	<b>3,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>3,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>3,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>3,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>

**Çizelge 4.6.** Kışlık yulaf örneklerinin minör yağ asidi kompozisyonu değerleri, (%)

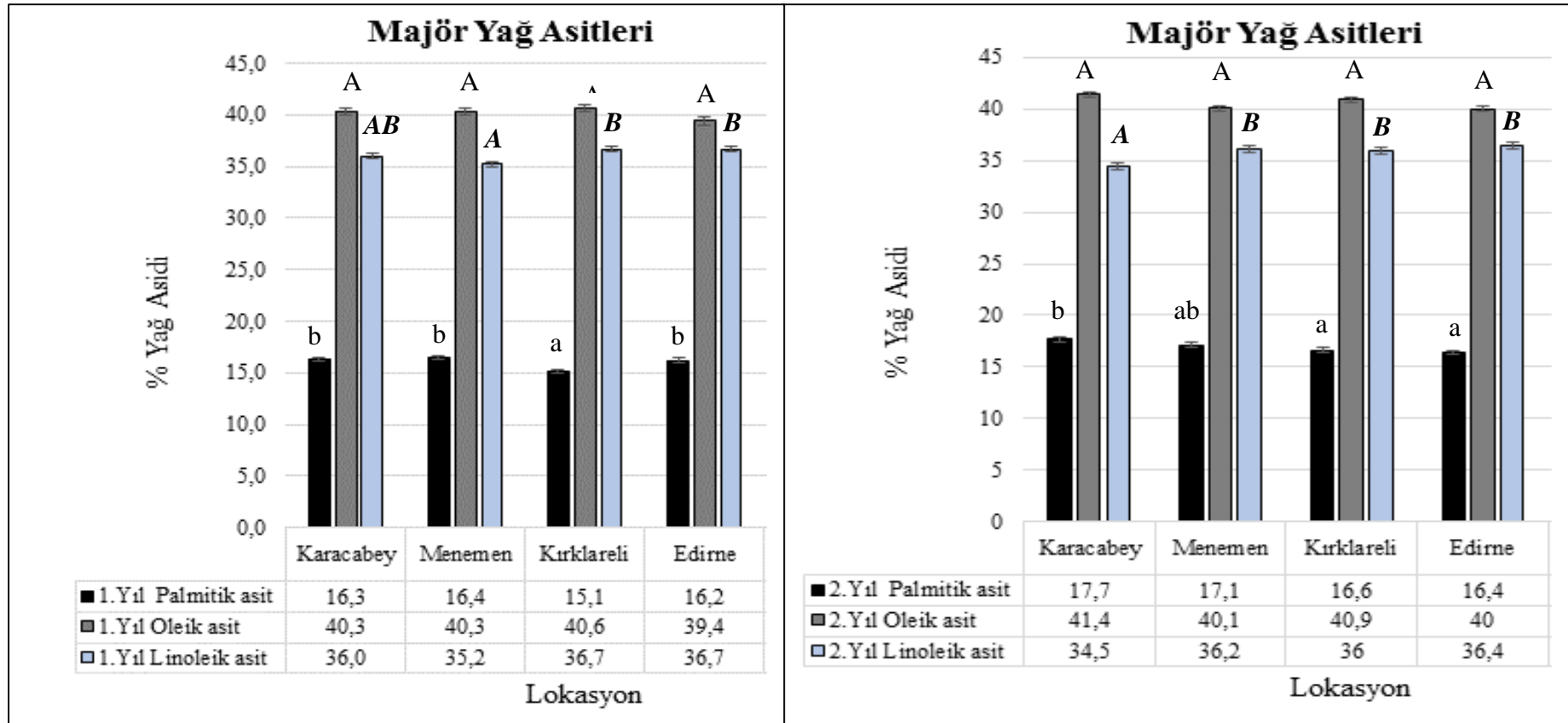
Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu			Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu		
	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)	Stearik Asit (C18:0)	Linolenik Asit (C18:3)	Cis-Eikosenoik Asit (C20:1)
Kırklar	1,5±0,07	1,1±0,00	1,0±0,02	1,3±0,03	1,0±0,01	1,0±0,00	1,1±0,02	1,0±0,07	0,8±0,07	1,2±0,01	0,9±0,07	0,9±0,02
2	1,9±0,01	1,2±0,02	1,0±0,01	1,7±0,00	1,1±0,01	1,0±0,00	1,6±0,02	1,0±0,07	0,9±0,02	1,6±0,00	1,0±0,04	0,8±0,00
3	1,6±0,00	0,9±0,01	1,0±0,00	2,0±0,11	0,9±0,02	1,0±0,01	1,6±0,07	0,7±0,06	0,9±0,01	1,5±0,01	0,7±0,00	0,9±0,07
4	2,1±0,06	1,0±0,02	0,9±0,04	2,2±0,03	0,9±0,01	1,0±0,00	2,3±0,02	0,9±0,00	0,8±0,03	2,9±0,01	0,7±0,05	0,8±0,07
5	1,6±0,03	1,1±0,00	1,0±0,08	1,7±0,01	1,0±0,01	1,1±0,01	1,6±0,05	0,9±0,02	0,9±0,00	1,6±0,05	0,9±0,05	0,9±0,00
6	1,9±0,01	1,1±0,00	1,0±0,00	2,1±0,01	0,9±0,01	1,0±0,01	1,6±0,03	0,9±0,03	0,8±0,00	1,8±0,06	0,8±0,06	0,8±0,02
7	3,2±0,08	0,9±0,01	1,0±0,04	3,5±0,03	0,9±0,00	1,0±0,01	2,9±0,03	0,9±0,03	0,8±0,01	2,8±0,04	0,8±0,06	0,8±0,02
8	3,2±0,11	0,9±0,01	0,9±0,07	3,1±0,01	0,9±0,01	1,0±0,00	2,8±0,01	0,8±0,02	0,8±0,05	2,6±0,02	0,7±0,01	0,8±0,04
9	1,9±0,03	1,0±0,01	0,9±0,04	2,0±0,03	0,9±0,01	0,9±0,01	1,8±0,05	0,7±0,02	0,7±0,01	1,7±0,04	0,8±0,06	0,8±0,01
10	2,7±0,00	0,9±0,01	1,0±0,01	2,8±0,03	0,9±0,02	1,0±0,02	1,8±0,03	0,7±0,06	0,7±0,01	2,2±0,01	0,8±0,07	0,8±0,00
11	1,9±0,04	1,0±0,00	1,0±0,04	1,9±0,01	1,0±0,01	0,9±0,02	1,8±0,01	0,8±0,02	0,8±0,00	1,8±0,00	0,8±0,06	0,9±0,07
12	1,3±0,04	1,3±0,02	1,4±0,08	1,1±0,03	1,2±0,02	1,5±0,02	1,2±0,00	1,0±0,03	1,0±0,05	1,3±0,07	1,0±0,01	1,0±0,01
13	3,1±0,00	0,8±0,00	0,9±0,01	3,3±0,03	0,9±0,01	0,9±0,01	2,6±0,00	0,8±0,05	0,7±0,03	2,6±0,02	0,8±0,05	0,9±0,03
14	1,7±0,03	0,9±0,00	1,0±0,01	1,9±0,01	0,8±0,01	1,0±0,01	1,8±0,05	0,8±0,00	0,9±0,06	1,6±0,01	0,8±0,02	0,9±0,06
15	1,7±0,06	1,4±0,05	1,1±0,06	1,8±0,00	1,3±0,00	1,0±0,00	1,4±0,03	1,2±0,04	0,9±0,00	1,5±0,00	1,3±0,06	1,0±0,02
16	1,4±0,01	1,1±0,01	1,2±0,02	1,4±0,01	1,0±0,01	1,1±0,01	1,2±0,07	0,9±0,00	1,0±0,00	1,1±0,01	0,9±0,00	1,0±0,03
17	1,5±0,03	1,1±0,03	0,9±0,01	1,9±0,11	0,9±0,01	1,0±0,00	1,5±0,03	0,8±0,02	0,8±0,05	1,3±0,06	0,7±0,04	0,9±0,02
18	1,5±0,01	1,0±0,00	1,0±0,01	1,4±0,00	0,9±0,00	0,8±0,16	2,1±0,06	0,9±0,00	0,8±0,02	1,7±0,00	0,9±0,02	0,9±0,00
19	2,9±0,01	0,8±0,01	0,9±0,01	2,9±0,00	0,9±0,00	0,9±0,00	2,2±0,05	0,8±0,03	0,8±0,01	2,4±0,03	0,7±0,03	0,7±0,05
Kahraman	2,9±0,01	0,9±0,01	0,9±0,01	3,1±0,01	1,0±0,00	0,9±0,01	2,6±0,04	0,8±0,07	0,7±0,04	2,5±0,04	0,9±0,02	0,8±0,00
21	2,7±0,00	0,9±0,00	1,0±0,00	2,8±0,04	0,9±0,00	1,0±0,03	2,6±0,00	0,8±0,06	0,8±0,03	2,3±0,01	0,8±0,06	0,9±0,01
22	2,1±0,00	1,0±0,00	1,0±0,00	2,2±0,01	0,9±0,01	0,9±0,01	1,9±0,07	0,8±0,04	0,8±0,01	1,8±0,02	0,8±0,02	0,9±0,03
23	3,0±0,20	0,8±0,00	0,8±0,18	3,2±0,01	1,0±0,00	1,1±0,01	2,8±0,00	0,8±0,02	0,9±0,00	2,8±0,01	0,8±0,04	0,9±0,01
24	1,3±0,00	1,2±0,01	1,4±0,01	1,8±0,01	1,1±0,01	1,2±0,01	1,3±0,02	1,1±0,00	1,1±0,01	1,2±0,03	0,9±0,04	0,8±0,00
25	2,4±0,04	1,1±0,02	0,9±0,02	2,6±0,03	1,2±0,02	0,9±0,01	2,4±0,00	1,0±0,07	0,7±0,01	2,2±0,04	1,0±0,03	0,8±0,03
26	1,9±0,01	0,9±0,00	1,1±0,01	1,8±0,00	1,0±0,01	1,1±0,00	1,9±0,02	0,9±0,01	0,9±0,00	1,8±0,02	0,8±0,03	0,9±0,03
27	3,1±0,18	0,9±0,04	1,0±0,07	3,3±0,01	0,9±0,01	0,9±0,01	2,8±0,01	0,8±0,05	0,8±0,06	2,7±0,05	0,8±0,05	0,9±0,02
28	1,9±0,01	1,0±0,00	1,1±0,01	1,7±0,14	0,9±0,03	1,0±0,01	2,0±0,07	0,9±0,00	0,9±0,03	1,8±0,05	0,8±0,02	0,9±0,06
29	1,5±0,00	1,2±0,00	1,0±0,00	1,4±0,03	1,3±0,01	1,1±0,06	1,6±0,03	1,1±0,00	1,0±0,00	1,4±0,03	1,2±0,05	1,1±0,02

30	1,8±0,00	1,0±0,01	1,1±0,01	1,8±0,02	0,9±0,00	1,0±0,00	1,7±0,03	0,8±0,02	0,9±0,05	1,6±0,06	0,8±0,04	0,9±0,04
31	1,9±0,01	1,1±0,00	1,0±0,01	2,1±0,01	1,1±0,00	1,0±0,00	2,1±0,00	0,9±0,02	0,7±0,05	1,9±0,07	0,9±0,06	0,8±0,02
32	2,6±0,06	0,9±0,01	0,9±0,01	2,7±0,00	0,9±0,00	0,9±0,00	2,4±0,04	0,8±0,01	0,7±0,00	2,4±0,00	0,8±0,03	0,8±0,04
33	1,7±0,02	1,1±0,00	1,1±0,00	1,6±0,03	1,0±0,02	1,1±0,05	1,7±0,02	1,0±0,00	1,0±0,01	1,7±0,05	1,0±0,06	1,0±0,07
34	2,6±0,03	0,8±0,01	0,9±0,04	2,6±0,15	0,8±0,05	0,8±0,02	2,2±0,01	0,7±0,03	0,6±0,00	2,2±0,07	0,8±0,05	0,7±0,02
35	2,5±0,01	0,8±0,00	0,8±0,01	3,0±0,01	0,8±0,00	0,9±0,02	2,2±0,05	0,8±0,07	0,7±0,04	2,1±0,02	0,8±0,06	0,7±0,02
36	2,1±0,04	1,0±0,04	0,9±0,00	2,3±0,00	1,0±0,00	1,0±0,01	2,2±0,01	0,9±0,04	0,7±0,06	2,1±0,03	0,9±0,02	0,8±0,02
37	2,0±0,01	1,1±0,01	1,0±0,01	1,7±0,05	0,9±0,03	0,8±0,10	2,1±0,02	0,9±0,06	0,8±0,05	1,9±0,06	0,9±0,01	0,9±0,01
38	1,9±0,05	1,0±0,02	0,9±0,01	2,3±0,02	0,9±0,01	0,9±0,01	2,0±0,05	0,9±0,07	0,8±0,05	2,0±0,00	0,8±0,02	0,8±0,06
39	2,4±0,08	0,8±0,08	0,8±0,04	2,4±0,02	0,8±0,02	0,9±0,06	2,4±0,00	0,8±0,07	0,8±0,01	2,0±0,01	0,8±0,06	0,8±0,05
Yeniçeri	2,4±0,00	0,8±0,00	0,9±0,00	2,4±0,00	0,8±0,00	1,0±0,00	1,8±0,04	0,7±0,00	1,0±0,05	1,7±0,06	0,7±0,05	0,9±0,02
41	2,7±0,11	0,7±0,04	0,8±0,03	2,7±0,00	0,7±0,01	0,8±0,02	2,3±0,00	0,7±0,06	0,8±0,07	2,5±0,02	0,6±0,04	0,8±0,00
42	2,5±0,03	1,0±0,01	0,9±0,01	2,6±0,02	0,8±0,02	0,7±0,06	2,3±0,03	0,9±0,06	0,8±0,01	2,5±0,07	0,9±0,03	0,8±0,04
43	2,1±0,01	1,1±0,02	1,0±0,02	2,3±0,00	0,9±0,00	1,0±0,00	2,0±0,03	0,9±0,02	0,9±0,06	2,0±0,07	0,9±0,02	0,9±0,05
44	2,0±0,02	1,1±0,00	1,0±0,04	2,4±0,00	0,8±0,00	0,8±0,00	2,0±0,01	0,9±0,06	0,9±0,00	1,9±0,03	0,9±0,01	0,9±0,02
45	2,2±0,05	1,1±0,01	1,0±0,03	2,2±0,03	1,1±0,01	1,0±0,01	2,0±0,02	0,9±0,01	0,9±0,06	1,7±0,06	0,9±0,02	0,9±0,02
46	2,3±0,01	1,0±0,01	0,9±0,02	2,7±0,00	1,0±0,01	0,9±0,01	2,2±0,00	0,9±0,04	0,8±0,06	2,1±0,06	0,8±0,00	0,9±0,05
47	2,8±0,04	0,8±0,00	0,9±0,01	2,9±0,04	0,7±0,00	0,8±0,03	2,4±0,04	0,7±0,02	0,9±0,01	2,4±0,00	0,7±0,04	0,8±0,02
48	2,3±0,05	1,2±0,02	1,0±0,04	2,4±0,01	1,0±0,01	1,0±0,02	2,1±0,03	0,7±0,01	0,9±0,03	2,2±0,02	1,0±0,00	0,9±0,03
49	2,0±0,06	1,3±0,02	0,8±0,01	2,2±0,01	1,1±0,01	0,8±0,01	2,1±0,07	0,8±0,00	0,9±0,01	1,9±0,05	1,1±0,00	0,7±0,01
50	1,8±0,26	1,1±0,06	0,8±0,26	2,0±0,00	1,1±0,00	0,9±0,02	2,3±0,04	1,0±0,04	1,0±0,05	1,9±0,06	1,0±0,04	0,8±0,02
51	1,8±0,08	0,9±0,02	1,0±0,02	1,8±0,01	0,9±0,00	0,9±0,04	1,9±0,08	0,9±0,06	1,1±0,04	1,8±0,05	0,8±0,06	0,9±0,00
52	1,7±0,00	1,4±0,01	1,0±0,02	1,8±0,01	0,9±0,01	0,9±0,04	2,0±0,01	0,9±0,08	0,8±0,01	1,6±0,06	1,2±0,06	0,9±0,03
53	2,5±0,01	1,0±0,00	0,7±0,02	2,5±0,01	1,0±0,01	0,6±0,06	1,8±0,03	0,7±0,01	0,8±0,02	2,5±0,03	0,9±0,01	0,6±0,06
54	2,4±0,00	1,0±0,00	0,7±0,00	2,3±0,07	1,0±0,00	0,6±0,04	2,8±0,07	1,0±0,02	0,6±0,03	2,7±0,01	1,0±0,00	0,6±0,07
55	1,4±0,03	0,8±0,00	1,3±0,06	1,7±0,00	0,9±0,02	1,3±0,00	1,6±0,01	0,9±0,05	1,0±0,00	1,5±0,05	0,8±0,05	1,1±0,04
56	1,9±0,01	1,0±0,01	0,9±0,04	2,2±0,04	1,0±0,01	1,0±0,06	1,9±0,05	1,0±0,06	0,8±0,00	1,9±0,03	0,9±0,07	1,0±0,04
57	1,9±0,01	1,2±0,01	0,9±0,01	2,2±0,01	1,4±0,01	1,1±0,01	1,8±0,05	1,0±0,02	0,9±0,03	1,9±0,02	1,3±0,01	1,1±0,00
58	1,5±0,01	1,2±0,01	1,3±0,02	1,7±0,00	1,2±0,00	1,3±0,00	1,6±0,02	1,0±0,00	1,0±0,01	1,5±0,00	1,2±0,05	1,2±0,06
59	2,2±0,01	1,0±0,01	0,9±0,01	2,2±0,00	0,9±0,01	0,7±0,06	2,8±0,06	1,0±0,01	0,6±0,00	1,7±0,03	0,9±0,05	1,0±0,07
Sebat	1,4±0,01	0,8±0,01	1,1±0,07	1,5±0,16	0,7±0,06	1,0±0,19	1,7±0,05	0,8±0,05	1,1±0,01	1,4±0,05	1,0±0,02	1,1±0,06
61	2,4±0,04	1,1±0,01	0,6±0,01	2,4±0,03	0,9±0,01	0,7±0,01	2,7±0,00	0,9±0,02	0,6±0,04	2,6±0,04	0,9±0,05	0,7±0,02
62	2,3±0,04	1,1±0,03	0,6±0,01	2,4±0,01	0,9±0,01	0,6±0,04	2,8±0,01	0,9±0,04	0,6±0,05	2,6±0,05	0,9±0,04	0,7±0,00
63	1,9±0,00	1,1±0,00	0,9±0,00	2,1±0,00	1,0±0,00	0,9±0,00	2,1±0,02	1,0±0,06	0,8±0,02	2,1±0,04	1,0±0,05	0,9±0,04
64	1,9±0,04	1,1±0,03	1,0±0,01	2,0±0,13	0,9±0,02	0,8±0,19	2,0±0,06	1,0±0,01	0,8±0,02	2,0±0,01	1,0±0,07	1,0±0,01
<b>Ortalama</b>	<b>2,1±0,51</b>	<b>1,0±0,15</b>	<b>1,0±0,14</b>	<b>2,2±0,53</b>	<b>0,9±0,14</b>	<b>1,0±0,15</b>	<b>2,0±0,45</b>	<b>0,9±0,11</b>	<b>0,9±0,13</b>	<b>2,0±0,44</b>	<b>0,9±0,15</b>	<b>0,9±0,12</b>
<b>En küçük</b>	<b>11,7</b>	<b>34,5</b>	<b>31,9</b>	<b>11,9</b>	<b>34,8</b>	<b>25,3</b>	<b>12,7</b>	<b>34,5</b>	<b>31,8</b>	<b>12,9</b>	<b>32,9</b>	<b>28,8</b>
<b>En büyük</b>	<b>18,9</b>	<b>48,2</b>	<b>43,5</b>	<b>19,1</b>	<b>55,4</b>	<b>41,3</b>	<b>22,1</b>	<b>45,9</b>	<b>40,9</b>	<b>20,3</b>	<b>46</b>	<b>41</b>

2014-2015 ürün yılında yazlık yulaf örneklerinin ortalama palmitik, oleik, linoleik, stearik, linolenik, cis-11-eikosenoik asit değerleri (%) sırasıyla Karacabey lokasyonunda 16,3-40,3-36,0-2,0-1,0-1,0; Menemen lokasyonunda 16,4-40,3-35,2-2,2-1,0-1,1 olarak belirlenmiştir. Aynı yıl kışlık yulaf örneklerinde ortalama yağ asidi değerleri Kırklareli lokasyonunda 15,1-40,6-36,7-2,1-1,0-1,0 ve Edirne lokasyonunda 16,2-39,4-36,7-2,2-1,0-1,0 olmuştur.

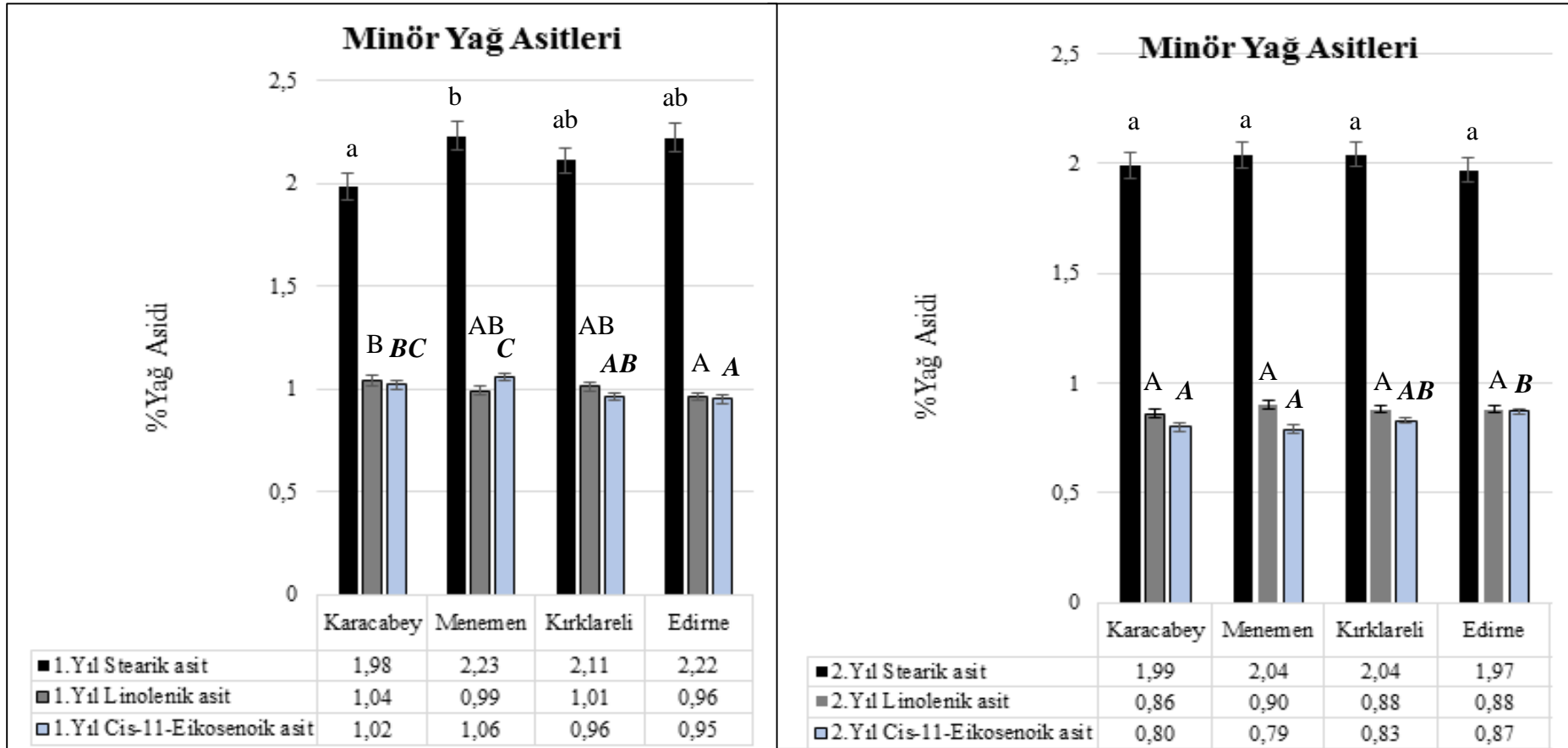
2015-2016 ürün yılında yazlık yulaf örneklerinin ortalama palmitik, oleik, linoleik, stearik, linolenik, cis-11-eikosenoik asit değerleri (%) sırasıyla Karacabey lokasyonunda 17,1-40,1-36,2-2,0-0,9-0,8; Menemen lokasyonunda 17,7-41,4-34,5-2,0-0,9-0,8 olarak belirlenmiştir. Aynı yıl kışlık yulaf örneklerinde ortalama yağ asidi değerleri Kırklareli lokasyonunda 16,6-40,9-36,0-2,0-0,9-0,9 ve Edirne lokasyonunda ise 16,4-40,0-36,4-2,0-0,9-0,9 olmuştur (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).





**Şekil 4.3.** 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre majör yağ asitleri oranı (%)

1. ve 2. yıl majör yağ asidi değerleri (%) kendi içlerinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde yazılmış aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).



**Şekil 4.4.** 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre minör yağ asitleri oranı (%)

1. ve 2. yıl minör yağ asidi değerleri (%) kendi içlerinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde yazılmış aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).

Literatürde yağ asitleri kompozisyonu üzerine yulaf çeşidi etkisininin, çevresel faktörlerden daha önemli olduğu bildirilmiştir [31]. Dhanda [71] yağ asidi kompozisyonun genotip tarafından kontrol edildiğini; ancak palmitik ve oleik asit kompozisyonlarının çevreden önemli derece etkilendiğini tespit etmiştir. Yapılan çalışmada yulaftaki majör yağ asitlerinden palmitik, linoleik ve oleik asit üzerine lokasyon etkisinin anlamlı olduğu; buna karşın minör yağ asitleri ortalaması üzerine, lokasyonun etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Yulafta bulunan tüm major yağ asitleri üzerine çeşit etkisinin ise önemli olduğu belirlenmiştir.

Yağ miktarı ile majör ve minör yağ asitleri arasında yapılan korelasyon analizinden elde edilen sonuçlara göre, yağ miktarı-oleik asit arasında (1. ve 2. ürün yıllarında) pozitif bir korelasyon olduğu ( $r=0,542$ ) belirlenmiştir. Linoleik ( $r=-0,418$ ), palmitik ( $r=-0,200$ ), linolenik ( $r=-0,320$ ), ve cis-11-eikosenoik asit ( $r=-0,174$ ) arasında ise negatif bir korelasyon olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9). Yağ miktarı ile stearik asit arasında anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır ( $p > 0,05$ ). Yulafta majör yağ asitlerinden palmitik asit oranı arttıkça linoleik ( $r=-0,106$ ) ve oleik asidin ( $r=-0,528$ ) azaldığı; oleik asit arttıkça linoleik asit ( $r=-0,685$ ) oranının azaldığı tespit edilmiştir. Martinez ve ark. [56] yağ miktarı ile oleik asit miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, palmitik ve linoleik asit miktarı ile aralarında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.7.** Yulafta bulunan yağ asitleri üzerine lokasyon ve çeşit etkisi\*

Yağ Asidi (%)	Lokasyon (n=452)		Çeşit (n=452)	
	p	$\eta^2$	p	$\eta^2$
Palmitik Asit	0,000	0,068	0,000	0,637
Oleik Asit	0,007	0,027	0,000	0,721
Linoleik Asit	0,000	0,057	0,000	0,666
Stearik Asit	0,156	0,012	0,000	0,816
Linolenik Asit	0,462	0,006	0,000	0,661
Cis-11-Eikosenoik Asit	0,689	0,003	0,000	0,497

\* $p \leq 0,05$  anlamlılık düzeyinde

p: Anlamlılık değeri

$\eta^2$ : ( eta kare, etki değeri)

**Çizelge 4.8.** Yağ miktarı ile majör yağ asitleri arasındaki ilişkilere ait Pearson korelasyon değerleri

	Yağ miktarı	Palmitik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit
Yağ miktarı	1,000	-0,200**	0,542**	-0,418**
Palmitik asit		1,000	-0,528**	-0,106*
Oleik asit			1,000	-0,685**
Linoleik asit				1,000

\*\*p≤0,01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\* p≤0,05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli  
n=452

**Çizelge 4.9.** Yağ miktarı ile minör yağ asitleri arasındaki ilişkilere ait Spearman korelasyon değerleri

	Yağ miktarı	Stearik asit	Linolenik asit	Cis-11-Eikosenoik asit
Yağ miktarı	1,000	0,051	-0,320**	-0,174**
Stearik asit		1,000	-0,286**	-0,377**
Linolenik asit			1,000	0,484**
Cis-11-Eikosenoik asit				1,000

\*\*p≤0,01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\* p≤0,05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli  
n=452

Her iki ürün yılında da yazlık yulaf çeşitlerinin kışlık yulaf çeşitlerine göre daha fazla palmitik asit ve daha az linoleik asit içerdiği belirlenmiştir. Literatürde düşük yetiştirme sıcaklığının, yulafta oleik ve linoleik asit sentezini arttırdığı; palmitik, stearik ve erusik asit konsantrasyonunu ise azalttığı bildirilmiştir [55;56].

Yağların insan sağlığı üzerine potansiyel etkileri karşılaştırılırken yağ asidi oranlarından sıklıkla yararlanılmaktadır. Bu oranlardan en yaygın olarak kullanılanı, çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) toplamının doymuş yağ asitleri (DYA) toplamına oranıdır. Dünya Sağlık Örgütü [54], ÇDYA/DYA oranının 0,4'ten yüksek olmasını önermektedir. Hastalıkların önlenmesinde Omega-6/Omega-3 yağ asidi oranının az, stearik/palmitik asit (C18:0/C16:0) ve oleik/stearik asit oranının (C18:1/C18:0) fazla olması önemlidir [14].

Menemen lokasyonunda yetiştirilen yulaf örneklerinin, Karacabey lokasyonunda yetiştirilen örneklere göre DYA ortalamalarının daha düşük ( $p>0,05$ ), ÇDYA ortalamalarının daha yüksek olduğu ( $p<0,05$ ); Kırklareli lokasyonunda ise Edirne lokasyonunda yetiştirilen

örneklere göre DYA oranının daha düşük ( $p < 0,05$ ) ve TDYA (tekli doymamış yağ asitleri) oranının ise daha yüksek olduğu ( $p > 0,05$ ) tespit edilmiştir.

Tezde kullanılan yulaf örneklerinde, ÇDYA/DYA oranı açısından en yüksek değerler sırasıyla; 2,91 ile Edirne-28 nolu hat, 2,85 ile Kırklareli-17 nolu hat ve 2,79 ile Kırklareli-39 nolu hattın elde edilmiştir.

Genel değerlendirmede Kırklareli lokasyonundaki örneklerde ÇDYA/DYA oranı değerinin diğer lokasyonlara göre daha büyük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10). İnsan sağlığı açısından stearik asidin palmitik aside oranının (C18:0/C16:0) ve oleik asidin stearik aside oranının (C18:1/C18:0) yüksek olması istenmektedir. C18:0/C16:0 oranı, yulaf numunelerinde 0,06 (Karacabey-4 nolu hat) ile 0,22 (Menemen-44 nolu hat) arasında değişmiştir. C18:1/C18:0 oranı ise 10,07 (Edirne-7 nolu hat) ile 35,99 (Karacabey-4 nolu hat) arasında değişmiştir.

Linoleik ve linolenik asit (ÇDYA), insan vücudunda sentezlenemeyen esansiyel yağ asitleri olması açısından insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Fakat; aynı zamanda çoklu doymamış yağ asitleri, oksidatif ransidite nedeniyle gıdaların depolama stabilitesini (raf ömrü) olumsuz etkilemektedir. Tezde kullanılan yulaf örneklerinde, insan sağlığı açısından önemli olan ÇDYA/DYA oranı, 1,48-2,91 arasında değişmiştir. Bu değer, Dünya Sağlık Örgütü'nün [54] önerdiği orandan (0,4) çok daha yüksektir. Bu nedenle, hem insan beslenmesine yönelik kullanımının uygun olması hem de depolama stabilitesi bakımından (ÇDYA düşük, DYA yüksek) Menemen lokasyonunda yetiştirilen yazlık yulaf çeşitlerinin ön plana çıktığı belirlenmiş olup; yulaf örnekleri arasından Menemen'de 4, 10, 20 numaralı hatlar; Karacabey'de 10 numaralı hat ve Kahraman standart çeşidi; Kırklareli ve Edirne lokasyonunda ise 12 ve 44 numaralı hatların istenilen özellikte olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Farklı lokasyonlarda yetiştirilen yulafların yağ asidi kompozisyonu (%) ortalama değerleri\*

<b>LOKASYON</b>					
<b>Yağ Asidi Çeşidi</b>	<b>Menemen (n=49)</b>	<b>Karacabey (n=49)</b>	<b>Kırklareli (n=64)</b>	<b>Edirne (n=64)</b>	<b>Toplam (n=226)</b>
<b>Palmitik Asit (C16:0)</b>	16,4±0,99b	16,3±1,40b	15,1±1,70a	16,2±1,62b	<b>16,0±1,57</b>
<b>Oleik Asit (C18:1)</b>	40,3±2,12ab	40,3±2,44ab	40,6±2,83b	39,4±3,36a	<b>40,1±2,80</b>
<b>Linoleik Asit (C18:2)</b>	35,2±1,54a	36,0±1,77b	36,7±2,27b	36,7±2,50b	<b>36,2±2,18</b>
<b>Stearik Asit (C18:0)</b>	2,2±0,51b	2,0±0,45a	2,1±0,51ab	2,2±0,54b	<b>2,1±0,51</b>
<b>Linolenik Asit (C18:3)</b>	1,0±0,16ab	1,0±0,17b	1,0±0,15ab	0,9±0,14a	<b>1,0±0,16</b>
<b>Cis-11- Eikosenoik Asit (C20:1)</b>	1,1±0,12c	1,0±0,14bc	1,0±0,15ab	0,9±0,15a	<b>1,0±0,15</b>
<b>Miristik Asit (C14:0)</b>	0,2±0,05b	0,3±0,04c	0,2±0,04a	0,2±0,05b	<b>0,2±0,05</b>
<b>Palmitoleik Asit (C16:1)</b>	0,2±0,03a	0,2±0,05a	0,2±0,04a	0,2±0,04a	<b>0,2±0,04</b>
<b>Araşidik Asit (C20:0)</b>	0,2±0,05a	0,3±0,04b	0,2±0,05a	0,2±0,06a	<b>0,2±0,05</b>
<b>Behenik Asit (C22:0)</b>	0,1±0,02a	0,1±0,02b	0,1±0,03b	0,1±0,03b	<b>0,1±0,03</b>
<b>Lignoserik Asit (C24:0)</b>	0,1±0,02a	0,2±0,04b	0,1±0,02a	0,1±0,03a	<b>0,1±0,03</b>
<b>Nervonik Asit (C24:1)</b>	0,1±0,08b	0,1±0,07a	0,2±0,06b	0,2±0,07b	<b>0,1±0,07</b>
<b>DYA</b>	18,9±1,52b	19,4±1,14b	17,9±2,02a	19,1±2,00b	<b>18,8±1,84</b>
<b>TDYA</b>	41,6±2,41a	41,6±2,05a	41,9±2,88a	40,7±3,35a	<b>41,4±2,80</b>
<b>ÇDYA</b>	37,0±1,85b	36,2±1,60a	37,7±2,31b	37,6±2,55b	<b>37,2±2,23</b>
<b>ÇDYA/DYA**</b>	1,97±0,18b	1,87±0,14a	2,14±0,29c	1,99±0,26b	<b>2,0±0,25</b>
<b>C18:0/C16:0</b>	0,12±0,03a	0,14±0,03b	0,14±0,03b	0,14±0,03b	<b>0,1±0,03</b>
<b>C18:1/C18:0</b>	21,4±4,55b	18,9±4,10a	20,5±5,48ab	19,0±5,27a	<b>19,9±5,02</b>

\*2014-2015 ürün yılı yulaf örnekleri yağ asidi kompozisyonu analiz sonuçlarından alınmıştır.

Aynı satırda aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).

\*\*ÇDYA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri, DY A: Doymuş Yağ Asitleri

DYA=  $\Sigma$  C14:0; C16:0; C18:0; C20:0; C22:0; C24:0

TDYA=  $\Sigma$  C16:1; C18:1; C20:1; C24:1

ÇDYA=  $\Sigma$  C18:2; C18:3

### 4.3. Lipaz Aktivitesinin Belirlenmesi

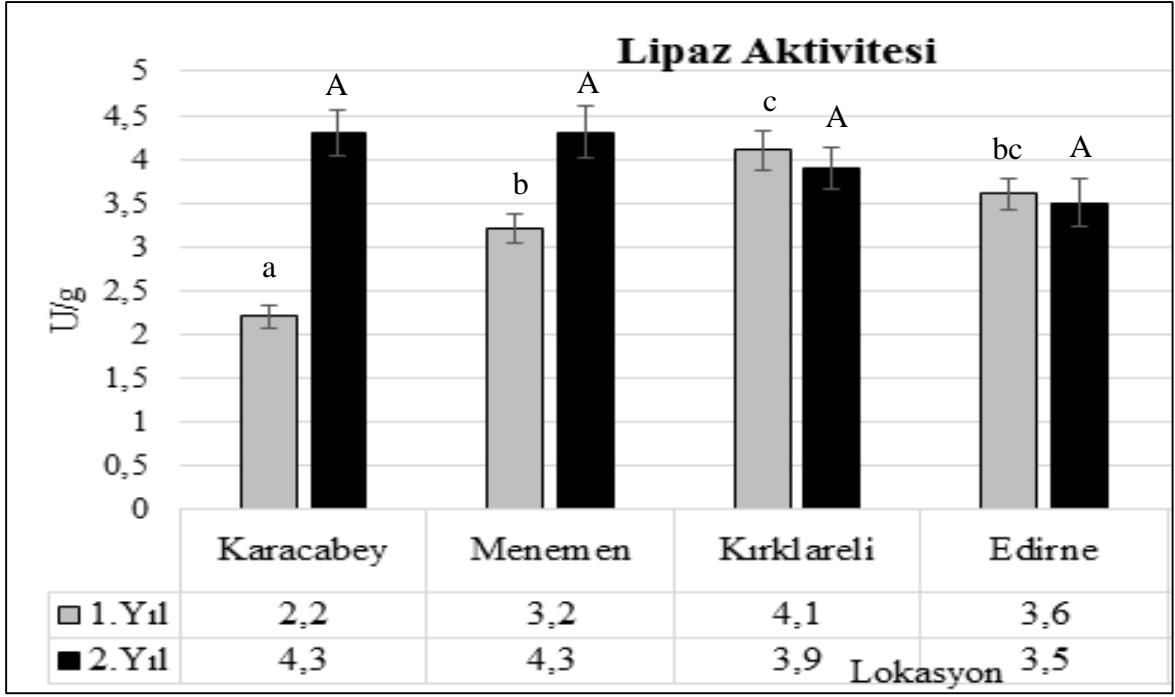
Yazlık yulaf örneklerine ait iki yıllık lipaz aktivitesi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Hatlar lipaz aktivitesi ortalaması açısından 2014-2015 ürün yılında her iki lokasyonda (Karacabey-Menemen) farklılık gösterirken ( $p<0,05$ ), 2015-2016 ürün yılında yazlık örneklerde lokasyonlar arası anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Yazlık yulaf örneklerinden 2014-2015 ürün yılında ortalama lipaz aktivitesi değeri Karacabey lokasyonunda  $2,2\pm 0,67$  (0,9-5,9) U/g olurken, Menemen lokasyonunda  $3,2\pm 0,89$  (1,2-6,7) U/g olarak belirlenmiştir. Aynı örneklerin 2015-2016 ürün yılında, Karacabey lokasyonunda  $4,3\pm 0,95$  (1,5-9,5) U/g, Menemen lokasyonunda ise  $4,3\pm 0,76$  (1,2-9,3) U/g çıkmıştır (Şekil 4.5). Buna göre yazlık örnekler, Karacabey lokasyonunda daha düşük lipaz aktivitesine (ilk ürün yılında) sahiptir ( $p<0,05$ ). İkinci ürün yılında her iki lokasyonda da örneklere ait lipaz aktivitesi değerleri, birinci yıla göre artış göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Alternatif yazlık standart yulaf çeşitlerinden Sarı ve Kahraman’ın diğer standart çeşitlere kıyasla hem daha düşük yağ oranına hem de daha düşük lipaz aktivitesine ve dolayısıyla daha yüksek depolama stabilitesine sahip olduğu görülmüştür. Bu yönüyle, hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere tescillenen bu standart çeşitlerin, insan beslenmesi için de kullanımında depolama stabilitesi açısından uygun oldukları görülmektedir.

2014-2015 ürün yılında Karacabey lokasyonunda lipaz aktivitesi (U/g) bakımından en düşük sonuç veren örnekler sırasıyla; 25, 48, 26, 7, 24, 35 ve 14 numaralı hatlar iken, lipaz aktivitesi en yüksek olan örnekler sırasıyla; 39, 47, 19, 46, 33 ve 16 numaralı hatlar olmuştur. Aynı lokasyonda 2. yıl örneklerinden en düşük sonuçlar sırasıyla; 8, 2, 7, 37 ve 5 numaralı hattan elde edilirken, en yüksek sonuçlar sırasıyla 39, 19, 47, 46 numaralı hat ve Fetih standardından elde edilmiştir.

2014-2015 yılı yazlık yulaf çeşitlerinden Menemen lokasyonunda sırasıyla 48, 9, 27, 49 ve 34 numaralı hatlardan en düşük lipaz enzimi aktivitesi sonucu elde edilirken; 4, 22, 38, 5 ve 2 numaralı hatlardan en yüksek değer elde edilmiştir. İkinci yıl Menemen lokasyonunda bu değerler sırasıyla 7, 41, 46, 36 ve 45 numaralı hatlarda en düşük seviyede iken; 4, Fetih standardı, 19, 27 ve 39 numaralı hatlarda ise en yüksektir.



**Şekil 4.5.** 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyona göre lipaz aktivitesi ortalama değerleri. (U:  $\mu\text{mol}$  oleik asit/dk)

1. ve 2. yıl lipaz aktivitesi değerleri (U/g) kendi içlerinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde yazılmış aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).

Genel olarak yazlık örneklerden her iki yıl da en düşük lipaz aktivitesi değerleri 48, 7, 14, 37, 36 numaralı hatlardan elde edilirken; 39, 47, 46, 19 ve 4 numaralı hatlarda ise en yüksek değerler elde edilmiştir.

Kışlık yulaf materyallerinde 2 yıl süreyle belirlenen lipaz aktivitesi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. 2014-2015 ürün yılında kışlık yulaf örneklerinin lipaz aktivitesi değerleri Kırklareli lokasyonunda  $4,1 \pm 0,78$  (1,5-9,0) U/g olurken; en düşük değerler sırasıyla 64, 26, 41, Kırklar standardı, 28 ve 55 numaralı hatlardan; en yüksek değerler ise sırasıyla 54, 53, 61, 49, 17 ve 29 numaralı hatlardan elde edilmiştir. 2015-2016 yılı aynı lokasyondan alınan kışlık yulaf örneklerinin ortalama lipaz aktivitesi değeri  $3,9 \pm 0,94$  (0,8-7,9) U/g olurken; en düşük değerler 41, 3, 36, 2, 64 ve 39 numaralı hatlardan, en yüksek değerler ise 4, 61, 54, 29, 11, 9 ve 18 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

2014-2015 ürün yılında kışlık yulaf örneklerinin Edirne lokasyonundaki ortalama lipaz aktivitesi  $3,6 \pm 0,53$  (0,7-7,8) U/g olurken; en düşük değerler sırasıyla Kırklar standardı, 28, 3, 26, 41 ve 39 numaralı hatlardan, en yüksek değerler ise sırasıyla 54, 8, 53, 9 ve 38 numaralı hatlardan elde edilmiştir. 2015-2016 yılında aynı lokasyonda yetiştirilen örneklerin ortalama lipaz aktivitesi değeri  $3,5 \pm 1,16$  (0,5-9,4) U/g olurken; en düşük değerler 10, 16, 12,



4, 11 ve 28 numaralı hatlarda, en yüksek değerler ise 54, 61, 53, 52 ve 62 numaralı hatlarda tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, kışlık yulaf örneklerinin ortalama lipaz aktivite değeri, Edirne lokasyonunda, Kırklareli lokasyonuna göre her iki yıl da daha dūřuk çıkmıştır; ancak aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Genel olarak kışlık örneklerden her iki yıl da en dūřuk lipaz aktivite sonuçları, Kırklar standart çeşidi, 41, 3, 28, 39 ve 64 numaralı hatlardan elde edilirken; en yüksek değerler 54, 61, 53, 29 ve 9 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada da korelasyon analizi sonucunda yağ miktarı ile lipaz aktivitesi (2 yıl sonuçları birlikte) arasında ilişki olmadığı görülmüştür ( $p=0,167>0,05$ ,  $r=0,065$ ). Akesson ve ark [57] yulaf çeşitlerinde yağ miktarı ile lipaz aktiviteleri arasında ilişki olmadığını belirtmiştir.

Yulafın lipaz aktivitesi üzerine lokasyonun ve çeşit etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) ve çeşit etkisinin ( $\eta^2=0,509$ ) lokasyon etkisinden ( $\eta^2=0,025$ ) daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Yazlık yulaf örneklerinin lipaz aktivitesi değerleri, (U/g)

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı		2015-2016 Ürün Yılı	
	Karacabey	Menemen	Karacabey	Menemen
Sarı	1,7±0,08	2,7±0,16	2,5±0,09	2,8±0,20
2	1,6±0,12	4,7±0,16	1,7±0,14	5,0±0,15
3	2,1±0,00	3,7±0,08	2,6±0,39	3,8±0,00
4	2,3±0,05	6,7±0,33	3,7±0,15	9,3±0,35
5	2,6±0,10	5,5±0,20	2,3±0,19	5,4±0,08
6	2,4±0,00	4,0±0,18	3,0±0,04	4,2±0,11
7	1,2±0,01	2,4±0,11	1,7±0,03	1,2±0,12
8	1,7±0,00	2,8±0,12	1,5±0,05	4,3±0,47
9	2,6±0,04	1,7±0,06	3,3±0,08	2,7±0,13
Fetih	2,8±0,00	3,8±0,06	8,5±0,20	9,0±0,09
11	2,4±0,08	2,7±0,05	2,9±0,37	5,3±0,09
12	1,5±0,03	4,1±0,09	4,4±0,30	6,2±0,10
13	2,5±0,19	2,2±0,13	3,7±0,70	6,6±0,05
14	1,2±0,01	2,2±0,20	3,2±0,06	1,8±0,35
15	2,5±0,03	2,7±0,11	3,5±0,03	5,6±0,00
16	3,2±0,17	3,2±0,02	5,1±0,12	6,2±0,10
17	1,5±0,24	2,9±0,23	3,4±0,01	2,8±0,22
18	1,9±0,18	4,0±0,23	3,7±0,02	4,4±0,09
19	3,8±0,20	3,0±0,06	8,5±0,64	8,2±0,04
Checota	1,7±0,00	4,4±0,35	3,9±0,17	5,5±0,18
21	1,6±0,01	3,2±0,26	4,2±0,17	5,6±0,75
22	1,5±0,13	6,4±0,37	2,9±0,05	5,6±0,13
23	1,9±0,02	4,0±0,17	2,5±0,18	3,6±0,13
24	1,2±0,00	2,7±0,11	4,0±0,09	6,3±0,18
25	0,9±0,00	3,3±0,24	5,0±0,94	5,6±0,15
26	1,1±0,06	3,3±0,12	3,7±0,22	5,2±0,13
27	1,6±0,05	1,8±0,01	5,4±0,11	7,5±0,17
28	1,6±0,03	2,3±0,06	5,5±0,23	5,8±0,12
29	1,5±0,07	3,0±0,25	4,7±0,05	5,4±0,12
Haskara	3,0±0,28	2,3±0,22	4,5±0,07	5,5±0,08
31	1,4±0,10	2,7±0,19	4,0±0,03	4,0±0,20
32	1,8±0,04	2,5±0,08	4,5±0,19	3,2±0,49
33	3,2±0,09	3,1±0,10	5,5±0,03	4,6±0,18
34	1,9±0,02	2,1±0,16	5,4±0,76	3,3±0,11
35	1,2±0,04	3,9±0,27	6,7±0,16	6,4±0,06
36	1,6±0,13	2,2±0,10	2,8±0,22	1,6±0,11
37	2,4±0,02	2,2±0,08	2,0±0,07	2,0±0,02
38	2,4±0,29	5,6±0,25	4,0±0,20	3,1±0,21
39	5,4±0,54	2,2±0,02	9,5±0,08	6,6±0,02
Kahraman	2,2±0,11	2,5±0,02	4,8±0,22	2,2±0,24
41	2,5±0,18	2,8±0,16	5,8±0,87	1,4±0,19
42	2,9±0,02	2,9±0,03	6,2±0,02	2,1±0,19
43	2,6±0,07	2,2±0,10	3,3±0,65	2,7±0,04
44	3,1±0,59	4,1±0,18	4,5±0,71	2,8±0,02
45	1,9±0,12	2,3±0,18	3,9±0,12	1,6±0,54

---

46	3,5±0,02	2,4±0,01	6,9±0,16	1,5±0,15
47	4,2±0,06	4,5±0,08	7,7±0,21	2,2±0,07
48	1,1±0,02	1,2±0,05	2,4±0,12	1,7±0,06
49	2,2±0,16	2,1±0,14	3,6±0,11	2,0±0,22
<b>Ortalama</b>	<b>2,2±0,67</b>	<b>3,2±0,89</b>	<b>4,3±0,95</b>	<b>4,3±0,76</b>
<b>En küçük</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>
<b>En büyük</b>	<b>5,4</b>	<b>6,7</b>	<b>9,5</b>	<b>9,3</b>

---

**Çizelge 4.12.** Kışlık yulaf örneklerinin lipaz aktivitesi değerleri, (U/g)

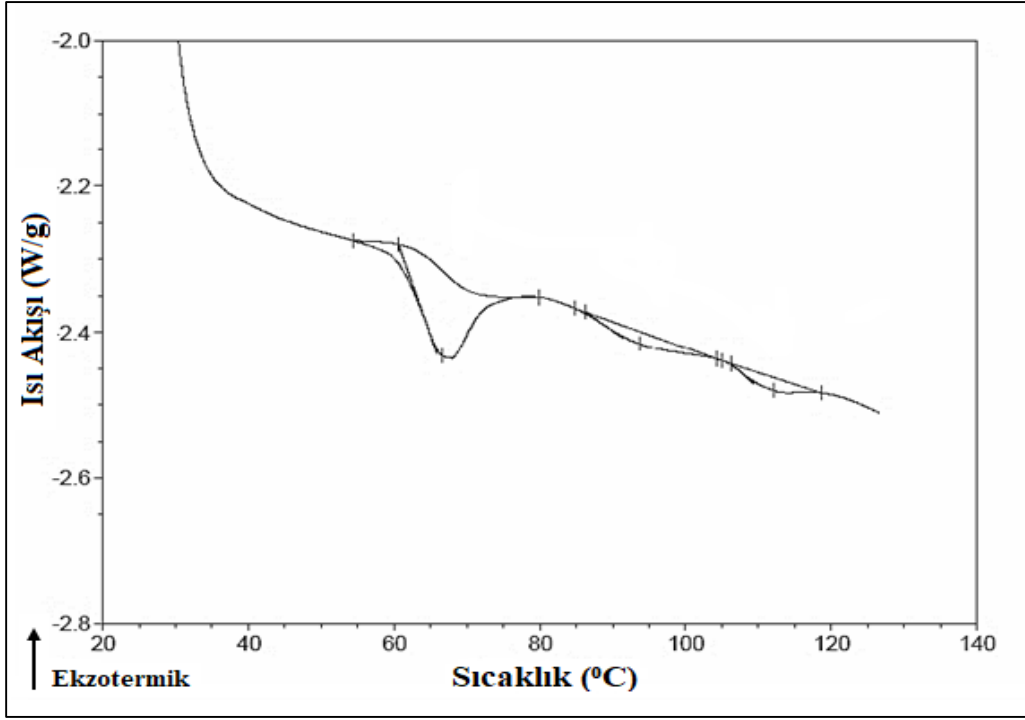
Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı		2015-2016 Ürün Yılı	
	Kırklareli	Edirne	Kırklareli	Edirne
Kırklar	2,1±0,03	0,7±0,08	2,0±0,42	1,9±0,19
2	3,8±0,22	3,4±0,20	1,2±0,35	2,4±0,17
3	2,5±0,06	1,8±0,05	1,0±0,02	2,3±0,17
4	6,6±0,43	5,6±0,23	7,9±0,28	1,0±0,23
5	2,7±0,02	2,7±0,20	4,3±0,13	2,8±0,01
6	2,6±0,03	3,7±0,28	3,1±0,11	1,7±0,01
7	5,2±0,09	5,4±0,17	4,7±0,12	3,9±0,16
8	4,7±0,03	6,2±0,10	4,0±0,01	3,7±0,16
9	6,0±0,20	6,0±0,35	7,0±0,20	4,8±0,09
10	2,3±0,02	2,5±0,06	1,8±0,28	0,5±0,16
11	5,1±0,02	5,5±0,06	7,2±0,57	1,1±0,06
12	2,6±0,08	2,6±0,21	4,2±0,12	0,9±0,10
13	3,9±0,05	4,8±0,12	5,3±0,23	1,7±0,22
14	3,0±0,20	2,7±0,14	3,1±0,02	1,7±0,11
15	2,9±0,14	3,3±0,23	4,0±0,12	1,1±0,19
16	2,6±0,10	2,1±0,04	1,8±0,71	0,9±0,04
17	7,0±0,54	3,1±0,08	3,7±0,20	2,3±0,19
18	3,4±0,10	5,6±0,24	7,0±0,04	5,0±0,06
19	3,0±0,06	2,8±0,08	6,8±0,03	2,1±0,01
Kahraman	2,9±0,04	2,0±0,08	5,3±0,13	1,5±0,23
21	3,8±0,12	3,0±0,14	4,0±0,11	1,9±0,75
22	4,2±0,04	3,5±0,02	6,6±0,08	1,8±0,10
23	4,0±0,08	3,3±0,14	4,4±0,90	2,7±0,07
24	2,4±0,02	2,3±0,17	3,7±0,19	1,2±0,01
25	2,2±0,02	2,5±0,03	3,8±0,03	2,0±0,08
26	1,6±0,02	1,9±0,06	3,9±0,16	1,5±0,20
27	3,2±0,06	3,3±0,10	1,9±0,19	2,4±0,11
28	2,1±0,02	1,7±0,13	2,9±0,18	1,2±0,11
29	7,0±0,39	5,2±0,03	7,3±0,19	4,6±0,10
30	5,8±0,21	5,6±0,17	3,2±0,09	4,7±0,22
31	4,4±0,12	3,9±0,31	2,2±0,07	1,8±0,22
32	3,5±0,02	2,8±0,10	2,9±0,23	2,8±0,20
33	2,6±0,01	2,5±0,08	3,4±0,05	2,2±0,14
34	2,9±0,06	3,7±0,05	2,4±0,03	2,2±0,00
35	3,5±0,02	3,1±0,03	1,9±0,09	2,4±0,02
36	5,5±0,15	3,4±0,01	1,1±0,11	4,1±0,14
37	5,5±0,15	4,3±0,09	4,5±0,12	6,9±0,02
38	6,4±0,25	5,8±0,10	2,3±0,01	4,3±0,12
39	2,2±0,03	2,0±0,09	1,7±0,02	2,3±0,16
Yeniçeri	3,4±0,03	4,0±0,10	3,4±0,07	4,5±0,03
41	1,7±0,10	1,9±0,08	0,8±0,19	1,9±0,18
42	4,8±0,02	4,2±0,04	5,1±0,57	4,1±0,13
43	4,2±0,01	3,1±0,18	4,5±0,17	2,9±0,19
44	4,5±0,21	3,3±0,04	2,8±0,14	4,5±0,12
45	3,5±0,03	3,7±0,01	3,6±0,23	5,7±0,01
46	6,3±0,22	4,5±0,04	6,0±0,22	6,8±0,11

47	2,3±0,38	2,9±0,12	2,5±0,24	3,5±0,13
48	4,2±0,10	4,9±0,01	5,9±0,17	5,3±0,21
49	7,2±0,18	5,7±0,01	2,3±0,07	6,9±0,03
50	3,9±0,09	3,7±0,04	3,1±0,13	2,7±0,05
51	4,9±0,25	3,2±0,04	6,2±0,16	3,9±0,21
52	5,2±0,61	2,7±0,07	5,7±0,05	7,3±0,00
53	8,7±0,43	6,0±0,14	3,2±0,11	8,7±0,17
54	9,0±0,08	7,7±0,17	7,3±0,07	9,4±0,20
55	2,2±0,02	2,4±0,05	2,3±0,10	2,9±0,21
56	4,2±0,06	3,4±0,03	4,5±0,04	4,0±0,23
57	3,1±0,03	3,4±0,10	2,9±0,23	5,3±0,10
58	3,3±0,01	2,6±0,20	2,2±0,21	3,0±0,08
59	2,7±0,08	2,5±0,17	3,4±0,16	4,2±0,09
Sebat	3,7±0,06	2,1±0,20	4,0±0,22	5,6±0,09
61	8,2±0,41	5,0±0,05	7,4±0,16	9,1±0,00
62	6,7±0,30	5,8±0,27	6,3±0,23	7,2±0,49
63	4,2±0,03	3,8±0,11	5,8±0,06	5,5±0,18
64	1,5±0,07	2,4±0,07	1,6±0,12	2,2±0,01
<b>Ortalama</b>	<b>4,1±0,78</b>	<b>3,6±0,53</b>	<b>3,9±0,94</b>	<b>3,5±1,16</b>
<b>En küçük</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>
<b>En büyük</b>	<b>9,0</b>	<b>7,8</b>	<b>7,9</b>	<b>9,4</b>

#### 4.4. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile Belirlenen Termal Özellikler

Hububat örneklerinin termal özellikleri üzerine yapılan daha önceki çalışmaların çoğunda, diğer bileşenlerin etkisini ayırt etmedeki zorluk nedeniyle, nişasta ile analizler gerçekleştirilmiştir. Fakat; tüketiciye yönelik ürünlerde yaygın olarak tam yulafın kullanılması sebebiyle tam yulafın termal özelliklerinin belirlenmesi, yulaf ürünlerinin kabul edilebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, yapılan çalışmada yulafalarda termal özelliklerinin belirlenmesinde tam yulaf unu kullanılmıştır. Dolayısıyla tam yulafın termal özellikleri üzerine nişasta harici bileşenlerin (lipit,  $\beta$ -glukan, protein) etkisi de gözlenmiştir.

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile yulaf unu örneklerinde yapılan analiz sonucu elde edilen termogramlarda üç endotermik geçiş gözlenmiştir (Şekil 4.6). Bu geçişlerden ilki, nişasta kristal yapısının kaybolduğu jelatinizasyon geçişi; ikincisi amiloz-lipit kompleksine ait erime geçişi ve üçüncüsü de yulaf depo proteinlerine ait (globulinler) denatürasyon geçiştir. Yulaf nişastasından elde edilen termogramlardan farklı olarak yulaf unu termogramında 110°C civarında protein denatürasyonuna ait geçiş de gözlenmiştir.



**Şekil 4.6.** Yulaf ununa ait DTK termogramı örneği

Bu geçişlerin gözlemlendiği pozisyon ve sıcaklık, örnekteki su miktarı ve ısıtma hızından etkilenmektedir [48]. Yulafın termal özelliklerinin belirlenmesinde, literatürde nişasta ile gerçekleştirilen deney koşulları kullanılmıştır [49;51].

#### **4.4.1. Yulaf Örneklerinde Jelatinizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi**

Çalışmada kullanılan örneklerin 2 yıl süreyle DTK cihazı aracılığıyla belirlenen termal özelliklerine ait sonuçlar, Çizelge 4.14 (yazlık yulaf materyalleri) ve Çizelge 4.15'te (kışlık yulaf materyalleri) verilmiştir. Bütün örneklerde jelatinizasyonun gerçekleştiği sıcaklık değerleri 60,5-67,6°C ve entalpi değeri 4,0-9,1 J/g k.m. aralığında değişmiştir. İki yıl süreyle analizi gerçekleştirilen yazlık yulaf materyallerinin Karacabey lokasyonundaki (n=98) jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi sonuçlarının ortalama değerleri sırasıyla 64,2°C ve 5,7 J/g k.m.; Menemen lokasyonunda (n=98) ise 64,6°C ve 5,6 J/g k.m. olarak bulunmuştur. Kışlık örneklerde bu sonuçlar, Kırklareli lokasyonu (n=128) için 63,3°C ve 5,9 J/g k.m. ve Edirne'de yetiştirilen örneklerde (n=128) 64,2°C ve 6,1 J/g k.m. olarak tespit edilmiştir. Örneklerin jelatinizasyon sıcaklıkları üzerine lokasyon etkisi incelendiğinde, her iki yıl da yazlık ve kışlık örneklerde lokasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Jelatinizasyon entalpisi üzerine ise lokasyonun etkisinin olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Yulafın jelatinizasyon özelliklerinden jelatinizasyon sıcaklığı ( $\eta^2=0,388$ ) ve jelatinizasyon entalpisi ( $\eta^2=0,502$ ) üzerine çeşit etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 4.13'te lokasyon ve çeşit faktörlerinin yulafın diğer termal özellikleri üzerine etkisine ait istatistiksel değerler gösterilmiştir.

Yulaf unlarında termal özelliklerin belirlendiği pek çok çalışmada jelatinizasyon özelliklerinin yulaf çeşidine bağlı olarak değiştiği gösterilmiştir [30;70;71].

**Çizelge 4.13.** Yulafın termal özellikleri üzerine lokasyon ve çeşit etkisi\*

Termal Özellik	Lokasyon (n=452)		Çeşit (n=452)	
	p	$\eta^2$	p	$\eta^2$
Tp <sub>1</sub> (°C)	0,000	0,114	0,000	0,502
$\Delta H_1$ (J/g, k.m.)	0,000	0,095	0,000	0,388
Tp <sub>2</sub> (°C)	0,000	0,060	0,223	0,270
$\Delta H_2$ (J/g, k.m.)	0,171	0,011	0,000	0,466
Tp <sub>3</sub> (°C)	0,001	0,035	0,000	0,384
$\Delta H_3$ (J/g, k.m.)	0,000	0,057	0,000	0,451

\*p ≤ 0,05 anlamlılık düzeyinde

Tp<sub>1</sub>: Jelatinizasyon endoterminin pik sıcaklığı;  $\Delta H_1$ : Jelatinizasyon entalpisi

Tp<sub>2</sub>: Amiloz-lipit kompleksi endoterminin pik sıcaklığı;  $\Delta H_2$ : Amiloz-lipit kompleksi geçişine ait entalpi

Tp<sub>3</sub>: Protein denatürasyonu endoterminin pik sıcaklığı;  $\Delta H_3$ : Protein denatürasyonu geçişine ait entalpi

J: Jul; g:gram; k.m.: kurumadde; p:Anlamlılık değeri;  $\eta^2$ : eta kare, etki değeri

**Çizelge 4.14.** Yazlık yulaf örneklerinin jelatinizasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu			Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu		
	To <sub>1</sub> (°C)	Tp <sub>1</sub> (°C)	ΔH <sub>1</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>1</sub> (°C)	Tp <sub>1</sub> (°C)	ΔH <sub>1</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>1</sub> (°C)	Tp <sub>1</sub> (°C)	ΔH <sub>1</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>1</sub> (°C)	Tp <sub>1</sub> (°C)	ΔH <sub>1</sub> (J/g, k.m.)
Sarı	59,5±0,42	64,4±0,44	6,7±0,09	59,2±0,26	64,7±0,37	6,2±0,22	59,8±0,19	64,9±0,08	7,0±0,00	59,7±0,26	62,5±0,06	5,9±0,18
2	59,4±0,54	64,8±0,05	5,6±0,07	61,2±0,04	66,4±0,47	5,4±0,40	59,6±0,16	65,0±0,55	6,0±0,20	58,1±0,99	63,7±0,63	6,1±0,36
3	58,4±0,59	64,0±0,64	5,9±0,14	61,0±0,26	66,5±0,06	5,6±0,18	58,3±0,39	64,9±0,66	5,6±0,22	57,5±0,18	63,9±0,26	5,8±0,16
4	60,7±0,40	67,6±0,08	5,8±0,12	63,4±0,99	68,5±0,63	5,9±0,36	61,9±0,40	67,1±0,08	6,2±0,12	60,4±0,64	66,0±0,57	6,2±0,21
5	59,4±0,00	64,4±0,12	5,2±0,42	60,0±0,18	65,0±0,26	5,9±0,16	57,4±0,00	63,1±0,12	5,9±0,42	56,7±0,25	62,0±0,15	5,9±0,25
6	59,7±0,15	64,8±0,60	4,3±0,25	61,2±0,64	66,9±0,57	6,2±0,21	58,4±0,15	64,8±0,60	6,1±0,25	57,3±0,19	64,1±0,06	6,2±0,35
7	59,0±0,10	64,3±0,18	5,4±0,33	60,5±0,25	65,4±0,15	4,9±0,25	56,8±0,10	62,2±0,18	4,6±0,33	56,8±0,22	62,1±0,02	4,9±0,04
8	58,1±0,59	63,2±0,06	7,7±0,00	60,1±0,19	64,8±0,06	5,3±0,35	57,6±0,59	63,4±0,06	6,0±0,00	56,7±0,16	61,9±0,30	6,3±0,17
9	59,2±0,14	64,8±0,04	6,1±0,40	60,4±0,22	66,0±0,02	5,3±0,04	59,8±0,14	65,5±0,04	6,0±0,40	59,4±0,49	65,3±0,01	7,1±0,29
Fetih	58,8±0,00	64,3±0,00	5,7±0,26	60,2±0,16	65,6±0,30	4,9±0,17	57,5±0,00	63,2±0,00	5,6±0,26	56,9±0,64	62,4±0,37	4,7±0,28
11	59,3±0,01	65,5±0,08	4,8±0,16	60,1±0,49	65,9±0,01	5,3±0,29	57,9±0,01	63,8±0,08	5,6±0,16	57,6±0,06	63,8±0,32	5,4±0,00
12	58,8±0,19	64,4±0,08	5,9±0,00	60,5±0,64	65,8±0,37	6,4±0,28	57,0±0,42	63,0±0,44	5,3±0,09	57,1±0,65	63,1±0,15	5,4±0,36
13	59,6±0,16	65,0±0,55	6,1±0,20	60,2±0,06	65,9±0,32	5,1±0,00	58,1±0,54	63,8±0,05	5,7±0,07	58,2±0,22	64,0±0,26	5,9±0,41
14	58,5±0,39	64,1±0,66	6,0±0,22	60,4±0,65	66,2±0,15	5,8±0,36	57,4±0,59	63,1±0,64	5,9±0,14	57,2±0,25	62,9±0,41	6,2±0,23
15	60,7±0,66	66,7±0,65	5,9±0,37	61,5±0,22	66,9±0,26	5,4±0,41	59,2±0,66	64,7±0,65	5,1±0,37	58,0±0,56	63,7±0,14	5,6±0,27
16	60,2±0,00	65,6±0,41	5,8±0,09	61,0±0,25	66,2±0,41	5,2±0,23	60,0±0,00	65,7±0,41	5,3±0,09	58,3±0,58	64,5±0,33	5,8±0,04
17	60,0±0,26	65,9±0,42	5,5±0,35	60,5±0,56	66,4±0,14	4,6±0,27	59,3±0,26	65,4±0,42	5,1±0,35	56,6±0,54	62,9±0,45	5,0±0,02
18	59,7±0,12	65,2±0,49	4,8±0,10	61,2±0,58	66,9±0,33	6,0±0,04	58,4±0,12	65,1±0,49	5,9±0,10	56,7±0,28	63,3±0,14	5,8±0,00
19	61,3±0,16	66,7±0,26	6,0±0,20	63,0±0,54	68,8±0,45	5,5±0,02	61,8±0,16	67,4±0,26	6,2±0,20	59,5±0,32	65,4±0,41	5,8±0,26
Checota	56,1±0,23	61,7±0,52	5,8±0,39	58,9±0,28	64,1±0,14	5,3±0,00	58,3±0,23	62,9±0,52	5,2±0,39	56,1±0,08	61,3±0,60	5,6±0,27
21	58,8±0,32	64,4±0,58	5,5±0,24	60,3±0,32	65,4±0,41	5,6±0,26	58,2±0,32	63,1±0,58	6,2±0,24	57,4±0,56	62,7±0,65	6,3±0,21
22	59,3±0,45	65,2±0,46	5,8±0,15	61,4±0,08	66,9±0,60	4,8±0,27	58,2±0,45	64,4±0,46	5,4±0,15	57,6±0,45	63,6±0,52	5,1±0,41
23	58,1±0,01	63,7±0,70	4,9±0,22	60,4±0,56	65,6±0,65	5,2±0,21	56,6±0,01	62,6±0,70	5,0±0,22	56,5±0,54	61,8±0,28	4,6±0,18
24	58,3±0,32	63,6±0,47	6,4±0,29	60,0±0,45	65,0±0,52	6,5±0,41	56,7±0,32	61,9±0,47	4,8±0,29	56,6±0,57	61,7±0,33	5,4±0,11
25	58,5±0,35	64,1±0,62	5,4±0,31	60,6±0,54	65,7±0,28	4,3±0,18	57,5±0,35	63,5±0,62	5,4±0,31	57,1±0,16	62,6±0,15	5,2±0,16
26	59,5±0,06	64,7±0,07	5,0±0,00	61,0±0,57	66,5±0,33	5,6±0,11	57,1±0,06	63,3±0,07	5,1±0,00	57,6±0,70	63,7±0,17	6,2±0,01
27	59,7±0,12	65,1±0,50	4,8±0,17	60,5±0,16	66,3±0,15	5,0±0,16	58,4±0,12	64,0±0,50	5,6±0,17	58,3±0,71	64,3±0,64	6,8±0,38
28	59,3±0,71	65,1±0,39	6,6±0,42	60,6±0,70	66,2±0,17	4,9±0,01	57,9±0,71	63,9±0,39	5,9±0,42	58,1±0,28	63,9±0,21	5,3±0,03
29	58,7±0,23	64,4±0,34	5,0±0,40	60,3±0,71	66,1±0,64	5,7±0,38	58,5±0,23	63,8±0,34	4,8±0,40	57,5±0,55	63,5±0,13	5,3±0,07



Haskara	58,1±0,70	62,9±0,00	6,3±0,15	57,9±0,28	62,7±0,21	5,5±0,03	58,5±0,70	63,2±0,00	6,0±0,15	56,8±0,60	62,0±0,53	5,4±0,27
31	59,2±0,51	64,8±0,29	5,4±0,22	60,6±0,55	66,2±0,13	5,3±0,07	57,9±0,51	63,8±0,29	4,8±0,22	57,6±0,45	63,6±0,58	5,8±0,18
32	60,6±0,31	66,4±0,64	5,9±0,27	61,5±0,60	67,2±0,53	6,0±0,27	59,4±0,31	64,5±0,64	5,1±0,27	59,9±0,43	65,3±0,47	6,1±0,40
33	60,3±0,06	66,0±0,58	5,8±0,24	61,8±0,45	67,5±0,58	5,6±0,18	59,8±0,06	65,9±0,58	5,4±0,24	59,4±0,58	65,9±0,17	6,5±0,30
34	54,5±0,56	61,1±0,04	5,5±0,38	58,1±0,43	63,6±0,47	5,0±0,40	55,5±0,56	61,5±0,04	4,5±0,38	54,2±0,50	60,5±0,37	5,9±0,38
35	60,8±0,14	66,0±0,23	5,5±0,27	61,9±0,58	66,8±0,17	5,9±0,30	58,7±0,14	63,8±0,23	5,2±0,27	57,9±0,39	63,4±0,62	5,8±0,42
36	59,1±0,04	64,4±0,40	5,8±0,24	60,7±0,50	65,9±0,37	5,1±0,38	59,5±0,04	64,4±0,40	5,4±0,24	56,9±0,50	62,5±0,17	5,6±0,11
37	59,8±0,31	65,5±0,62	5,8±0,18	60,4±0,39	66,2±0,62	5,2±0,42	60,3±0,31	65,9±0,62	6,8±0,18	57,1±0,61	63,9±0,65	5,5±0,07
38	59,1±0,47	63,8±0,01	6,1±0,28	61,0±0,50	66,0±0,17	6,2±0,11	59,4±0,47	64,1±0,01	6,4±0,28	57,8±0,06	62,9±0,22	6,1±0,32
39	58,8±0,04	64,5±0,02	4,8±0,11	60,7±0,61	65,9±0,65	5,6±0,07	59,6±0,04	64,6±0,02	5,7±0,11	57,2±0,40	62,8±0,18	4,8±0,20
Kahraman	58,6±0,11	63,6±0,22	5,2±0,13	60,8±0,06	65,6±0,22	5,4±0,32	59,0±0,11	63,7±0,22	6,0±0,13	57,3±0,19	62,4±0,62	5,5±0,01
41	59,2±0,50	64,0±0,27	5,7±0,02	60,9±0,40	65,6±0,18	5,6±0,20	59,3±0,50	64,1±0,27	5,8±0,02	57,4±1,70	62,4±0,63	5,2±0,31
42	58,5±0,34	64,4±0,31	6,0±0,00	59,9±0,19	65,4±0,62	5,8±0,01	57,2±0,34	62,9±0,31	6,8±0,00	58,2±0,32	62,3±0,56	5,3±0,14
43	57,4±0,29	63,5±0,04	6,9±0,13	57,8±1,70	63,9±0,63	5,5±0,31	56,8±0,29	62,1±0,04	6,2±0,13	55,9±0,02	62,1±0,21	5,4±0,12
44	59,4±1,13	65,0±0,64	5,5±0,05	61,3±0,32	66,6±0,56	5,6±0,14	58,2±1,13	63,9±0,64	5,3±0,05	58,6±0,19	64,0±0,28	6,0±0,42
45	57,2±0,62	63,3±0,63	5,2±0,38	59,3±0,02	64,9±0,21	5,0±0,12	56,7±0,62	62,8±0,63	5,9±0,38	56,0±0,43	61,9±0,47	4,9±0,40
46	58,6±0,27	63,9±0,28	5,8±0,30	61,0±0,19	65,8±0,28	4,7±0,42	57,6±0,27	62,9±0,28	4,6±0,30	53,6±0,58	62,8±0,17	5,8±0,30
47	58,1±0,70	62,8±0,47	4,6±0,00	60,1±0,42	64,6±0,22	5,4±0,16	57,4±0,70	62,0±0,47	5,2±0,00	56,6±0,17	61,6±0,32	5,4±0,10
48	59,8±0,38	65,3±0,11	6,1±0,27	62,4±0,55	67,9±0,21	5,8±0,09	58,3±0,38	64,2±0,11	6,7±0,27	57,5±0,01	63,4±0,65	5,7±0,31
49	57,3±0,36	62,7±0,36	6,6±0,00	59,1±0,17	64,0±0,32	4,9±0,10	56,9±0,36	62,2±0,36	5,3±0,00	58,2±0,17	63,1±0,27	6,0±0,07
<b>Ortalama</b>	<b>59,0±1,09</b>	<b>64,5±1,23</b>	<b>5,7±0,65</b>	<b>60,5±1,12</b>	<b>65,9±1,17</b>	<b>5,5±0,48</b>	<b>58,4±1,06</b>	<b>63,9±1,28</b>	<b>5,6±0,59</b>	<b>57,5±1,02</b>	<b>63,2±1,19</b>	<b>5,7±0,53</b>
<b>En küçük</b>	<b>54,5</b>	<b>61,1</b>	<b>4,3</b>	<b>57,8</b>	<b>62,7</b>	<b>4,3</b>	<b>55,5</b>	<b>61,5</b>	<b>4,5</b>	<b>53,6</b>	<b>60,5</b>	<b>4,6</b>
<b>En büyük</b>	<b>61,3</b>	<b>67,6</b>	<b>7,7</b>	<b>63,4</b>	<b>68,8</b>	<b>6,5</b>	<b>61,9</b>	<b>67,4</b>	<b>7,0</b>	<b>60,4</b>	<b>66,0</b>	<b>7,1</b>





#### 4.4.2. Yulaf Örneklerinde Amiloz-lipit Kompleksi Erime Geçişi Özellikleri

Çalışmada 2 yıl süreyle analiz edilen bütün örneklerin, amiloz-lipit kompleksine ait geçiş sıcaklık değerinin 91,0-97,9°C; entalpi değerinin ise 0,4-2,0 J/g k.m. arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16 ve 4.17). Amiloz-lipit kompleksine ait geçiş sıcaklıkları, ilk ürün yılında yazlık ve kışlık örnekler arasında farklılık göstermezken; ikinci ürün yılında Kırklareli ve Edirne lokasyonlarından alınan kışlık örneklere ait amiloz-lipit sıcaklık ortalama değerleri arasında önemli farklılık olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Amiloz-lipit erime entalpisi ortalaması ise 1. yıl örneklerinde Karacabey ve Menemen lokasyonundan elde edilen yazlık örnekler arasında önemli bir fark gösterirken; 2. yıl örnekleri üzerine lokasyonun etkisi gözlenmemiştir. Forssell ve ark [35] yulaf ununda yaptığı DTK analizinde amiloz-lipit kompleksi geçişine ait pik sıcaklığını 93,0°C ve entalpi değerini 1,1 J/g k.m. olarak bulmuşlardır. Bu bulgular, çalışmamızda elde edilen değerler ile benzerlik göstermekte ve bulunan sonuçları desteklemektedir.

Amiloz-lipit kompleksi, lipit varlığında nişastanın jelatinizasyonu sonucunda oluşmaktadır. Bu komplekse ait endotermik geçişin moleküler mekanizmasının, kompleksin kristal yapısının erimesinden ve amiloz ile lipitin ayrılmasından kaynaklandığı ve endotermin entalpi değerinin, oluşan kompleks miktarına bağlı olduğu belirtilmektedir [19].

Amiloz-lipit geçişine ait yüksek entalpi değeri, yulaf nişastasında bulunan yüksek lipit oranını yansıtmaktadır [46]. Lipitler, nişasta ihtiva eden gıdalarda kompleks (helical inclusion) bileşikler oluşturarak retrogradasyonu geciktirmektedir [24]. Retrogradasyonun geciktirilmesinde rol oynayarak yulaftan elde edilecek ürünlerin raf ömrünün uzatılmasını sağlayabilecek, kompleks bileşiklerin (helical inclusion) miktarının fazla olduğu (amiloz-lipit geçiş entalpisinin fazla olduğu) hat/çeşitler; yazlık örneklerde 43, 18, 34, 14 ve 22 numaralı hatlar ile kışlık örneklerde Sebat standart çeşidi, 63, 64, 8, 23 ve 13 numaralı hatlar olmuştur.



Haskara	86,2±0,99	93,5±0,28	1,4±0,11	86,1±0,43	93,4±0,58	1,3±0,27	86,7±0,99	93,6±0,28	1,1±0,11	86,0±0,21	93,3±0,21	1,2±0,21
31	86,9±0,43	93,0±0,27	0,9±0,11	86,3±0,63	92,2±0,27	1,2±0,19	86,7±0,43	93,8±0,27	1,3±0,11	86,2±0,58	93,5±0,51	1,4±0,19
32	87,2±0,03	93,2±0,44	1,0±0,18	87,1±0,21	93,0±0,21	1,0±0,21	87,2±0,03	94,0±0,44	1,2±0,18	86,8±0,03	93,6±0,44	1,3±0,28
33	87,1±0,03	93,3±0,23	0,8±0,27	86,3±0,58	92,4±0,51	1,0±0,19	86,9±0,03	93,9±0,23	1,2±0,27	86,4±0,45	93,1±0,26	1,2±0,00
34	86,7±0,31	93,6±0,60	1,3±0,20	85,6±0,03	92,2±0,44	1,6±0,28	87,2±0,31	94,3±0,60	1,4±0,20	85,9±0,35	93,3±0,35	1,8±0,17
35	86,6±0,18	93,1±0,35	1,0±0,06	86,5±0,45	92,8±0,26	1,0±0,00	87,9±0,18	94,8±0,35	1,3±0,06	85,8±0,22	92,7±0,54	1,1±0,26
36	85,9±0,71	93,1±0,23	1,1±0,25	86,2±0,35	93,3±0,35	1,1±0,17	87,2±0,71	93,7±0,23	1,1±0,25	86,3±0,28	93,3±0,70	1,1±0,16
37	87,4±0,17	93,0±0,56	1,1±0,10	86,1±0,22	92,9±0,54	1,3±0,26	87,4±0,17	93,9±0,56	1,2±0,10	85,9±0,69	93,4±0,35	1,4±0,15
38	85,4±0,05	92,9±0,52	1,1±0,03	85,6±0,28	92,4±0,70	1,4±0,16	86,7±0,05	94,0±0,52	1,2±0,03	86,4±0,00	93,8±0,30	1,4±0,25
39	86,7±0,47	93,2±0,38	1,1±0,28	86,1±0,69	92,4±0,35	1,3±0,15	86,4±0,47	93,2±0,38	1,2±0,28	86,9±0,27	94,0±0,10	1,4±0,14
Kahraman	86,2±0,12	93,5±0,35	1,0±0,17	86,1±0,00	93,9±0,30	1,1±0,25	87,2±0,12	94,5±0,35	1,4±0,17	88,0±0,24	94,5±0,22	1,3±0,15
41	87,1±0,66	93,8±0,03	0,9±0,03	85,9±0,27	93,1±0,10	1,1±0,14	87,6±0,66	94,3±0,03	1,2±0,03	86,9±0,13	94,3±0,14	1,2±0,14
42	86,1±0,10	93,0±0,31	1,1±0,27	86,2±0,24	93,0±0,22	1,3±0,15	87,1±0,10	94,7±0,31	1,4±0,27	87,4±0,36	93,9±0,55	1,1±0,12
43	86,7±0,39	93,5±0,28	1,2±0,17	86,4±0,13	92,8±0,14	1,4±0,14	87,0±0,39	94,4±0,28	1,7±0,17	86,4±0,29	94,3±0,18	1,4±0,02
44	86,7±0,27	93,3±0,14	1,1±0,16	86,1±0,36	92,9±0,55	1,1±0,12	87,1±0,27	94,5±0,14	1,3±0,16	86,8±0,13	94,4±0,31	1,4±0,13
45	85,2±0,04	92,7±0,28	1,2±0,05	86,6±0,29	93,3±0,18	1,2±0,02	87,1±0,04	93,7±0,28	1,4±0,05	86,8±0,03	94,5±0,44	1,4±0,28
46	86,6±0,69	93,1±0,59	1,0±0,11	87,6±0,13	93,4±0,31	0,7±0,13	87,0±0,69	93,3±0,59	0,9±0,11	86,5±0,45	94,2±0,26	1,2±0,00
47	87,3±0,45	92,9±0,09	0,7±0,21	86,8±0,37	92,7±0,36	0,8±0,14	86,9±0,45	93,4±0,09	1,1±0,21	87,3±0,03	95,4±0,29	1,2±0,26
48	85,8±0,08	92,9±0,69	0,8±0,19	87,1±0,35	93,1±0,04	1,0±0,13	86,6±0,08	94,0±0,69	1,2±0,19	86,9±0,21	94,8±0,48	1,1±0,06
49	86,6±0,53	93,7±0,32	1,4±0,02	86,0±0,03	92,9±0,29	1,1±0,26	86,7±0,53	93,4±0,32	1,2±0,02	88,2±0,04	94,5±0,63	1,1±0,05
<b>Ortalama</b>	<b>86,4±0,97</b>	<b>93,0±0,56</b>	<b>1,1±0,22</b>	<b>86,7±0,32</b>	<b>93,1±0,57</b>	<b>1,1±0,20</b>	<b>87,2±0,43</b>	<b>93,9±0,60</b>	<b>1,2±0,23</b>	<b>87,0±0,54</b>	<b>94,0±1,04</b>	<b>1,3±0,23</b>
<b>En küçük</b>	<b>85,0</b>	<b>92,0</b>	<b>0,4</b>	<b>85,4</b>	<b>91,0</b>	<b>0,7</b>	<b>86,0</b>	<b>91,7</b>	<b>0,6</b>	<b>85,8</b>	<b>91,9</b>	<b>0,7</b>
<b>En büyük</b>	<b>87,5</b>	<b>95,5</b>	<b>1,6</b>	<b>91,2</b>	<b>94,4</b>	<b>1,6</b>	<b>88,2</b>	<b>94,8</b>	<b>1,7</b>	<b>89,7</b>	<b>97,9</b>	<b>1,8</b>







#### **4.4.3. Yulaf Örneklerinde Protein Denatürasyonu Erime Geçişi Özellikleri**

Yulaf örneklerinin protein denatürasyonunun gerçekleştiği sıcaklık değerinin 108,2-114,8°C; entalpi değerinin ise 0,2-1,9 J/g k.m. arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.18 ve 4.19). Yazlık örneklerin 2014-2015 ürün yılında protein denatürasyon sıcaklıkları üzerine lokasyonun (Karacabey, Menemen) önemli bir etkisi olduğu gözlenmiş ( $p<0,05$ ), kışlık örneklerin (Edirne ve Kırklareli) denatürasyon sıcaklıkları ortalaması üzerine lokasyonun etkisi önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). İkinci ürün yılında da protein denatürasyon sıcaklıkları açısından yazlık ve kışlık örnekler üzerinde lokasyon etkisi gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Protein denatürasyon entalpi ortalamaları 1. yıl lokasyona göre farklılık gösterirken 2. yıl örneklerinin protein denatürasyon entalpileri üzerine lokasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Literatürde yulaf ununda protein denatürasyonu geçişine ait pik sıcaklığının 110,5°C ve entalpi değerinin 1,9 J/g k.m. olduğu bildirilmiştir [35].

Çalışmada kullanılan yulaf örnekleri arasından termal stabilitesi daha yüksek olan (yüksek protein denatürasyon sıcaklığına sahip) örnekler; yazlık yulaf materyallerinde 18, 3 ve 8 numaralı hatlar ile kışlık materyallerde 29, 13 ve 23 numaralı hatlardır.

**Çizelge 4.18.** Yazlık yulaf örneklerinin protein denatürasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri

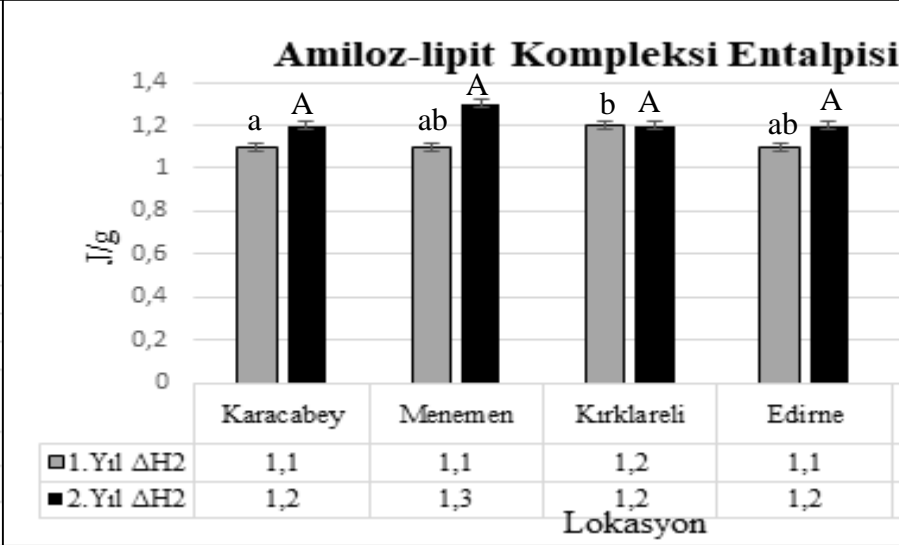
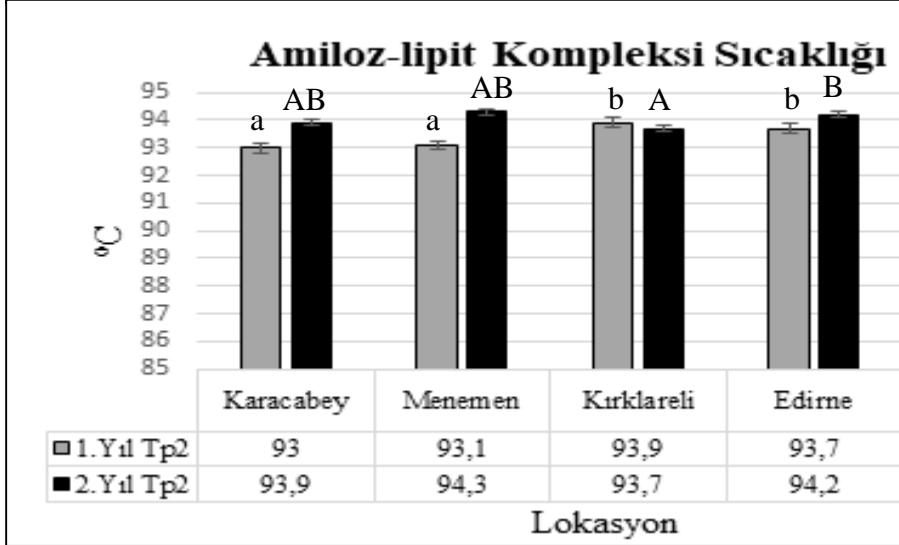
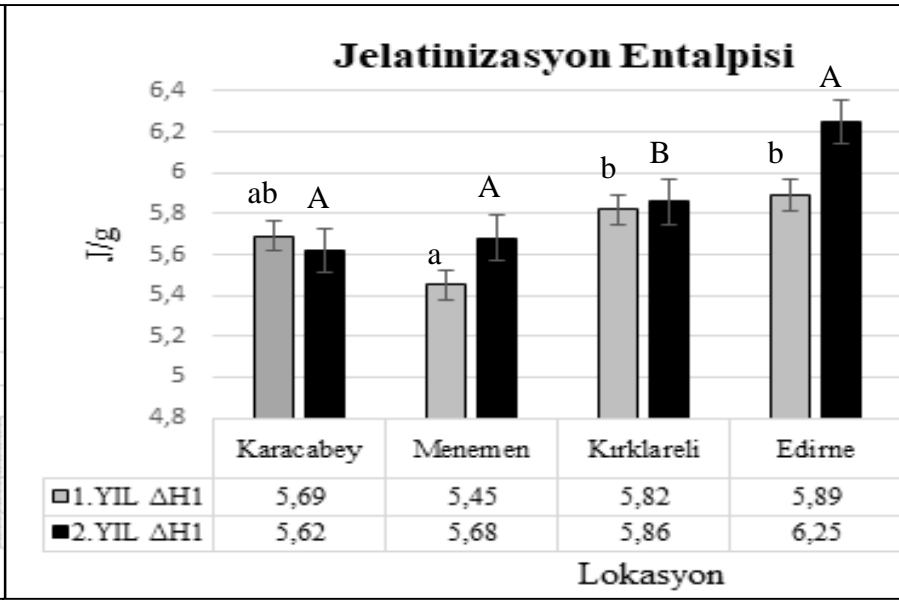
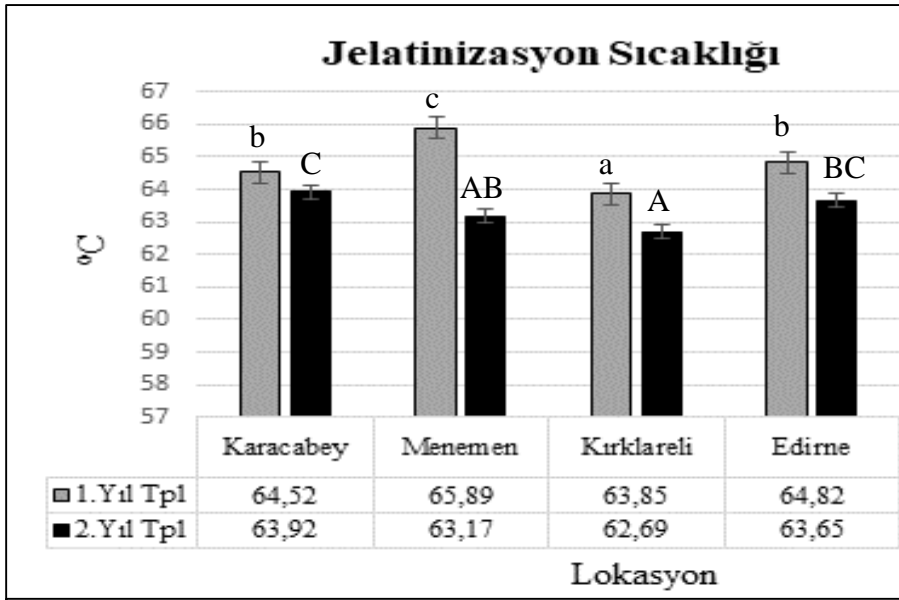
Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu			Karacabey lokasyonu			Menemen lokasyonu		
	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)
Sarı	105,4±0,62	110,3±0,60	0,6±0,19	105,8±0,42	112,0±0,49	1,2±0,02	106,1±0,50	111,7±0,34	0,9±0,23	106,3±0,21	112,6±0,43	0,9±0,01
2	103,5±0,28	110,2±0,07	0,7±0,07	105,2±0,66	111,2±0,44	1,0±0,23	103,9±0,46	109,9±0,20	0,6±0,14	104,8±0,47	111,4±0,08	1,0±0,16
3	104,2±0,50	109,6±0,32	0,4±0,01	106,7±0,21	112,5±0,43	0,6±0,01	106,3±0,41	111,7±0,41	0,4±0,26	106,6±0,52	112,9±0,55	1,4±0,11
4	103,6±0,68	109,8±0,57	0,7±0,08	104,9±0,47	111,1±0,08	1,0±0,16	103,7±0,68	109,9±0,57	0,5±0,08	105,0±0,37	111,4±0,11	0,8±0,13
5	105,4±0,55	111,0±0,14	0,6±0,15	106,7±0,52	111,9±0,55	0,7±0,11	105,6±0,55	111,8±0,14	0,7±0,15	106,7±0,28	111,9±0,68	0,9±0,06
6	105,3±0,26	111,1±0,66	0,7±0,20	106,5±0,37	112,4±0,11	0,9±0,13	105,2±0,26	110,6±0,66	0,4±0,20	108,2±0,13	111,1±0,13	1,1±0,04
7	104,5±0,50	110,7±0,42	0,6±0,11	104,6±0,28	110,9±0,68	0,7±0,06	106,2±0,50	112,4±0,42	0,7±0,11	105,5±0,06	111,9±0,42	0,7±0,10
8	105,2±0,03	110,7±0,14	0,4±0,24	105,5±0,13	111,7±0,13	0,6±0,04	107,8±0,03	113,1±0,14	0,4±0,24	107,0±0,32	112,8±0,31	0,4±0,10
9	104,7±0,32	109,2±0,64	0,8±0,00	105,1±0,06	111,1±0,42	0,7±0,10	106,1±0,32	112,0±0,64	0,6±0,00	106,3±0,08	112,0±0,01	0,6±0,05
Fetih	103,7±0,52	109,2±0,48	0,6±0,01	104,8±0,32	111,1±0,31	1,3±0,10	106,4±0,52	112,0±0,48	0,9±0,01	107,7±0,68	111,4±0,45	0,7±0,10
11	103,0±0,70	109,6±0,00	0,9±0,02	104,3±0,08	110,8±0,01	1,1±0,05	105,4±0,70	111,6±0,00	0,7±0,02	104,1±0,49	111,3±0,38	1,2±0,18
12	104,1±0,50	110,5±0,34	0,8±0,23	105,2±0,68	111,7±0,45	1,2±0,10	105,5±0,62	111,8±0,60	0,8±0,19	105,6±0,18	112,1±0,68	0,8±0,25
13	104,4±0,46	110,6±0,20	0,8±0,14	105,1±0,49	111,2±0,38	0,8±0,18	105,9±0,28	112,2±0,07	0,8±0,07	107,2±0,60	112,7±0,47	0,4±0,09
14	103,7±0,41	109,9±0,41	0,4±0,26	104,9±0,18	111,2±0,68	0,6±0,25	106,2±0,50	112,3±0,32	0,6±0,01	107,1±0,61	112,6±0,18	0,4±0,26
15	103,7±0,29	110,6±0,60	1,2±0,14	104,4±0,60	110,5±0,47	0,9±0,09	105,0±0,29	111,6±0,60	0,8±0,14	105,4±0,26	111,7±0,41	0,7±0,10
16	105,2±0,25	110,0±0,25	0,4±0,16	105,3±0,61	111,0±0,18	0,6±0,26	103,8±0,25	110,7±0,25	0,8±0,16	105,4±0,43	111,8±0,38	0,8±0,04
17	103,8±0,19	110,5±0,01	0,9±0,03	105,2±0,26	108,6±0,41	0,8±0,10	104,5±0,19	110,9±0,01	0,9±0,03	104,6±0,59	110,4±0,58	0,8±0,08
18	106,3±0,54	112,5±0,38	0,9±0,23	105,4±0,43	111,4±0,38	1,0±0,04	106,3±0,54	112,3±0,38	0,6±0,23	112,8±0,08	114,3±0,42	1,6±0,20
19	104,1±0,52	109,9±0,51	0,7±0,24	104,3±0,59	110,9±0,58	1,1±0,08	106,3±0,52	112,3±0,51	0,9±0,24	103,2±0,49	111,6±0,34	1,7±0,02
Checota	105,4±0,07	111,4±0,25	0,7±0,00	104,8±0,08	111,3±0,42	1,1±0,20	106,8±0,07	109,7±0,25	0,5±0,00	106,4±0,01	112,4±0,25	0,9±0,27
21	105,8±0,52	111,2±0,05	0,8±0,24	105,8±0,49	111,8±0,34	0,8±0,02	108,3±0,52	112,8±0,05	0,7±0,24	107,0±0,01	112,8±0,20	0,8±0,14
22	106,1±0,11	112,2±0,15	0,8±0,22	105,6±0,01	112,0±0,25	1,0±0,27	106,8±0,11	112,5±0,15	0,6±0,22	108,8±0,00	111,9±0,64	1,1±0,02
23	104,3±0,34	110,2±0,23	0,4±0,09	105,4±0,01	111,7±0,20	0,8±0,14	106,0±0,34	112,3±0,23	0,7±0,09	105,6±0,03	111,2±0,03	0,7±0,13
24	104,2±0,40	110,4±0,61	0,4±0,26	106,2±0,00	111,9±0,64	0,5±0,02	107,1±0,40	112,3±0,61	0,4±0,26	106,1±0,10	111,4±0,41	0,3±0,25
25	105,0±0,22	111,5±0,09	0,9±0,19	103,8±0,03	110,6±0,03	1,1±0,13	105,6±0,22	112,1±0,09	0,8±0,19	105,4±0,45	111,1±0,36	0,5±0,14
26	104,4±0,69	110,8±0,63	0,6±0,00	104,2±0,10	111,2±0,41	0,9±0,25	105,5±0,69	112,3±0,63	0,9±0,00	104,6±0,37	112,1±0,03	1,0±0,08
27	104,0±0,50	111,0±0,22	0,7±0,16	104,1±0,45	110,6±0,36	0,6±0,14	105,2±0,50	111,5±0,22	0,7±0,16	107,7±0,24	112,4±0,03	0,2±0,28
28	104,3±0,11	110,9±0,63	0,9±0,11	103,9±0,37	110,9±0,03	0,7±0,08	105,9±0,11	111,8±0,63	0,6±0,11	105,0±0,02	112,0±0,50	1,0±0,03
29	103,8±0,49	110,2±0,11	0,8±0,02	105,1±0,24	110,8±0,03	0,7±0,28	105,8±0,49	109,6±0,11	0,4±0,02	105,0±0,60	110,8±0,16	0,5±0,03
Haskara	106,1±0,66	111,0±0,48	0,4±0,07	106,9±0,02	112,1±0,50	0,6±0,03	105,5±0,66	111,3±0,48	0,4±0,07	106,3±0,48	111,9±0,53	0,8±0,18

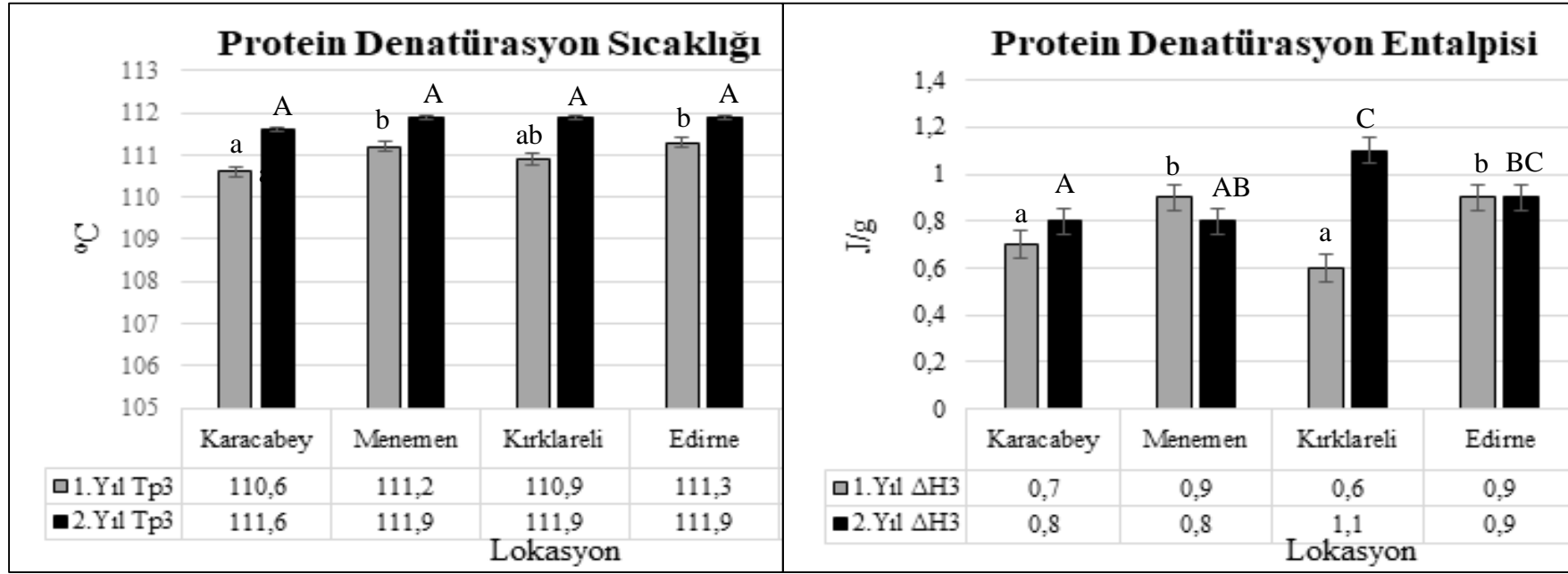
31	103,5±0,64	109,7±0,38	0,5±0,16	103,5±0,60	109,8±0,16	0,8±0,03	105,0±0,64	111,2±0,38	0,8±0,16	104,1±0,28	111,1±0,61	1,1±0,01
32	104,6±0,35	110,8±0,10	0,9±0,05	105,0±0,48	110,9±0,53	0,8±0,18	105,4±0,35	112,2±0,10	0,8±0,05	105,2±0,59	111,5±0,12	1,1±0,18
33	104,3±0,07	110,6±0,20	0,6±0,21	103,5±0,28	110,4±0,61	1,1±0,01	105,4±0,07	110,9±0,20	0,5±0,21	104,8±0,61	110,8±0,60	0,8±0,22
34	105,7±0,04	111,5±0,33	1,0±0,15	104,8±0,59	110,7±0,12	1,1±0,18	106,1±0,04	112,1±0,33	0,9±0,15	105,4±0,53	111,8±0,17	1,5±0,02
35	104,6±0,60	111,1±0,20	0,9±0,02	104,8±0,61	110,9±0,60	1,0±0,22	106,9±0,60	112,0±0,20	0,9±0,02	105,3±0,49	111,4±0,59	0,8±0,02
36	103,5±0,35	110,4±0,34	1,4±0,26	104,8±0,53	111,4±0,17	1,6±0,02	105,1±0,35	111,2±0,34	1,6±0,26	104,6±0,34	111,1±0,59	1,2±0,21
37	105,1±0,69	110,9±0,29	0,5±0,11	105,3±0,49	110,9±0,59	0,8±0,02	104,9±0,69	111,0±0,29	0,7±0,11	105,0±0,20	111,7±0,58	1,0±0,00
38	105,1±0,01	110,6±0,53	0,6±0,17	105,5±0,34	111,1±0,59	1,5±0,21	106,8±0,01	112,1±0,53	0,8±0,17	106,9±0,65	110,6±0,01	0,3±0,02
39	105,1±0,20	111,5±0,13	1,1±0,19	104,7±0,20	111,0±0,58	1,2±0,00	104,7±0,20	111,2±0,13	1,1±0,19	105,9±0,08	111,9±0,43	0,9±0,26
Kahraman	104,4±0,30	110,2±0,37	0,7±0,22	105,5±0,65	111,4±0,01	0,9±0,02	106,9±0,30	111,7±0,37	0,6±0,22	105,5±0,67	111,6±0,52	0,8±0,02
41	105,1±0,37	110,4±0,27	0,7±0,23	105,0±0,08	110,4±0,43	1,0±0,26	106,8±0,37	111,4±0,27	0,7±0,23	105,4±0,59	111,4±0,19	1,0±0,14
42	105,1±0,55	111,2±0,35	1,1±0,08	104,6±0,67	111,8±0,52	1,4±0,02	107,0±0,55	112,5±0,35	0,9±0,08	107,1±0,49	112,5±0,32	0,6±0,26
43	105,8±0,12	111,9±0,49	1,0±0,28	105,5±0,59	111,7±0,19	1,1±0,14	105,9±0,12	112,3±0,49	1,1±0,28	106,1±0,53	112,6±0,19	0,9±0,11
44	105,7±0,60	111,0±0,07	0,8±0,02	105,0±0,49	111,0±0,32	1,1±0,26	106,0±0,60	111,7±0,07	0,9±0,02	106,4±0,25	112,2±0,07	0,6±0,04
45	105,1±0,47	110,3±0,38	0,8±0,27	106,4±0,53	112,4±0,19	1,2±0,11	106,3±0,47	109,7±0,38	1,5±0,27	107,4±0,59	112,1±0,12	1,1±0,18
46	105,0±0,65	110,6±0,11	0,9±0,11	104,5±0,25	110,7±0,07	1,0±0,04	105,0±0,65	111,3±0,11	0,9±0,11	106,1±0,61	111,8±0,60	0,7±0,22
47	104,0±0,23	110,0±0,22	0,4±0,26	104,6±0,44	110,9±0,66	0,8±0,15	104,6±0,23	110,9±0,22	0,8±0,26	105,6±0,42	111,4±0,12	0,3±0,25
48	103,9±0,26	109,8±0,51	0,5±0,02	105,2±0,02	110,5±0,26	0,6±0,26	105,7±0,26	111,9±0,51	0,9±0,02	106,3±0,16	113,0±0,71	0,7±0,07
49	106,1±0,37	111,4±0,17	0,6±0,05	105,2±0,42	111,1±0,12	1,1±0,25	105,2±0,37	111,3±0,17	0,9±0,05	106,5±0,64	112,5±0,55	0,6±0,28
<b>Ortalama</b>	<b>104,7±0,32</b>	<b>110,6±0,71</b>	<b>0,7±0,23</b>	<b>105,1±0,81</b>	<b>111,2±0,69</b>	<b>0,9±0,26</b>	<b>105,8±0,76</b>	<b>111,6±0,82</b>	<b>0,8±0,25</b>	<b>106,1±0,54</b>	<b>111,8±0,72</b>	<b>0,8±0,33</b>
<b>En küçük</b>	<b>103,0</b>	<b>109,2</b>	<b>0,4</b>	<b>103,5</b>	<b>108,6</b>	<b>0,5</b>	<b>103,7</b>	<b>109,6</b>	<b>0,4</b>	<b>103,2</b>	<b>110,4</b>	<b>0,2</b>
<b>En büyük</b>	<b>106,3</b>	<b>112,5</b>	<b>1,4</b>	<b>106,9</b>	<b>112,5</b>	<b>1,6</b>	<b>108,3</b>	<b>113,1</b>	<b>1,6</b>	<b>112,8</b>	<b>114,3</b>	<b>1,7</b>

**Çizelge 4.19.** Kışlık yulaf örneklerinin protein denatürasyon geçişine ait sıcaklık ve entalpi değerleri

Hat/Çeşit	2014-2015 Ürün Yılı						2015-2016 Ürün Yılı					
	Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu			Kırklareli lokasyonu			Edirne lokasyonu		
	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)	To <sub>3</sub> (°C)	Tp <sub>3</sub> (°C)	ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)
Kırklar	104,4±0,55	109,6±0,09	0,4±0,08	104,7±0,19	109,9±0,41	0,7±0,24	104,3±0,49	110,4±0,60	0,9±0,15	105,6±0,03	111,2±0,17	0,7±0,17
2	105,5±0,43	110,6±0,30	0,6±0,26	106,5±0,49	112,0±0,20	0,9±0,23	106,3±0,28	112,5±0,25	1,2±0,19	107,5±0,11	113,1±0,04	1,5±0,15
3	104,0±0,15	109,8±0,42	0,8±0,02	105,6±0,51	111,3±0,13	1,0±0,09	105,1±0,41	111,8±0,63	1,9±0,09	104,8±0,21	110,9±0,46	1,1±0,11
4	107,0±0,54	111,5±0,28	0,6±0,25	105,4±0,44	111,1±0,68	0,9±0,06	105,5±0,49	111,9±0,45	1,0±0,05	105,5±0,41	113,2±0,24	1,0±0,25
5	104,3±0,49	109,4±0,60	0,4±0,15	108,9±0,48	111,5±0,58	1,2±0,13	106,2±0,44	112,1±0,45	1,2±0,07	105,8±0,10	111,0±0,54	0,8±0,09
6	105,8±0,28	110,8±0,25	0,8±0,19	105,9±0,14	111,5±0,54	1,0±0,05	106,4±0,43	112,4±0,40	1,5±0,21	106,2±0,20	111,4±0,39	0,9±0,06
7	106,1±0,41	111,6±0,63	0,8±0,09	106,7±0,03	112,3±0,17	1,1±0,17	108,0±0,63	113,4±0,55	1,0±0,10	107,6±0,50	113,0±0,29	0,9±0,05
8	107,7±0,49	111,9±0,45	0,9±0,05	107,0±0,11	112,2±0,04	1,1±0,15	107,4±0,40	113,4±0,14	1,4±0,24	107,0±0,66	112,6±0,19	1,0±0,20
9	104,3±0,44	110,0±0,45	0,4±0,07	104,3±0,21	110,8±0,46	0,8±0,11	105,0±0,09	111,7±0,19	0,9±0,28	104,7±0,49	111,2±0,41	0,7±0,13
10	105,5±0,43	111,2±0,40	0,7±0,21	105,6±0,41	111,9±0,24	1,1±0,25	105,8±0,18	112,7±0,35	1,3±0,05	105,8±0,07	112,2±0,38	1,0±0,01
11	106,7±0,58	111,2±0,29	0,5±0,12	105,8±0,10	111,1±0,54	0,8±0,09	105,6±0,49	111,6±0,70	1,0±0,25	106,1±0,29	111,6±0,21	0,6±0,01
12	106,9±0,08	112,1±0,18	0,4±0,05	105,3±0,20	112,0±0,39	0,6±0,06	104,8±0,61	112,3±0,38	0,9±0,05	105,4±0,26	112,9±0,14	0,8±0,23
13	107,3±0,63	112,4±0,64	0,8±0,22	107,5±0,50	112,6±0,29	1,0±0,05	107,6±0,61	113,3±0,54	1,4±0,25	107,2±0,46	114,7±0,68	1,7±0,11
14	105,4±0,58	110,4±0,03	0,6±0,16	105,5±0,66	110,8±0,19	1,2±0,20	105,0±0,08	111,7±0,69	1,5±0,14	105,3±0,66	111,0±0,42	1,1±0,19
15	106,3±0,42	111,2±0,32	0,6±0,11	106,1±0,49	110,9±0,41	1,0±0,13	105,8±0,36	111,5±0,09	1,2±0,07	104,7±0,40	110,1±0,46	1,1±0,15
16	106,0±0,61	110,8±0,38	0,6±0,05	106,0±0,07	111,0±0,38	0,8±0,01	106,4±0,26	110,8±0,32	1,2±0,08	106,8±0,37	111,3±0,23	0,7±0,20
17	106,0±0,61	111,1±0,54	0,6±0,25	105,7±0,29	111,8±0,21	1,1±0,01	104,8±0,41	111,5±0,31	1,7±0,28	105,3±0,13	111,1±0,25	0,8±0,06
18	106,4±0,08	111,3±0,69	0,6±0,14	106,4±0,26	111,7±0,14	0,7±0,23	107,0±0,01	112,8±0,40	0,8±0,03	104,9±0,32	113,6±0,30	1,0±0,12
19	106,7±0,36	111,6±0,09	1,1±0,07	106,1±0,46	111,8±0,68	1,3±0,11	106,7±0,27	112,8±0,21	0,9±0,18	106,3±0,35	112,5±0,59	1,5±0,15
Kahraman	105,3±0,26	110,4±0,32	0,6±0,08	105,3±0,66	111,4±0,42	1,3±0,19	105,2±0,33	111,3±0,36	0,9±0,05	105,0±0,03	111,0±0,51	1,1±0,09
21	105,9±0,41	111,4±0,31	0,5±0,28	105,0±0,40	110,9±0,46	1,0±0,15	105,5±0,63	112,1±0,07	1,5±0,09	105,9±0,22	111,8±0,52	0,8±0,27
22	106,6±0,01	112,0±0,40	0,7±0,03	105,4±0,37	112,0±0,23	1,1±0,20	106,1±0,68	113,0±0,27	0,9±0,24	105,2±0,47	112,2±0,31	1,2±0,01
23	107,6±0,27	112,2±0,21	0,8±0,18	107,3±0,13	112,9±0,25	1,0±0,06	108,4±0,58	113,4±0,29	0,9±0,12	107,2±0,42	112,6±0,54	1,0±0,11
24	106,6±0,33	112,3±0,36	0,4±0,05	105,9±0,32	112,5±0,30	0,8±0,12	106,5±0,08	113,0±0,18	0,4±0,05	105,2±0,24	112,1±0,34	0,7±0,04
25	105,9±0,63	111,6±0,07	0,8±0,09	105,3±0,35	111,4±0,59	0,9±0,15	107,6±0,63	112,9±0,64	0,5±0,22	106,5±0,39	112,6±0,45	0,9±0,18
26	105,8±0,68	110,8±0,27	1,0±0,24	105,1±0,03	109,8±0,51	1,0±0,09	106,4±0,58	112,3±0,03	1,4±0,16	106,5±0,58	111,9±0,53	1,0±0,12
27	106,6±0,63	112,0±0,55	0,9±0,10	107,4±0,22	111,9±0,52	1,0±0,27	107,0±0,42	113,3±0,32	1,5±0,11	107,1±0,57	112,7±0,49	1,3±0,04
28	107,0±0,40	109,3±0,14	0,9±0,24	105,9±0,47	111,1±0,31	1,2±0,01	105,7±0,51	112,8±0,18	1,7±0,02	103,7±0,67	111,1±0,60	1,0±0,07
29	105,6±0,09	111,0±0,19	0,6±0,28	106,4±0,42	111,8±0,54	1,0±0,11	106,9±0,46	111,8±0,63	0,6±0,24	111,2±0,18	114,8±0,66	0,6±0,09

30	105,0±0,18	110,3±0,35	0,8±0,05	105,9±0,24	111,2±0,34	0,9±0,04	105,9±0,29	112,1±0,60	1,1±0,05	106,8±0,41	113,1±0,20	0,7±0,24
31	104,8±0,49	110,1±0,70	0,7±0,25	104,6±0,39	110,2±0,45	0,7±0,18	105,1±0,65	111,8±0,04	0,9±0,15	105,4±0,30	110,3±0,38	0,6±0,27
32	107,2±0,51	111,5±0,18	0,8±0,02	106,6±0,58	111,0±0,53	1,2±0,12	106,6±0,67	112,6±0,38	2,0±0,21	107,8±0,04	112,2±0,30	1,3±0,03
33	103,7±0,46	109,1±0,63	0,5±0,24	104,7±0,57	110,5±0,49	0,8±0,04	104,4±0,28	109,4±0,46	0,7±0,16	106,5±0,03	113,3±0,02	0,9±0,12
34	106,5±0,29	111,5±0,60	0,4±0,05	107,1±0,67	111,8±0,60	0,5±0,07	105,6±0,38	112,4±0,33	1,1±0,10	107,2±0,66	113,0±0,01	0,6±0,13
35	106,3±0,65	111,9±0,04	0,5±0,15	106,3±0,18	111,8±0,66	0,8±0,09	105,5±0,09	112,5±0,67	1,1±0,08	107,8±0,51	113,4±0,18	1,0±0,02
36	105,9±0,67	110,4±0,38	0,6±0,21	106,4±0,41	111,1±0,20	0,9±0,24	106,9±0,63	108,8±0,45	0,7±0,10	106,3±0,56	111,1±0,24	1,2±0,16
37	104,2±0,28	110,5±0,46	0,4±0,16	105,7±0,30	111,9±0,38	0,7±0,27	105,8±0,16	112,4±0,53	0,8±0,06	106,4±0,02	113,3±0,61	0,9±0,22
38	104,8±0,38	110,2±0,33	0,4±0,10	105,5±0,04	110,8±0,30	0,8±0,03	105,0±0,49	110,5±0,08	0,6±0,21	106,1±0,59	111,9±0,15	0,7±0,21
39	106,9±0,09	111,7±0,67	0,5±0,08	106,7±0,03	112,1±0,02	1,0±0,12	106,2±0,56	112,4±0,51	1,0±0,23	108,2±0,14	112,4±0,52	0,7±0,11
Yeniçeri	104,6±0,63	109,8±0,45	0,4±0,10	106,3±0,66	111,5±0,01	0,8±0,13	105,3±0,56	111,1±0,17	1,0±0,14	105,8±0,25	112,6±0,46	0,8±0,04
41	107,8±0,16	109,1±0,53	1,3±0,06	105,6±0,51	111,0±0,18	1,3±0,02	105,5±0,38	112,0±0,24	1,9±0,00	106,2±0,28	112,3±0,61	1,4±0,16
42	107,4±0,49	111,5±0,08	0,8±0,21	105,3±0,56	111,3±0,24	0,9±0,16	105,7±0,50	111,7±0,06	1,2±0,17	106,6±0,59	111,7±0,34	0,9±0,18
43	105,3±0,56	110,4±0,51	0,2±0,23	105,5±0,02	110,8±0,61	0,7±0,22	104,9±0,64	111,8±0,40	0,9±0,04	105,5±0,68	112,1±0,61	0,8±0,15
44	106,0±0,56	111,2±0,17	0,5±0,14	105,0±0,59	111,3±0,15	0,9±0,21	104,4±0,63	111,6±0,53	1,4±0,16	106,0±0,68	112,4±0,37	0,8±0,13
45	105,6±0,38	110,9±0,24	0,5±0,00	105,9±0,14	111,6±0,52	1,1±0,11	104,8±0,53	111,6±0,30	1,6±0,02	106,5±0,23	112,7±0,27	0,6±0,13
46	107,6±0,50	112,3±0,06	0,6±0,17	106,0±0,25	111,5±0,46	1,5±0,04	105,2±0,15	111,7±0,51	1,5±0,04	106,5±0,15	112,4±0,46	1,3±0,13
47	105,8±0,64	111,1±0,40	0,9±0,04	106,2±0,28	110,9±0,61	1,2±0,16	106,5±0,67	112,6±0,45	1,4±0,02	106,4±0,48	113,0±0,54	1,2±0,03
48	105,6±0,58	110,2±0,59	0,5±0,23	105,7±0,59	110,7±0,34	0,9±0,18	107,0±0,47	109,2±0,58	0,2±0,24	106,3±0,45	112,0±0,42	0,7±0,11
49	105,8±0,44	110,9±0,19	0,5±0,12	106,4±0,68	112,1±0,61	0,8±0,15	105,0±0,59	112,0±0,07	1,3±0,02	106,8±0,50	113,1±0,16	0,8±0,04
50	104,9±0,48	110,2±0,25	0,5±0,05	104,0±0,68	109,8±0,37	0,7±0,13	105,1±0,26	111,3±0,51	1,0±0,28	104,8±0,30	111,3±0,62	0,9±0,15
51	106,3±0,30	111,5±0,32	0,5±0,14	104,7±0,23	111,0±0,27	0,7±0,13	105,0±0,11	112,4±0,31	1,3±0,13	105,9±0,34	113,1±0,59	1,1±0,01
52	104,8±0,32	110,3±0,30	0,5±0,01	105,2±0,15	111,3±0,46	0,8±0,13	106,4±0,05	111,8±0,20	0,9±0,08	105,4±0,52	112,0±0,48	1,2±0,01
53	105,3±0,01	110,1±0,47	0,7±0,19	104,6±0,48	110,3±0,54	1,1±0,03	105,8±0,67	112,0±0,41	1,4±0,24	106,1±0,70	111,8±0,00	1,9±0,02
54	106,3±0,71	111,1±0,06	0,9±0,25	106,5±0,45	111,5±0,42	1,1±0,11	106,2±0,19	111,7±0,09	1,3±0,15	106,3±0,50	109,7±0,34	1,0±0,23
55	107,3±0,11	110,7±0,31	0,3±0,13	104,7±0,50	110,5±0,16	0,6±0,04	106,4±0,03	112,1±0,22	0,7±0,17	106,0±0,46	109,2±0,20	0,6±0,14
56	106,0±0,05	111,2±0,20	0,4±0,08	105,9±0,30	111,1±0,62	0,8±0,15	105,1±0,24	111,6±0,55	0,6±0,08	107,9±0,41	113,3±0,41	0,6±0,26
57	106,9±0,67	112,0±0,41	0,7±0,24	103,3±0,34	110,2±0,59	0,6±0,01	105,0±0,14	111,2±0,34	0,6±0,21	105,0±0,29	108,3±0,60	0,5±0,14
58	106,3±0,19	111,6±0,09	0,7±0,15	106,6±0,63	112,0±0,53	0,7±0,16	105,2±0,18	112,1±0,03	1,4±0,00	104,5±0,25	108,8±0,25	0,8±0,16
59	103,9±0,03	110,1±0,22	0,4±0,17	106,4±0,53	111,6±0,30	0,6±0,02	106,6±0,32	112,9±0,67	0,8±0,28	104,8±0,19	108,2±0,01	0,7±0,03
Sebat	107,6±0,24	112,0±0,55	0,3±0,08	107,2±0,15	111,7±0,51	0,8±0,04	104,9±0,01	111,2±0,13	1,3±0,11	107,4±0,54	113,1±0,38	0,7±0,23
61	106,3±0,14	110,9±0,34	0,8±0,21	107,1±0,67	109,6±0,45	1,2±0,02	107,6±0,32	112,5±0,26	1,0±0,11	106,5±0,52	111,6±0,51	1,1±0,24
62	106,7±0,18	111,4±0,03	0,9±0,00	106,3±0,47	110,1±0,58	1,3±0,24	107,5±0,47	111,2±0,61	0,8±0,17	106,7±0,07	111,5±0,25	1,3±0,00
63	106,8±0,32	111,3±0,67	0,7±0,28	106,7±0,59	110,2±0,07	1,1±0,02	106,8±0,19	112,4±0,41	1,0±0,24	106,2±0,52	112,5±0,05	1,0±0,24
64	105,9±0,01	110,9±0,13	0,8±0,11	105,3±0,26	110,8±0,51	1,2±0,28	106,0±0,49	111,9±0,20	1,2±0,23	105,9±0,11	111,9±0,15	1,4±0,22
<b>Ortalama</b>	<b>106,0±0,82</b>	<b>111,0±0,82</b>	<b>0,6±0,21</b>	<b>105,9±0,41</b>	<b>111,3±0,72</b>	<b>0,9±0,22</b>	<b>105,9±0,64</b>	<b>111,9±0,93</b>	<b>1,1±0,37</b>	<b>106,2±0,61</b>	<b>112,0±1,31</b>	<b>1,0±0,29</b>
<b>En küçük</b>	<b>103,7</b>	<b>109,1</b>	<b>0,2</b>	<b>103,3</b>	<b>109,6</b>	<b>0,5</b>	<b>104,3</b>	<b>108,8</b>	<b>0,2</b>	<b>103,7</b>	<b>108,2</b>	<b>0,5</b>
<b>En büyük</b>	<b>107,8</b>	<b>112,4</b>	<b>1,3</b>	<b>108,9</b>	<b>112,9</b>	<b>1,5</b>	<b>108,4</b>	<b>113,4</b>	<b>2,0</b>	<b>111,2</b>	<b>114,8</b>	<b>1,9</b>





**Şekil 4.7.** 2014-2015 ve 2015-2016 ürün yılında yulaf örneklerinin lokasyon bazında termal özelliklerine ait değerleri

Entalpi değerleri kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

1. ve 2. yıl yulafın termal özelliklerine ait değerleri (°C ve J/g, k.m.) kendi içlerinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde yazılmış aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ( $p \geq 0,05$ ).

Hoover ve Senanayake [51] yulaf çeşitlerinde yaptığı DTK analizi sonucunda (nişasta:su oranı=1:3), jelatinizasyon sıcaklığının 57,6°C civarında ve entalpinin 5,9 J/g olduğunu, kavuzsuz çeşitte ise bu değerlerin daha yüksek olduğunu (67,0°C ve 8,4 J/g) bildirmiştir. Araştırmacılar, kavuzlu yulaf çeşidinin daha yüksek oranda bağlı lipit, yani amiloz-lipit kompleksi içermesi sebebiyle daha düşük jelatinizasyon entalpi değerine sahip olduğunu öne sürmüşlerdir.

Zhou ve ark. [48] tam yulaf unundan yaptığı DTK analizinde, jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değerini 59,0-62,8°C ve 5,1-5,6 J/g; amiloz-lipit kompleksine ait sıcaklık ve entalpi değerini 93,3-93,6°C ve 1,2 J/g; globulin denatürasyonuna ait değerleri ise sırasıyla 116,2-116,8°C ve 0,5-1,3 J/g arasında bulmuşlardır. Çalışmamızda literatürde yulaf unuyla yapılan benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Yulaf nişastasının jelatinizasyon sıcaklık ve entalpi değeri, mısır ve pirinç nişastasına göre belirgin bir şekilde düşük iken arpa ve buğday nişastasından yüksektir [52]. Düşük jelatinizasyon sıcaklığı ve kısa sürede jelatinizasyonun sonlanması, ticari olarak ürün işlenmesi sırasında, kısa sürede yeterli jelatinizasyonun sağlanmasında avantaj sağlamaktadır [8]. Tez çalışmasında, bu bakımdan ön plana çıkan örnekler; yazlık yulaf örneklerinde 6, 47, 34, 46, 23 numaralı hatlar ile kışlık yulaf örneklerinde 3, 63, 13 numaralı hatlar olmuştur. Seçilen örneklerin jelatinizasyon entalpisinin diğer örneklere göre daha düşük olmasının, nişasta granüllerinin daha düzensiz kristal yapısına sahip olması, örneklerin bağlı lipit miktarının ve/veya su aktivitesini etkileyen diğer bileşenlerinin (besinsel lif, şeker, protein vb.) fazla olması gibi durumlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda jelatinizasyon entalpisinin, endotermik (nişasta kristallerinin erimesi) ve ekzotermik iki geçişin (amiloz-lipit kompleksinin kristalizasyonu) yarışına bağlı olarak azalabildiği ve nişastada bağlı lipit, yani amiloz-lipit kompleksi miktarı arttıkça, jelatinizasyon entalpi değerinin azaldığı bildirilmiştir [30;48;72]

Culetu ve Duta [49] yulaf unu ve yulaf kepeğinin jelatinizasyon entalpi değerlerini sırasıyla 5,54 ve 4,67 J/g km olarak bulmuş ve yulaf kepeğinin jelatinizasyon entalpi değerinin yulaf ununa göre daha az olmasının, yulaf kepeğinin besinsel lif içeriğinin daha fazla olmasından (besinsel lifin nişasta granüllerindeki suyu tutmasına bağlı olarak) kaynaklandığını belirtmiştir.



Yağ miktarı ve incelenen termal özellikler arasında yapılan korelasyon analizinden elde edilen sonuçlara göre, yağ miktarı ile jelatinizasyon entalpisi ( $r=-0,186$ ), amiloz-lipit kompleksi erime entalpisi ( $r=-0,097$ ) ve protein denatürasyon sıcaklığı ( $r=-0,099$ ) arasında negatif yönde zayıf bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Protein denatürasyon sıcaklığı ile amiloz-lipit kompleksi erime geçiş sıcaklığı ( $r=0,536$ ) ve entalpisi ( $r=0,403$ ) arasında ise pozitif yönde bir ilişki görülmüştür. Çizelge 4.20’de incelenen diğer termal özelliklerin birbirleri ile olan ilişkileri gösterilmiştir.

**Çizelge 4.20.** Yağ miktarı ile yulafın termal özellikleri arasındaki ilişkilere ait Spearman korelasyon değerleri.

	Yağ (%)	Tp <sub>1</sub>	ΔH <sub>1</sub>	Tp <sub>2</sub>	ΔH <sub>2</sub>	Tp <sub>3</sub>	ΔH <sub>3</sub>
Yağ miktarı (%)	1,000	0,071	-0,186**	-0,046	-0,097*	-0,099*	-0,059
Tp <sub>1</sub> (°C)		1,000	0,056	-0,266**	-0,344**	-0,319**	-0,045
ΔH <sub>1</sub> (J/g, k.m.)			1,000	0,171**	0,158**	0,119*	0,010
Tp <sub>2</sub> (°C)				1,000	0,263**	0,536**	-0,004
ΔH <sub>2</sub> (J/g, k.m.)					1,000	0,403**	0,238**
Tp <sub>3</sub> (°C)						1,000	0,253**
ΔH <sub>3</sub> (J/g, k.m.)							1,000

\*\*p≤0,01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\* p≤0,05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

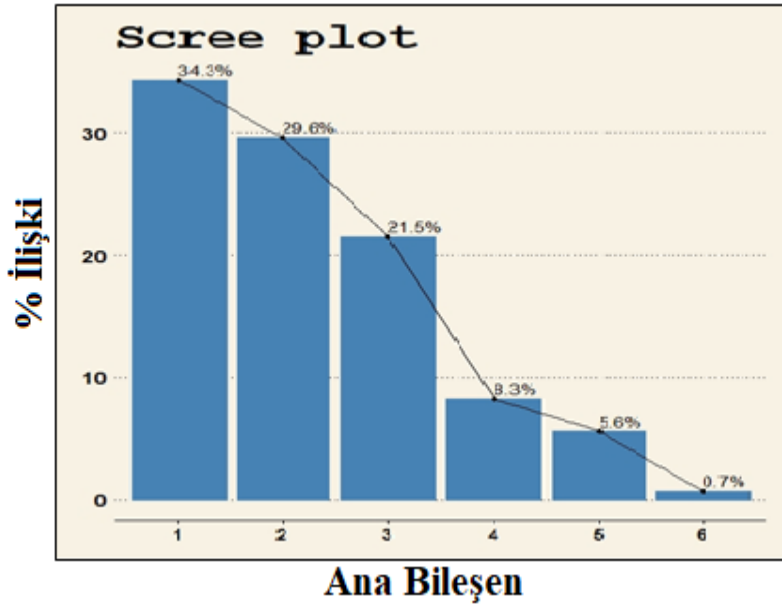
n=452

#### 4.5. Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) ile Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında ele alınan yağ asitlerinin ve termal özelliklerin birbirleriyle olan ilişkilerini incelemek için temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Bu analiz ile birlikte çok sayıda değişken içeren bu deneylerin (yağ asidi kompozisyonu ve DTK), daha az sayıda bileşen altında toplanarak boyut indirgenmesi ve yorumlanması sağlanmıştır.

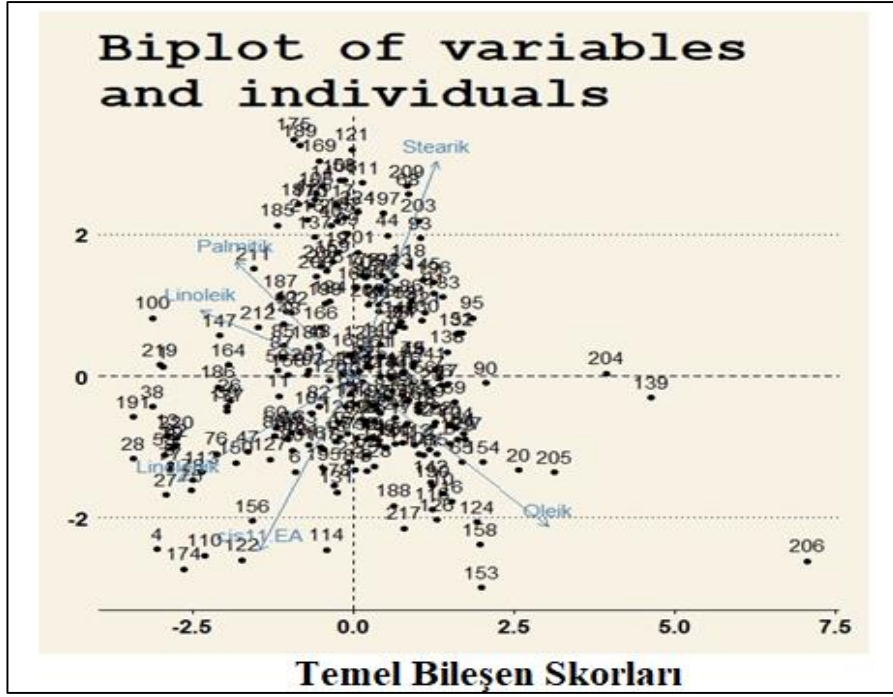
##### 4.5.1. Yağ Asidi Kompozisyonunun Temel Bileşenler Analizi ile Değerlendirilmesi

Biplot analizi ile incelenen özellikler arasındaki ilişkilerin, %34,3'ü Ana Bileşen 1, %29,6'sı Ana Bileşen 2 ve %21,5'i Ana Bileşen 3 olmak üzere, 3 boyut ile verideki değişimin %85'i açıklanabilmektedir (Şekil 4.8).



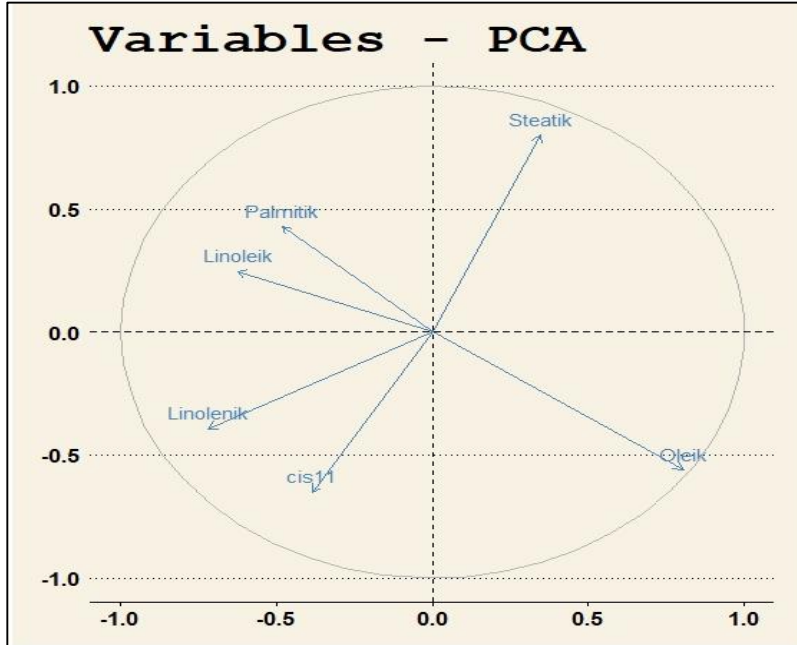
Şekil 4.8. Boyut açıklama grafiği

Hat/çeşit numaralarına göre inceleme yapıldığında gözlemlere göre yüklemeler Şekil 4.9'daki grafikten incelenebilir. Grafikte, 206, 139 (Kırklareli 41 numaralı hat) ve 204 (Edirne 42 numaralı hat) numaralı örneklerin genel örneklemden aykırı hareket ettiği ve gözlem numarası 206 olan örneğin (Edirne 44 numaralı hat) en yüksek temel bileşen skoruna sahip olduğu görülmektedir.



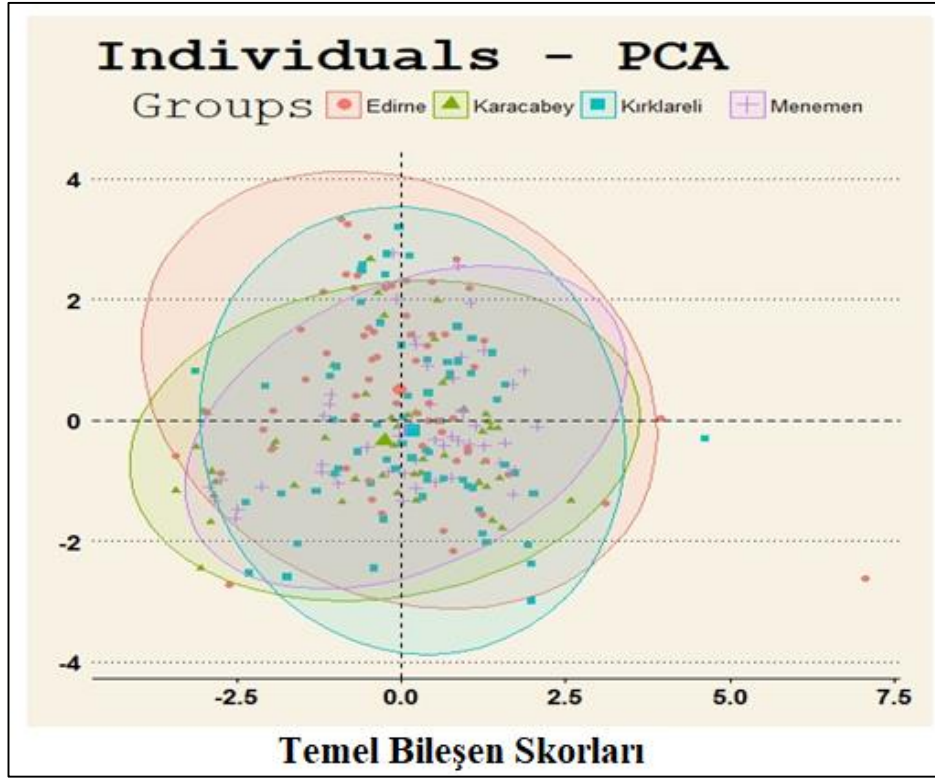
Şekil 4.9. Yulaf hat/çeşitlerinin incelenen yağ asitleri ile olan ilişkisi

Biplot grafiğinden elde edilen boyutlar incelendiğinde; palmitik ve linoleik asidin aynı boyutta, linolenik ve cis-11-eikosenoik asidin de benzer şekilde hareket ettiği görülmektedir. Stearik ve oleik asit ise diğer yağ asitlerinden farklı olacak şekilde kendileri, temel bileşen gibi görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınan yağ asitlerinin Biplot analizi ile gruplandırılması

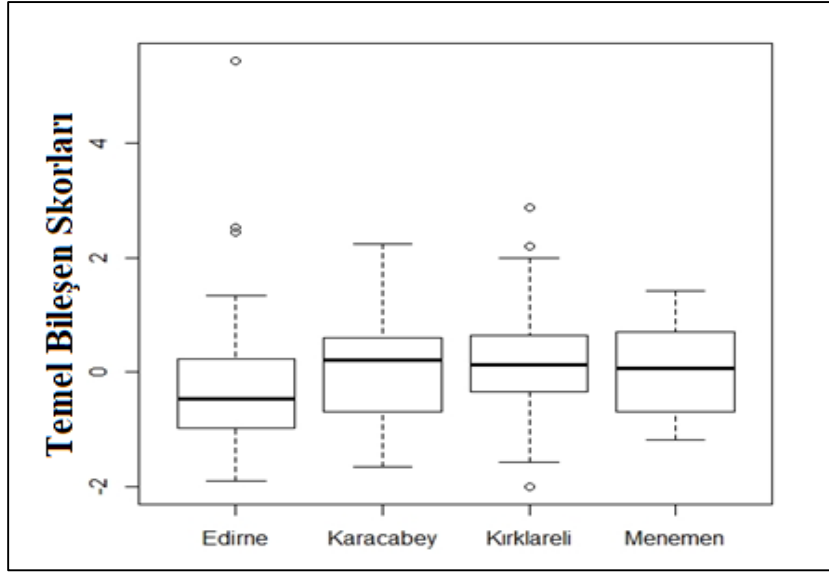
Boyutlar ve bölgelere göre gruplandırma yapıldığında, Edirne ve Kırklareli, Karacabey ve Menemen iki boyutta birbirlerine benzer şekilde saçılmaktadır. Bazı gözlemlerin ise aykırı dağıldığı görülmektedir (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11.** Lokasyonların incelenen yağ asitlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.10 ve Şekil 4.11 birlikte incelendiğinde; değerlendirilmeye alınan bütün yağ asitleri bölgelerinde dört lokasyondan da benzer ölçümler elde edildiği görülmektedir.

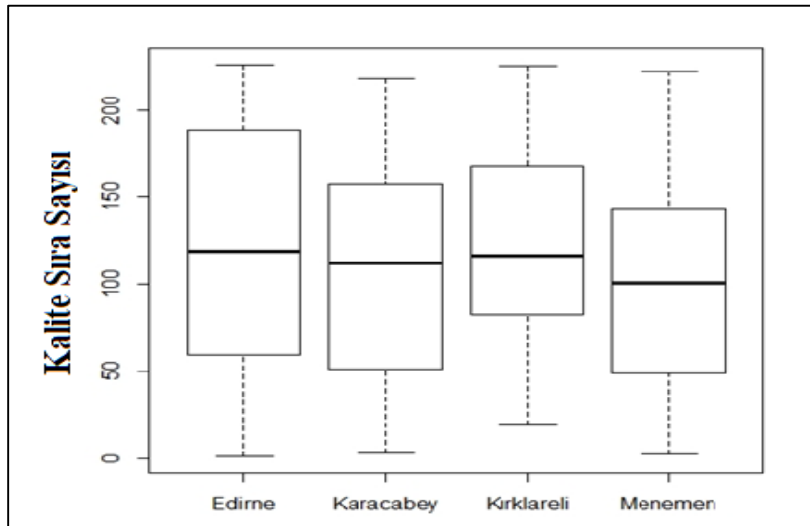
Tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asidin, hem insan beslenmesinde hem de depolama stabilitesinin sağlanmasında öneme sahip olması sebebiyle yüksek değerde (%) olması istenmektedir. Bu sebeple temel bileşenlere göre kalite sıralaması yapılırken kalite indikatörü olarak oleik asit baz alınmıştır. Temel bileşenlere göre kalite sıralaması yapıldığında, aşağıdaki boxplot grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.12). Gözlemler arasında aykırı değerler bulunduğundan veri kümesindeki skor karşılaştırmaları ortalama ve ortancaya göre farklılık göstermektedir. Ortanca skorlarında kalite yönünden lokasyonlar arasında Karacabey (skor puanı 0,20), Kırklareli (0,13), Menemen (0,06) ve Edirne (-0,48) sıralaması yapılmaktadır.



**Şekil 4.12.** Lokasyonların oleik asit ortanca değerleri bazında temel bileşen skorlarına ait box-plot grafiği

Gözlemler faktörlerde almış oldukları temel bileşen skorlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanmış, oleik asit açısından hat/çeşit bazında en yüksek skorlar sırasıyla; Edirne 44 numaralı hat, Kırklareli 41 numaralı hat, Edirne 42 numaralı hat ve Edirne 43 numaralı hat ve Karacabey Checota standardından elde edilmiştir.

Lokasyonlara ait kalite skor sırası açısından inceleme yapıldığında ise Menemen kalite bakımından en üst sırada yer alan lokasyondur. Menemen lokasyonunu sırasıyla Karacabey, Kırklareli ve Edirne lokasyonları takip etmektedir. Ancak Şekil 4.13'teki box-plot grafiğinden de görülebileceği gibi ortalamalar arasında büyük bir farklılık bulunmamaktadır.

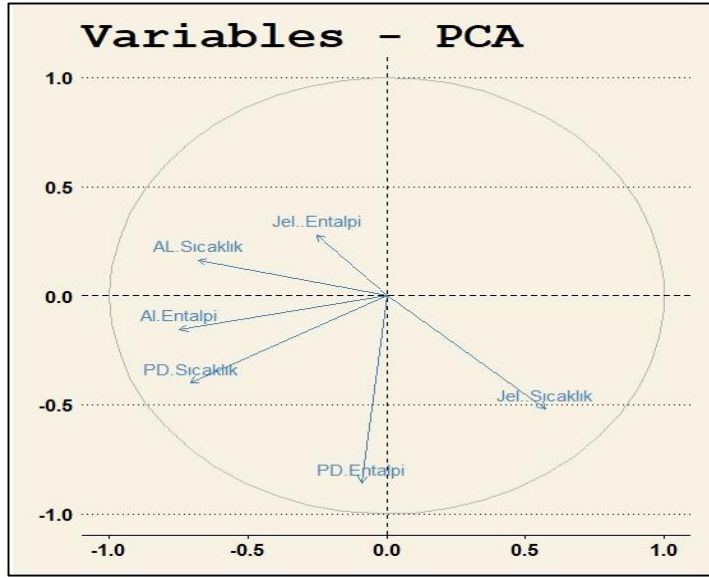


**Şekil 4.13.** Lokasyonların oleik asit kalite sıra sayısını gösteren box-plot grafiği

#### 4.5.2. DTK ile İncelenen Termal Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi ile Değerlendirilmesi

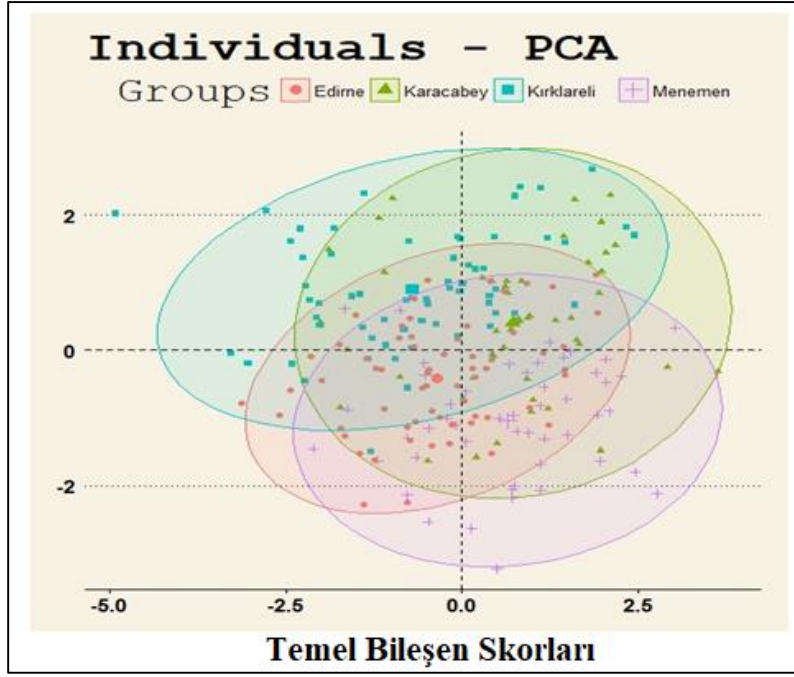
Biplot analizi ile, DTK’da incelenen özellikler arasındaki ilişkilerin, %31,7’si Ana Bileşen 1, %21,7’si Ana Bileşen 2 ve %16,7’si Ana Bileşen 3 olmak üzere, 3 boyut ile verideki değişimin %70’i açıklanabilmektedir.

Biplot grafiğinden elde edilen boyutlar incelediğinde; jelatinizasyon entalpisi ve amiloz-lipit kompleksi erime sıcaklığı aynı boyutta, amiloz-lipit kompleksi erime entalpisi, protein denatürasyon sıcaklığı ve protein denatürasyon entalpisi bir arada aynı boyutta ve jelatinizasyon sıcaklığı da diğer özelliklerden farklı olacak şekilde tek başına, temel bileşen gibi görülmektedir (Şekil 4.14).



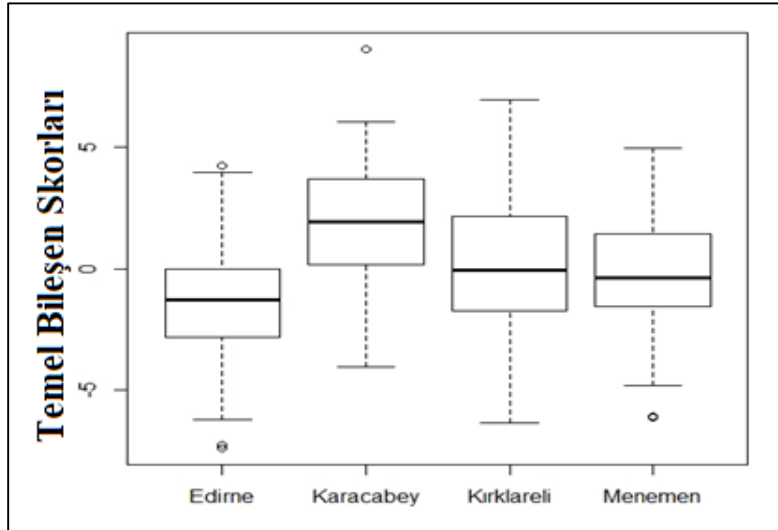
Şekil 4.14. DTK ile incelenen termal özelliklerin Biplot analizi ile gruplandırılması

Boyutlar ve bölgelere göre gruplandırma yapıldığında, lokasyonların birbirlerine benzer şekilde saçıldığı görülmektedir (Şekil 4.15). Jelatinizasyon entalpisi ve amiloz-lipit kompleksi geçiş sıcaklığı bölgesindeki dağılım Kırklareli lokasyonunda, protein denatürasyonu entalpisi bölgesindeki dağılım ise daha çok Edirne lokasyonunda görülmüştür.



**Şekil 4.15.** Lokasyonların DTK ile incelenen termal özelliklere göre gruplandırılması

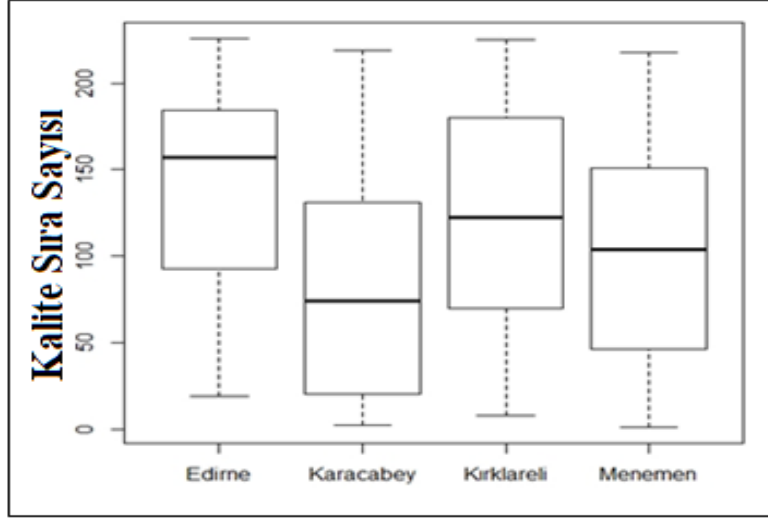
Temel bileşenlere göre kalite sıralaması yapıldığında, aşağıdaki boxplot grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.16). Bu grafiğe göre kalite yönünden lokasyonlar arasında Karacabey en iyi lokasyon iken; Karacabeyi sırasıyla Kırklareli, Menemen ve Edirne izlemektedir.



**Şekil 4.16.** Lokasyonların DTK ile incelenen termal özellikleri ortanca değerleri bazında temel bileşen skorlarına ait box-plot grafiği

Gözlemler faktörlerde almış oldukları temel bileşen skorlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanmış, incelenen termal özellikler açısından hat/çeşit bazında en yüksek kalite skorları sırasıyla Karacabey 47 numaralı hat, Kırklareli 5 numaralı hat, Kırklareli Kırklar standardı, Karacabey 24 numaralı hat ve Karacabey lokasyonunda Fetih standardından elde edilmiştir.





**Şekil 4.17.** Lokasyonların termal özellikleri kalite sıra sayısını gösteren box-plot grafiği

Lokasyonlara ait kalite skor sırası açısından inceleme yapıldığında ise sıralama Karacabey, Menemen, Kırklareli ve Edirne şeklindedir. Şekil 4.17'deki Box-plot grafiğinden görülebileceği gibi özellikle Karacabey lokasyonu kalite skoru açısından diğer lokasyonlardan oldukça üstün durumdadır.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada son yıllarda ülkemizde ve dünyada giderek daha fazla ilgi gösterilen yulafların, insan beslenmesine uygunluğu ile birlikte lipaz aktivitesi, yağ asidi kompozisyonu ve termal özellikleri araştırılmıştır.

İki yıl süreyle analiz edilen örneklerin (n=452) yağ miktarı (k.m.'de) %5,7-13,7 (ortalama değeri %8,9±1,31) aralığında değişmiştir. Yağ miktarı üzerine çeşit ve lokasyon etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ); fakat lokasyona ( $\eta^2=0,115$ ) göre çeşidin etki değerinin ( $\eta^2=0,710$ ) daha büyük olduğu görülmüştür. İki ürün yılının sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, yağ miktarı (%) açısından insan beslenmesi ve depolama stabilitesinin iyileştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarında kullanılabilecek yağ oranı diğer hat/çeşitlere göre daha düşük olan hatlar kışlık yulaf örneklerinden; 24, 12, 15 ve 29 numaralı hatlar ile yazlık örneklerden; 38, 43, 9 numaralı hatlar ile Sarı ve Kahraman standartları olarak belirlenmiştir.

Yulaf çeşitlerinde başlıca üç yağ asidi olan oleik asit (%34,2-48,2), linoleik asit (%29,9-43,5) ve palmitik asit (%12,8-21,2), yulafların yağ asidi kompozisyonunun %90-95'ini oluşturmuştur. Yulafta bu üç majör yağ asitleri dışında stearik (%1,1-3,6), linolenik (%0,6-1,4) ve cis-11-eikosenoik asit (%0,6-1,5) ile düşük miktarda (%1'in altında) miristik, palmitoleik, araşidik, behenik, lignoserik ve nervonik asit saptanmıştır. Yulaf örneklerinin (n=452) ortalama palmitik, oleik, linoleik, stearik, linolenik, cis-11-eikoseonik asit değerleri (%) sırasıyla 16,4-40,4-36,0-2,1-0,9-0,9 olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada yulaftaki majör yağ asitlerinden palmitik, linoleik ve oleik asit üzerine lokasyon etkisinin anlamlı olduğu; buna karşın minör yağ asitleri ortalaması üzerine, lokasyonun etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu üzerine yulaf çeşidinin etkisininin çevresel faktörlerden daha önemli olduğu belirlenmiştir.

Yağ miktarı ile majör ve minör yağ asitleri arasında yapılan korelasyon analizinden elde edilen sonuçlara göre yağ miktarı ile oleik asit arasında pozitif bir korelasyon olduğu ( $r=0,542$ ) belirlenmiştir. Yağ miktarı ile linoleik ( $r=-0,418$ ), palmitik ( $r=-0,200$ ), linolenik ( $r=-0,320$ ), ve cis-11-eikosenoik asit ( $r=-0,174$ ) arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Yulafta majör yağ asitlerinden palmitik asit oranı arttıkça linoleik ( $r=-0,106$ ) ve oleik asidin ( $r=-0,528$ ) azaldığı; oleik asit arttıkça linoleik asit ( $r=-0,685$ ) oranının azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmada her iki ürün yılında da yazlık yulaf çeşitlerinin kışlık yulaf çeşitlerine göre daha fazla palmitik asit ve daha az linoleik asit içerdiği (depolama stabilitesi yüksek) belirlenmiştir. Kırklareli lokasyonundan hasat edilen kışlık yulaf örneklerinin ÇDYA/DYA oranının yüksek olduğu ve DYA, TDYA, ÇDYA kompozisyonu bakımından insan beslenmesine daha uygun yağ asidi bileşimine sahip olduğu gözlenmiş olup Edirne-28 nolu hat ve Karacabey-16 nolu hatlar insan beslenmesinde kullanılmak üzere ön plana çıkmıştır.

Linoleik ve linolenik asit (ÇDYA), insan vücudunda sentezlenemeyen esansiyel yağ asitleri olması açısından insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Fakat; aynı zamanda çoklu doymamış yağ asitleri, oksidatif ransidite nedeniyle gıdaların depolama stabilitesini (raf ömrü) olumsuz etkilemektedir. Tezde kullanılan yulaf örneklerinde, insan sağlığı açısından önemli olan ÇDYA/DYA oranı, 1,48-2,91 arasında değişmiştir. Bu değer, Dünya İnsan Sağlığı Organizasyonunun (2003) önerdiği orandan (0,4) çok daha yüksektir. Bu nedenle, hem insan beslenmesine yönelik kullanımının uygun olması hem de depolama stabilitesi bakımından (ÇDYA düşük, DYA yüksek) Menemen lokasyonunda yetiştirilen yazlık yulaf çeşitlerinin ön plana çıktığı belirlenmiş olup; yulaf örnekleri arasından Menemen’de 4 numaralı hat, Fetih ve Checota standardı; Karacabey’de Fetih ve Kahraman standart çeşitleri; Kırklareli ve Edirne lokasyonunda ise 12 ve 44 numaralı hatlar ön plana çıkmıştır.

Yağ asidi kompozisyonunun Temel Bileşenler Analizi ile belirlenen lokasyon bazında kalite skor sıralaması Menemen Karacabey, Kırklareli ve Edirne şeklindedir. Yulaf hat/çeşidi bazında kalite indikatörü olan oleik asit açısından en yüksek skorlar ise sırasıyla; Edirne 44 numaralı hat, Kırklareli 41 numaralı hat, Edirne 42 numaralı hat ve Edirne 43 numaralı hat ve Karacabey Checota standardından elde edilmiştir.

Depolama stabilitesinin belirlenmesinde büyük öneme sahip lipaz aktivitesi değeri, yulaf örneklerinde (n=452), 0,5-9,4 (ortalaması 3,7±1,81) U/g arasında değişmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda yağ miktarı ile lipaz aktivitesi (2 yıl sonuçları birlikte) arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür (p>0,05, r=0,065).

Çalışmada kullanılan alternatif yazlık standart yulaf çeşitlerinden Sarı ve Kahraman’ın diğer standart çeşitlere kıyasla hem daha düşük yağ oranına hem de daha düşük lipaz aktivitesine ve dolayısıyla daha yüksek depolama stabilitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yönüyle, hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere tescillenen bu standart çeşitlerin, insan beslenmesi için de kullanımında depolama stabilitesi açısından uygun oldukları görülmektedir.

Yazlık yulaf örneklerinden her iki ürün yılı da en düşük lipaz aktivitesi değerleri 48, 7, 14, 37, 36 numaralı hatlardan; kışlık örneklerden ise Kırklar standart çeşidi, 41, 3, 28, 39 ve 64 numaralı hatlardan elde edilmiştir.

Yulaf örneklerinin termal özelliklerinin belirlenmesinde Diferansiyel Taramalı Kalorimetre kullanılmış ve yapılan analiz sonucunda elde edilen termogramlarda üç endotermik geçiş gözlenmiştir. Bu geçişlerden ilki, nişasta kristal yapısının kaybolduğu jelatinizasyon geçişi; ikincisi amiloz-lipit kompleksine ait erime geçişi ve üçüncüsü de yulaf depo proteinlerine ait (globulinler) denatürasyon geçiştir.

Tez kapsamında araştırılan tüm yulaf örneklerinde (n=452) jelatinizasyonun gerçekleştiği sıcaklık değerlerinin 60,5-67,6°C (ortalaması 64,0±1,45°C) ve entalpi değerinin 4,0-9,1 J/g k.m. (ortalaması 5,8±0,62 J/g k.m.); amiloz-lipit kompleksine ait geçiş sıcaklık değerinin 91,0-97,9°C (ortalaması 93,7±0,79°C); entalpi değerinin 0,4-2,0 J/g k.m. (ortalaması 1,2±0,25 J/g k.m.) ve protein denatürasyonunun gerçekleştiği sıcaklık değerinin 108,2-114,8°C (ortalaması 111,4±0,99°C); entalpi değerinin ise 0,2-1,9 J/g k.m. (ortalaması 0,9±0,31 J/g k.m.) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Yulafın düşük jelatinizasyon sıcaklığına sahip olması ve jelatinizasyon olayının kısa sürede sonlanması sebebiyle ticari olarak ürün işlenmesi esnasında kısa sürede yeterli jelatinizasyonun sağlanması açısından avantaj sağlamaktadır. Bu bakımdan ön plana çıkan örnekler; yazlık yulaf örneklerinde 6, 47, 34, 46, 23 numaralı hatlar ile kışlık yulaf örneklerinde 3, 63, 13 numaralı hatlar olmuştur.

Amiloz-lipit kompleksi geçişine ait yüksek entalpi değeri, yulaf nişastasında bulunan yüksek lipit oranını yansıtmaktadır. Lipitler, nişasta ihtiva eden gıdalarda kompleks (helical inclusion) bileşikler oluşturarak retrogradasyonu geciktirmektedir. Retrogradasyonun geciktirilmesinde rol oynayarak ekmek gibi ürünlerin raf ömrünün uzatılmasını sağlayabilecek, kompleks bileşiklerin (helical inclusion) miktarının fazla olduğu (amiloz-lipit geçiş entalpisinin fazla olduğu) hat/çeşitler; yazlık örneklerde 43, 18, 34, 14 ve 22 numaralı hatlar ile kışlık örneklerde Sebat standart çeşidi, 63, 64, 8, 23 ve 13 numaralı hatlar olmuştur.

Çalışmada kullanılan yulaf örnekleri arasından termal stabilitesi daha yüksek olan (yüksek protein denatürasyon sıcaklığına sahip) hat/çeşitler; yazlık örneklerde 18, 3 ve 8 numaralı hatlar ile kışlık örneklerde 29, 13 ve 23 numaralı hatlardır.

Diferansiyel Taramalı Kalorimetre ile incelenen termal özelliklerin lokasyon bazında kalite skor sıralaması, Temel Bileşenler Analizi ile belirlenmiş ve sıralamanın Karacabey, Menemen, Kırklareli ve Edirne biçiminde olduğu tespit edilmiştir. Yulaf hat/çeşidi bazında kalite açısından en yüksek skorlar ise sırasıyla; Karacabey 47 numaralı hat, Kırklareli 5 numaralı hat, Kırklareli Kırklar standardı, Karacabey 24 numaralı hat ve Karacabey lokasyonunda Fetih standardından elde edilmiştir.

Araştırmada yapılan analizler birlikte değerlendirildiğinde incelenen yulaf materyallerinden hem insan beslenmesine uygun hem de depolama stabilitesi yüksek olan örnekler; yazlık materyallerden 43, 14, 34, 18, 4 numaralı hatlar ile Checota, Fetih ve Kahraman standardı; kışlık ıslah örneklerinden ise 3, 12, 13, 23, 29, 44 ve 64 numaralı hatlar olarak belirlenmiştir. Bu yulaf hat/çeşitlerinin diğer tarımsal (verim, hastalıklara ve yatmaya karşı dayanıklılık, vs) ve beslenme özelliklerinin de uygun olması durumunda; tescile aday yeni yulaf çeşitleri olma potansiyelleri yüksektir.

## KAYNAKLAR

- [1] Yaver E., and Ertaş N., "Composition oats, grain endustry uses and effects on human health," *Journal of Food and Feed Science -Technology*, vol 13, pp. 41-50, **2013**.
- [2] Ulusal Hububat Konseyi, *Arpa-Çavdar-Yulaf-Tritikale Raporu*, Ankara, **2015**.
- [3] Anonim, Milli Çeşitler Listesi, Tescilli Çeşitler Listesi. <https://www.tarim.gov.tr> (Nisan, **2018**).
- [4] Zhou M., Robards K., Glennie-holmes M., and Helliwell S., *Oat Lipids*, vol. 76, no. 2, **1999**.
- [5] Aman, P., Andersson R., and Fredriksson H., Grain polysaccharides, versatile substrates for enzymes. VTT SYMPOSIUM. Vol. 207. VTT; **2000**.
- [6] Aro H., Järvenpää E., Könkö K., Huopalahti R., and Hietaniemi V., The characterisation of oat lipids produced by supercritical fluid technologies, *J. Cereal Sci.*, vol. 45, no. 1, pp. 116–119, **2007**.
- [7] Toprak Mahsulleri Ofisi, *2016 Yılı Hububat Raporu*, Ankara, **2016**.
- [8] Wrigley C. W. and Batey I. L., Oats: characteristics and quality requirements, in *Cereal Grains*, Woodhead Publishing Limited, pp. 163-181, **2010**.
- [9] Milli Eğitim Bakanlığı, Serin İklim Tahılları Notları, Ankara, **2016**.
- [10] Forsberg, D. L., Reeves, R. A., Breeding oat cultivars for improved grain quality, Marshall, H. G., Sorrells, M. E. (Eds.), *Oat Science and Technology*, **1992**.
- [11] Anonim, FAOSTAT-Agriculture, <http://www.fao.org> (Şubat, **2018**).
- [12] USDA, "Grain : World Markets and Trade," May, **2017**.
- [13] Anonim, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Tarla Ürünleri Üretim Miktarları, <http://www.tuik.gov.tr> (Şubat, **2018**).
- [14] Sterna V., Zute S., Brunava L., and Vicupe Z., Foodbalt 2014 Lipid Composition of Oat Grain Grown in Latvia, pp. 77–80, **2014**.
- [15] Flander L. Ā., Suortti T., and Autio K., Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality, vol. 40, pp. 860–870, **2007**.
- [16] Sobayoğlu R., Karaman Şartlarında Yazlık Ekilen Yulaf Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, **2017**.
- [17] Hu X., Zheng J., Li X., Xu C., and Zhao Q., Chemical composition and sensory characteristics of oat flakes : A comparative study of naked oat fl akes from China and hulled oat fl akes from western countries, *J. Cereal Sci.*, vol. 60, no. 2, pp. 297–301, **2014**.
- [18] Sterna V., Zute S., and Brunava L., Oat grain composition and its nutrition benefice, vol. 8, pp. 252–256, **2016**.
- [19] Gönenç İ., Bazı Yağ Asitlerinin Doğal Mısır Nişastasının Retrogradasyonuna Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2006**.
- [20] <https://www.philpoteducation.com/mod/book/view.phpnd=2995&chapterid=3469#/>. (Accessed: May-**2018**).

- [21] Cameron, R. E. and Donald, A. M., Small-angle X-ray scattering and differential scanning calorimetry from starch and retrograded starch, *Food Polymers, Gels and Colloids*. Dickinson E. (eds), The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 301-309, **1991**.
- [22] Liu H., Yu L., Chen L., and Li L., Retrogradation of corn starch after thermal treatment at different temperatures, vol. 69, pp. 756–762, **2007**.
- [23] Kor A. G., Çerezlik Mısır Hamuruna Nohut Unu, Yerfıstığı Unu ve Kırmızıbiber Tohum Unu Eklenmesi Sonucu Isıl ve Reolojik Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2010**.
- [24] Fredrikssona H., Silveriob J., Andemon R., Eliassonb A., and Amanta P., The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches, vol. 35, **1998**.
- [25] Zhong Z., and Sun X. S., Thermal characterization and phase behavior of cornstarch studied by differential scanning calorimetry, vol. 69, pp. 453–459, **2005**.
- [26] Karim A. A., Norziah M. H., and Seow C. C., Methods for the study of starch retrogradation, vol. 71, **2000**.
- [27] Yorulmaz E., Schiff Bazılarının Termal Yöntemlerle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2005**.
- [28] Paton, D., ‘Oat starch; physical, chemical, and structural properties’, in Webster F H, *Oats: Chemistry and Technology*, St. Paul, MN, American Association of Cereal Chemists, **1986**.
- [29] Ellis R. P., Cochrane M. P., Dale M. F. B., Dupus C. M., Andrew L., Morrison I. M., Prentice R. D. M., Swanson J. S., and Tiller S. A., Starch Production and Industrial Use, vol. 289, **1998**.
- [30] Hoover R., Smith C., Zhou Y., and Ratnayake R. M. W. S., Physicochemical properties of Canadian oat starches, vol. 52, pp. 253–261, **2003**.
- [31] Zhou M. X., Holmes M. G., Robards K., and Helliwell S., Fatty Acid Composition of Lipids of Australian Oats, vol. 28, pp. 311–319, **1998**.
- [32] Sayar S., and White J. P., Oat Starch: Physicochemical Properties and Function in *Oats: Chemistry and Technology*, (eds: Webster H. F., Wood J. P.), AACC International, Inc, USA, 109-123, **2011**
- [33] Frey K. J., and Holland J. B., Nine cycles of recurrent selection for increased grain-oil content in Oat. *Crop Science*, 39, pp.1636–1641, **1999**.
- [34] Liu Y., Beta-glucan effects on pasting properties and potential health benefits of flours from different oat lines, **2010**.
- [35] Moisisio T., Forssell P., Partanen R., Damerou A., and Hill S. E., Reorganisation of starch, proteins and lipids in extrusion of oats, *J. Cereal Sci.*, vol. 64, pp. 48–55, **2015**.
- [36] Tosh S. M., and Miller S. S., “Oats,” in *Encyclopedia of Food and Health*, pp. 119–125, **2016**.
- [37] Ovando-Martínez M., Whitney K., Reuhs B. L., Doehlert D. C., and Simsek S., Effect of hydrothermal treatment on physicochemical and digestibility properties of oat starch, *Food Res. Int.*, vol. 52, no. 1, pp. 17–25, **2013**.

- [38] Keying Q., Changzhong R., and Zaigui L., An investigation on pretreatments for inactivation of lipase in naked oat kernels using microwave heating, *J. Food Eng.*, vol. 95, no. 2, pp. 280–284, **2009**.
- [39] Martinez C., and Penas E., Health benefits of oat : Current evidence and molecular mechanisms, *Current Opinion in Food Science*, vol. 14, pp. 26-31, **2017**.
- [40] FDA, Department of Health and Human Services, Food labeling: health claims; oats and coronary health disease. Final ruling. Fed Reg, 62:3584, **1997**.
- [41] Yılmaz I. and Dag O., The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs, vol. 65, pp. 819–823, **2003**.
- [42] Peterson D. M., Oat Antioxidants, *Journal of Cereal Science*, vol. 33, no. 2, pp. 115–129, **2001**.
- [43] Sürücüoğlu, M. S., "Sağlıklı Yetişkinlerde Yulaf Ezmesinin Kan Lipidleri Üzerine Etkisi," *Gıda*, pp. 385-393, **2003**.
- [44] Yükselci Kilci, A., Yulaf Katkısının Tarhana Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, **2012**.
- [45] Zwer, P. K., "Oats," *Encyclopedia of Grain Science*, pp. 365–375, **2004**.
- [46] Sowa S. M. H., and White P. J., Characterization of Starch Isolated from Oat Groats with Different Amounts of Lipid, **1992**.
- [47] Gudmundsson M., and Eliasson A. C., Some Physico-Chemical Properties of Oat Starches Extracted from Varieties with Different Oil Content, *Acta Agric. Scand.*, vol. 39, no. 1, pp. 101–111, **1989**.
- [48] Zhou M., Robards K., Glennie-holmes M., and Helliwell S., Effects of enzyme treatment and processing on pasting and thermal properties of oats, vol. 1494, no. February, **2000**.
- [49] Duta D. E., and Culetu A., Evaluation of rheological , physicochemical , thermal , mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies, *J. Food Eng.*, vol. 162, pp. 1–8, **2015**.
- [50] Zheng K., Jiang Q., Wei L., Zhang X., Ma J., Chen G., Wei Y., Jennifer M. F., Lu Z. X., and Zheng Y., Characterization of starch morphology, composition, physicochemical properties and gene expressions in oat, *J. Integr. Agric.*, vol. 14, no. 1, pp. 20–28, **2015**.
- [51] Hoover R., and Senanayake S. P. J. N., Composition and physicochemical properties of oat starches, vol. 29, no. 1, pp. 15–26, **1996**.
- [52] Shewry P. R., Oats: Chemistry and Technology, *J. Cereal Sci.*, vol. 53, no. 2, p. 269, **2011**.
- [53] Nilssoni A., Sensory and Chemical Studies of Lipid Oxidation in Raw and Heat-Treated Oat Flours, vol. 73, no. 5, pp. 579–587, **1996**.
- [54] World Health Organization, Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. In: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, Geneva, 160 p, **2003**.
- [55] Saastamoinen M., Kumpulainen J., and Nummela S., Genetic and Environmental Variation in Oil Content and Fatty Acid Composition of Oats in *Cereal Chemistry*, vol. 66, pp. 296-300, **1989**.



- [56] Martinez M. F., Arelovich H. M., and Wehrhahne L. N., Field Crops Research Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment, vol. 116, pp. 92–100, **2010**.
- [57] Akesson G., Gangby I., and Ekstrand B., "Lipase Activity in Oats-Distribution, pH Dependence, and Heat Inactivation," in *Cereal Chemistry*, vol. 69, pp. 379-381, **1992**.
- [58] Stoytcheva M., Stoytcheva M., Montero G., Zlatev R., León J. Á., and Gochev V., Analytical methods for lipases activity determination : A review *Analytical Methods for Lipases Activity Determination : A Review*, **2015**.
- [59] Martin H. F., and Peers F. G., "Oat Lipase," *Biochemical Journal*, vol. 55, pp. 523-529, **1953**.
- [60] Rose D. J. and Pike O. A., A Simple Method to Measure Lipase Activity in Wheat and Wheat Bran as an Estimation of Storage Quality, vol. 83, no. 5, pp. 415–419, **2006**.
- [61] Marseno D. W., Indrati R., Ohta Y., Indonesian Food and Nutrition Progress 5 (2), pp. 79-83, **1998**.
- [62] Kwon D. Y., and Rhee J. S., A Simple and Rapid Colorimetric Method for Determination of Free Fatty Acids for Lipase Assay, vol. 63, no. 1, pp. 89–92, **1986**.
- [63] Peterson D. M., Lipase activity and lipid metabolism during oat malting, *Cereal Chem.*, vol. 76, no. 1, pp. 159–163, **1999**.
- [64] Qi X., Zhu L., Wang C., Zhang H., Wang L., and Qian H., Development of standard fingerprints of naked oats using chromatography combined with principal component analysis and cluster analysis, *J. Cereal Sci.*, vol. 74, pp. 224–230, **2017**.
- [65] De H., Heneen W. K., Dahlqvist A., and Carlsson A. S., Lipids in grain tissues of oat (*Avena sativa*): differences in content, time of deposition, and fatty acid composition, vol. 58, no. 10, pp. 2463–2470, **2007**.
- [66] AOAC Official Method of Analysis, Method 2003.06, Crude fat in feeds, cereal, grains and forage (Randall/Soxtec/hexanes extraction-submersion method), AOAC Int, Gaithersburg, MD, **2006**.
- [67] AOCS Official Methods Fatty Acid Composition by Gas Chromatography Method Ce 1-62, USA, **2004**.
- [68] Anderson, C., Genetic Analysis of Oil Content and Composition in Oat, Master of Science, Department of Botany, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, **2000**.
- [69] Leonova S., Shelenga T., Hamberg M., Konarev A. V., Loskutov I., and Carlsson A. S., Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena* sp.), *J. Agric. Food Chem.*, vol. 56, no. 17, pp. 7983–7991, **2008**.
- [70] Levine, T. R., Eta Squared, Partial Eta Squared, and Misreporting of Effect Size in Communication Research, vol. 28, no. 4, pp. 612–625, **2002**.
- [71] Dhanda, R. K., Fatty Acid Composition in Diverse Oat Germplasm, Master of Science Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan Canada, **2011**.
- [72] Borjigin C., and Chana M., Accumulation of oat nutritive compounds during grain filling with an emphasis on beta-glucan, **2014**.

**EK-1**

Çalışmada kullanılan yazlık yulaf (Menemen ve Karacabey lokasyonu) materyal listesi

Sıra No	Çeşit veya Hat	Sıra No	Çeşit veya Hat
1	Sarı (st)	26	MN97212/OA982-6
2	PI 10332-07 CLAV 8226 USA	27	IL 3555-BYDV Res Line
3	PI 10337-07 PI 495812 USA	28	(Brawn/ IL82-2154//IL88-7457/ Brawn)/Jay
4	Gökova PI 10340-07 PI 612394	29	BYDV Res Line
5	Brusher AVUSTRALYA	30	Haskara (st)
6	Dalyan Mitika AVUSTRALYA	31	SD97039//SD96280/OT275
7	Wintaroo AVUSTRALYA	32	OT275/WIX6165-6
8	Yallara AVUSTRALYA	33	Morton/IL99-8803
9	PI 10357-07 IG 135962 İCARDA	34	FL98005-E1 (UFRGS 93598/TX96M1536)/ 19-1-B-12
10	Fetih (st)	35	FL0108-H3 (MO 8715/LA9531BIB-24)/ UFRGS 015050-1
11	IL 00-7070 IL95-4774/WIX6165- 6	36	(FLX500-1-B2)/FL98067 F1(TAMO 397/IA L24-5))/IL-3587
12	OT 2040	37	UFRGS 046078-1 (UFRGS87016-1/UFRGS 940548-5)/FL0123-H2 (P94327A2-2-2-3- 3/FL0027 F1 (TX96M1394/AVE 8.95, Chile))
13	Jordan	38	Dalyan (INT77)
14	Ronald	39	FL04109 F199114-102-S/LA966BIB-194-I) /IL 2815 (BYDV Res. Line)
15	AC Rebel	40	Kahraman (st)
16	AC Preakness	41	FL99114-102-S/LA966BIB-194-1
17	Robert	42	LA966BIB-194-I/TX97C1171-G3
18	OA 973-1/AC Goslin	43	UFRGS 01B7114-1-3(PC68/*Starter f4// UFRGS 10)/FL0127-H1 (FL0051 F1 (FL92SA292-A1/FL92OHR37,896-Y3-A1) /IL95-8217 (Blaze /Brawn)
19	Sask01T-602-05-06/MN01117	44	FL0011-H2(Bw 296/IL944322)/FL04154F1 (FL99106-E1 (FL97OHR29,322/FL98067 F1(TAMO 397/IA L24-5))/TX97C1171-G3
20	Checota (st)	45	FL98005-E1(UFRGS93598/TX96M1536)/ FL98126-D12
21	SD97039//SD96280/OT275	46	LA966BIB-119-1-B-12/FL99040-D3 (TX96M1390/FL98010F1(GA882B8-2/ UFRGS 941709)
22	01T-602-05-20	47	TX00D291/FL03191 F1 (OR21T1(Paso Fundo, Rosa's Variety)/ND9508052)
23	INTA, Barrow Stations, Argentina	48	Dalyan (INT77)
24	MN01135/LA976GBI-22	49	LA966BIB-106-3-B-12/FL99040-D3 (TX96M1390/98010 F1(GA882B8-2/ UFRGS941709)
25	P8652AI-X-10-11-3/WIX6356-1		

**EK-2**

Çalışmada kullanılan kışık yulaf (Edirne ve Kırklareli lokasyonu) materyal listesi

Sıra No	Çeşit veya Hat	Sıra No	Çeşit veya Hat
1	Kırklar (st)	33	MN06203-0BD-0T-11T-3T-0T
2	Bw 4903-0BD-0T-7T-0T	34	FL0552-0BD-0T-0T-5T-0T
3	FL04167-0BD-0T-0T-1T-0T	35	FL0552-0BD-0T-0T-7T-0T
4	FL04169-0BD-0T-0T-8T-0T	36	FL0548-0BD-0T-0T-6T-0T
5	FL04109-0BD-0T-0T-5T-0T	37	IA 01160-3-1-0BD-0T-2T-0T
6	FL0549-0BD-0T-0T-2T-0T	38	FL04109-0BD-0T-0T-8T-0T
7	Bw 103-0BD-0T-7T-0T	39	FL0552-0BD-0T-0T-1T-0T
8	Bw 1103-0BD-0T-3T-0T	40	Yeniçeri (st)
9	Ave.98.01-0BD-0T-9T-0T	41	FL0503-0BD-0T-0T-4T-0T
10	FL0557-0BD-0T-0T-1T-0T	42	FL0520-0BD-0T-0T-1T-0T
11	FL04109-0BD-0T-0T-11T-0T	43	FL0516-0BD-0T-0T-3T-0T
12	IL 3555-0BD-0T-5T-0T	44	FL0516-0BD-0T-0T-7T-0T
13	Bw 1103-0BD-0T-6T-0T	45	FL0517-0BD-0T-0T-6T-0T
14	FL04167-0BD-0T-0T-9T-0T	46	FL0520-0BD-0T-0T-5T-0T
15	FL04144-0BD-0T-0T-5T-0T	47	FL0520-0BD-0T-0T-9T-0T
16	FL04146-0BD-0T-0T-2T-0T	48	FL0523-0BD-0T-0T-11T-0T
17	FL04167-0BD-0T-0T-10T-0T	49	FL0525-0BD-0T-0T-1T-0T
18	FL0507-0BD-0T-0T-7T-0T	50	FL06010-0BD-0T-0T-7T-0T
19	FL0557-0BD-0T-0T-3T-0T	51	FL06010-0BD-0T-0T-8T-0T
20	Kahraman (st)	52	P 0216A1-1-0BD-0T-2T-0T
21	FL0557-0BD-0T-0T-5T-0T	53	FL0565-0BD-0T-0T-2T-0T
22	FL0568-0BD-0T-0T-5T-0T	54	FL0522-0BD0T-0T-7T-0T
23	Bw 103-0BD-0T-3T-0T	55	FL0543-0BD-0T-0T-3T-0T
24	IL 3555-0BD-0T-1T-0T	56	FL0516-0BD-0T-0T-8T-0T
25	FL0550-0BD-0T-0T-7T-0T	57	FL0530-0BD-0T-0T-2T-0T
26	FL99078-H1-0BD-0T-5T-0T	58	FL0532-0BD-0T-0T-10T-0T
27	Bw 103-0BD-0T-2T-0T	59	FL06006-0BD-0T-0T-6T-0T
28	FL0016-H1-0BD-0T-1T-0T	60	Sebat (st)
29	FL97107-C3-G1-0BD-3T-0T	61	FL0522-0BD0T-0T-5T-0T
30	FL04133-0BD-0T-0T-1T-0T	62	FL0522-0BD0T-0T-10T-0T
31	FL04144-0BD-0T-0T-3T-0T	63	FL0523-0BD-0T-0T-3T-0T
32	FL04149-0BD-0T-0T-1T-0T	64	FL0523-0BD-0T-0T-6T-0T

### EK-3

Çalışma kapsamında yulafın iki yıl süreyle belirlenen özelliklerine ait sonuçları

<b>Analiz Adı</b>	<b>Belirlenen özellikler</b>	<b>2 ürün yılı sonuçlarının ortalaması (n=452)</b>
<b>1)Yağ miktarı</b>	%yağ	8,9±1,31
<b>2)Lipaz Aktivitesi</b>	U/g	3,7±1,81
<b>3)DTK ile belirlenen termal özellikler</b>	Tp <sub>1</sub>	64,0±1,45
	$\Delta H_1$	5,8±0,62
	Tp <sub>2</sub>	93,7±0,79
	$\Delta H_2$	1,2±0,25
	Tp <sub>3</sub>	111,4±0,99
	$\Delta H_3$	0,9±0,31
<b>4)Yağ Asidi</b>	Palmitik asit (%)	16,4±1,70
<b>Kompozisyonu</b>	Oleik asit (%)	40,4±2,81
	Linoleik asit (%)	36,0±2,13
	Stearik asit (%)	2,1±0,48
	Linolenik asit (%)	0,9±0,16
	Cis-11-Eikosenoik asit (%)	0,9±0,16

± standart sapma

## ÖZGEÇMİŞ

### Kimlik Bilgileri:

Adı Soyadı : Gizem ÖNER  
Doğum Yeri : Bakırköy/İSTANBUL  
Doğum Yılı : 1992  
Medeni Hali : Bekar  
E-posta : [gizemoner76@gmail.com](mailto:gizemoner76@gmail.com)

### Eğitim:

Lisans : 2009-2014 Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü  
Yüksek Lisans : 2014- Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yabancı Dil ve Düzeyi:** İngilizce, İleri Düzey

**İş Tecrübesi** : 2017- Mühendis, Güngören İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, İstanbul  
2014-2016 Bursiyer Öğrenci, TÜBİTAK 1003 Öncelikli Alanlar AR-GE Projesi (Proje Adı: İnsan Beslenmesine Uygun Yulaf Çeşitlerinin Geliştirilmesi, Proje No: 214 O 041

**Deneyim Alanları:** -

**Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi:** -

**Tezden Üretilmiş Yayınlar:** -

**Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar:**

Öner, G., Sivri Özay, D., İmamoğlu A., Seis Subaşı, A., Kahraman, T. “Bazı Yulaf Genotiplerinin Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi ve İnsan Beslenmesine Uygunluğu Açısından Değerlendirilmesi”, III. Bitkisel Yağ Kongresi, 13-15 Nisan, İzmir, Türkiye, 2017. (POSTER SUNUMU).



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 12.06.2018

Tez Başlığı / Konusu: YULAF ISLAH ÖRNEKLERİNİN YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU, LİPAZ AKTİVİTESİ VE TERMAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 94 sayfalık kısmına ilişkin, 12.06.2018 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dâhil~~
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: GİZEM ÖNER  
Öğrenci No: N14128409  
Anabilim Dalı: GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
Programı: GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

12.06.2018  
*Gizem Öner*

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

*Prof. Dr. Dilek SİRKE ÖZAL*  
(Unvan, Ad Soyad, İmza)