

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAYVANSAL YAĞ İKAMESİ OLARAK ZEYTİNYAĞI  
EMÜLSİYONU İLE HAZIRLANAN OLEOJEL VE  
BEZELYE KABUĞU TOZUNUN YAĞI AZALTILMIŞ  
HAMBURGER KÖFTESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM  
İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan  
Şeyma ÇELEGEN**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019  
NEVŞEHİR**



**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAYVANSAL YAĞ İKAMESİ OLARAK ZEYTİNYAĞI  
EMÜLSİYONU İLE HAZIRLANAN OLEOJEL VE  
BEZELYE KABUĞU TOZUNUN YAĞI AZALTILMIŞ  
HAMBURGER KÖFTESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM  
İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan  
Şeyma ÇELEGEN**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019  
NEVŞEHİR**

Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER danışmanlığında Şeyma ÇELEGEN tarafından hazırlanan “Hayvansal Yağ İkamesi Olarak Zeytinyağı Emülsiyonu ile Hazırlanan Oleojel ve Bezelye Kabuğu Tozunun Yağı Azaltılmış Hamburger Köftesi Üretiminde Kullanım İmkanlarının Araştırılması” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

13.06.2019

**JÜRİ:**

Başkan : Doç. Dr. Hilal YILDIZ



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cem BALTACIOĞLU



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER



**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun ~~20.06.2019~~ 20.06.2019 tarih ve ~~37-353~~ 37-353 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

21.06.2019.  
Prof. Dr. Sahlan ÖZTÜRK  
Enstitü Müdürü



## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şeyma ÇELEGEN



## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, fikirleri ile beni yönlendiren ve bilimsel bir bakış açısı kazanmamı sağlayan değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında yardımlarını eksik etmeyen Dr. Öğr. Üyesi Kamil Emre GERÇEKASLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve sevgileri ile hep yanımda olan sevgili annem Nuray ÇELEGEN'e, babam Halis ÇELEGEN'e ve kardeşlerim Muhammed Enes ÇELEGEN ve Esra ÇELEGEN'e sonsuz sevgilerimi ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Şeyma ÇELEGEN

NEVŞEHİR, 2019

**HAYVANSAL YAĞ İKAMESİ OLARAK ZEYTİNYAĞI EMÜLSİYONU İLE  
HAZIRLANAN OLEOJEL VE BEZELYE KABUĞU TOZUNUN YAĞI  
AZALTILMIŞ HAMBURGER KÖFTESİ ÜRETİMİNDE KULLANIM  
İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Şeyma ÇELEGEN**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran 2019**

**ÖZET**

Bu tez çalışması kapsamında, zeytinyağı yağı emülsiyonu esaslı oleojel (OOE) ile yağı azaltılmış pişirilmemiş ve pişmiş burger üretilmiş ve +4 °C'de 7 gün boyunca depolanan vakum paketlenmiş örneklerin kalite karakteristiklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Burgerler farklı oranlarda hayvansal yağ (%33, 66, 100) ile OOE ikame edilerek üretilmiştir. Ayrıca, tesktürel, duyuşal ve pişme özelliklerin geliştirilmesi için %1 oranında bezelye kabuğu unu ilave edilmiştir. OOE ile üretilen köftelerin toplam yağ içeriğinde düşüş, doymamış yağ asitleri içeriğinde artış ve doymuş yağ asidi içeriğinde düşüş gerçekleşmiştir. OOE kullanılan grupta TBARS değerlerinde depolama boyunca düşüş gerçekleşmiştir. Kontrol grubu örnekler daha düşük pişirme verimi ve yüksek yağ içeriğine sahiptir. Hayvansal yağ yerine OOE kullanılan örnekler depolama boyunca daha düşük hardness, chewiness ve springness değerlerine sahip olmuştur. Kontrol ve %33 OOE içeren pişmiş köfte örnekleri depolama sonunda en yüksek duyuşal kabul edilebilirlik puanlarına sahip olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** oleojel, zeytinyağı, emülsiyon, yağı azaltılmış burger, raf ömrü  
**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Cem Okan ÖZER  
**Sayfa Adeti:** 59

**INVESTIGATION OF THE USE OF OLEOGEL PREPARED WITH OLIVE  
OIL EMULSION AND PEAPOD POWDER AS AN ANIMAL FAT  
SUBSTITUTE IN PRODUCTION OF FAT REDUCED HAMBURGER  
MEATBALLS**

**(M. Sc. Thesis)**

**Şeyma ÇELEGEN**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**June 2019**

**ABSTRACT**

In this thesis, raw and cooked fat-reduced beef burgers with olive oil oleogel based-emulsion (OOE) were produced and then, changes in quality characteristics of vacuum-packaged fat-reduced beef burgers which were stored at +4 °C during 7 days were determined. Burgers were produced with different replacement levels (33, 66, 100%) of animal fat by OOE. In addition, peapod powder at the rate of 1% was added into OOE incorporated groups to improve textural, sensorial and cooking characteristics. A reduction of the total fat and with an increment of the unsaturated fatty acids and a significant decrease in saturated fat were achieved in the product with the OOE. OOE treatments showed significantly lower TBARS compared to control during the storage. The control group had lower cooking yields values and higher fat content. The replacement of animal fat with OOE in functional beef burger resulted in lower hardness, chewiness and springiness values during the storage. The control and OOE incorporation group contain 33% OOE in cooked samples had higher sensorial acceptability scores at the end of the storage.

***Keywords:* oleogel, olive oil, emulsion, fat-reduced functional burger, shelf-life**

**Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Cem Okan ÖZER**

**2019, 59 page**



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEZ BİLDİRİM.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	3
2.1. Et ve Et Ürünlerinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi.....	3
2.2. Hamburger Köftesi Üretim Teknolojisi.....	4
2.3. Et ve Et Ürünlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	5
2.4. Et Ürünlerinde Hayvansal Yağ Miktarını Azaltma Stratejileri.....	6
2.5. Oleojel ve Et Ürünlerinde Kullanımı.....	8
2.6. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı.....	9
2.7. Gıda Endüstrisi Yan Ürünü Olarak Bezelye Kabuğu.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Bezelye kabuğu tozu üretimi.....	13
3.2.2. Zeytinyağı emülsiyon oleojel üretimi.....	14
3.2.3. Hamburger köftesi üretimi.....	15

3.2.4. Pişirme özellikleri.....	16
3.2.5. Tiyoarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi.....	17
3.2.6. Yağ asidi kompozisyonu.....	17
3.2.7. pH Analizi.....	18
3.2.8. Renk Tayini.....	19
3.2.9. Yağ Miktarı Analizi.....	19
3.2.10. Protein Analizi.....	19
3.2.11. Kül Miktarı Tayini.....	20
3.2.12. Nem Miktarı Tayini .....	20
3.2.13. Toplam Diyet Lif Miktarının Belirlenmesi.....	20
3.2.14. Su Aktivitesi Analizi.....	20
3.2.15. Su ve Yağ Tutma Kapasitesi.....	20
3.2.16. Tekstür Profil Analizi.....	21
3.2.17. Duyusal Analiz.....	21
3.2.18. İstatistiksel analiz.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Bezelye kabuğu tozunun özellikleri.....	22
4.2. Köftelerin Fizikokimyasal Özellikleri.....	22
4.3. pH Analizi.....	23
4.4. Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Analizi.....	25
4.5. Pişme Özellikleri.....	26
4.6. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	27
4.7. Lipid Oksidasyonu Analizi.....	30
4.8. Renk Analizi.....	32
4.9. Tekstür Profil Analizi.....	34
4.10. Duyusal Analiz.....	36

5.SONUÇ.....	39
6.KAYNAKLAR.....	40
7.ÖZGEÇMİŞ.....	51



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Bezelye kabuğu bileşimi (g/100 g kuru madde) .....	12
Tablo 3.1. Deneme deseni.....	15
Tablo 4.1. Pişirilmemiş burger köftelerin fizikokimyasal kompozisyonu.....	22
Tablo 4.2. Pişmiş burger köftelerin fizikokimyasal kompozisyonu.....	23
Tablo 4.3. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin pH değişimi.....	24
Tablo 4.4. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin pH değişimi.....	24
Tablo 4.5. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin su aktivitesi değişimi.....	25
Tablo 4.6. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin su aktivitesi değişimi.....	26
Tablo 4.7. Burger köftelerin pişirme parametreleri.....	26
Tablo 4.8. Pişirilmemiş burger köftelere ait yağ asidi kompozisyonu değerleri.....	28
Tablo 4.9. Pişmiş burger köftelere ait yağ asidi kompozisyonu değerleri.....	29
Tablo 4.10. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerinin TBARS değerleri ( $\mu\text{mol TBARS} / \text{kg et}$ ) değişimi.....	30
Tablo 4.11. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerinin TBARS değerleri ( $\mu\text{mol TBARS} / \text{kg et}$ ) değişimi.....	31
Tablo 4.12. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin renk değerleri değişimi.....	32
Tablo 4.13. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin renk değerleri değişimi .....	33
Tablo 4.14. Pişmiş burger köftelerin tekstür profil analizleri.....	35
Tablo 4.15. Pişmiş burger köftelerin duyuusal analiz sonuçları.....	37

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Bezelye, kurutulmuş bezelye kabuğu ve üretilen bezelye

kabuğu tozu.....14

Şekil 3.2. Zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel.....14

Şekil 3.3. Burger köfte hamurunun hazırlanması .....15

Şekil 3.4. Pişirilmemiş ve pişmiş burger köfte örnekleri.....16



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

EDTA: Etilendiamin tetraasetik Asit

MAD: Malonaldehit

MUFA: Tekli Doymamış Yağ Asitleri

OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

PUFA: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

SFA: Doymuş Yağ Asitleri

SH: Standart Sapma

TBA: Tiyobarbitürik Asit

TBARS: Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri

TCA: Trikloroasetik Asit

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

Son yıllarda, tüketicilerin yaşam şekillerinin değişmesi, sağlıklı beslenme bilinci ve ihtiyacının artması, gıdaların duyuşal özelliklerinin yanı sıra besin ögesi gereksinimlerini de tam olarak karşılaması ve insan sağlığı üzerine daha fazla fayda sağlamasını önemli hale getirmiştir. Bu yaklaşım aynı zamanda beslenme ve insan sağlığı konusunda gerçekleştirilen uzun dönemli çalışmaların sonuçları ile paralel gelişme göstererek tüketicilerin vücut fonksiyonlarını geliştiren, hastalıkları azaltan, koruyucu ve önleyici bir beslenme tarzına yönelmesine ve dolayısıyla fonksiyonel gıdalara ve diyet desteklerine olan ilgisini arttırmıştır. Gıda ve sağlık ilişkisi tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma sürecini etkileyen önemli bir unsur haline gelmiş ve bu konuda yapılan bilimsel araştırmalar hız kazanmıştır. Sağlıklı ve dengeli beslenmenin hastalık sonrası yapılan pahalı sağlık harcamalarında azalma sağlayacağı, dolayısıyla ulusal ekonomiye ve toplumsal refaha katkısı olacağı düşünülmektedir [1, 2].

İnsanların günlük ihtiyaçlarının başında sağlıklı, dengeli ve kaliteli beslenme gelir. Dengeli beslenmede ise et, önemli bir yere sahiptir. Et, hayvansal gıdalar içerisinde üretiminin kolay olması, lezzeti, yüksek biyolojik değeri, doyuruculuğu, içerdiği B kompleks vitaminleri, çeşitli mineral maddeler, esansiyel aminoasitler gibi besin ögelerini yeterli ve dengeli oranda barındırmasından dolayı insan beslenmesinde temel gıda maddesidir [3-5]. Et; besin piramidinde balık, kanatlı eti, yumurta ile birlikte protein grubu gıdaları temsil ettiğinden vücut için çok önemli besin bileşeni kompleksi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüz yaşam koşullarının beslenme düzeni üzerinde yaptığı değişimler insanları diyetlerinde daha fazla şeker, doymuş yağ ve enerji alımına yönlendirmektedir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yanlış beslenme düzeni yüksek kolesterol seviyesi, kalp ve damar hastalıkları, obezite ve çeşitli kanser türlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır [6]. Birçok uluslararası örgüt ve bilimsel çalışma insanların toplam yağ ve kolesterol tüketimini azaltılmasını, günlük toplam kalori ihtiyacının en fazla %30'unu yağlardan, toplam enerjinin ise en fazla %10'unu doymuş yağlardan karşılamasını önermektedir [7, 8]. Ayrıca yüksek orandaki doymuş yağ içeriği nedeniyle işlenmiş et ürünlerinin tüketiminin sınırlandırılması da tavsiye edilmektedir [9]. Bu nedenle tüketiciler son

yıllarda, yağ içeriği yüksek ve işlenmiş et ve et ürünleri tüketimini azaltarak daha sağlıklı ve fonksiyonel et ürünlerini talep etmektedirler [7, 10]. Bu taleplerin karşılanması ve et ürünlerinin insan sağlığı üzerinde oluşturduğu öngörülen olumsuz imajın ortadan kaldırılabilmesi için et ve et ürünleri endüstrisi ve araştırmacılar minimum işlenmiş, fonksiyonel ve doğal katkı maddelerinin kullanıldığı, tüketicinin kabul edebileceği nitelikte et ürünlerinin üretimine yönelik çalışmalara odaklanmıştır [11]. Son yıllarda yapılan çalışmalar ise sağlıklı formülasyonların geliştirilmesinde çoğunlukla et ürünlerindeki doymuş yağların doymamış yağlarla yer değiştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

Hayvansal yağlar et ürünlerinin özellikle tekstürel parametreleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [12]. Yapılan birçok çalışmada pişmiş et ürünlerinde hayvansal yağların yerine bitkisel yağların kullanımı neticesinde ürünün sertlik değerlerinde artış gözlemlendiği belirtilmiştir [13, 14]. Bu nedenle yapılan çalışmalarda hayvansal yağa benzer fiziksel özellikler gösterebilen interesterifiye, hidrojenize ve oleojel formundaki yapılandırılmış yağların et ürünlerinde kullanım potansiyelleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Bazı et ürünlerinde oleojel kullanımı başarılı sonuçlar vermesine rağmen köfte gibi ısı işlem uygulamasının gerçekleştiği ürünlerde tüketici beğenisini olumsuz etkileyecek, başta tekstürel problemler olmak üzere bazı problemlerin ortaya çıkabildiği belirtilmektedir [15]. Bunun yanı sıra et ürünlerinde tekstürel problemlerin giderilmesi amacıyla diyet lif kullanımının başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Su ve yağ tutma kabiliyetine sahip diyet liflerin ürünün tekstürel gelişimine olumlu katkıda bulunduğu bildirilmektedir [16, 17].

Bu çalışma ile içeriğinde insan sağlığı için pek çok olumlu etkileri bulunan başta selüloz ve hemiselüloz olmak üzere diyet lif, bitkisel esaslı protein,  $\beta$ -karoten ve bazı mineralleri bulunduran bezelye kabuğundan elde edilecek tozun zeytinyağı emülsiyonu ile hazırlanan oleojel ile birlikte hayvansal yağın ikamesi için hamburger köftesi formülasyonunda kullanılarak köfte kalite parametreleri üzerine etkisi tespit edilecektir. Bu çalışma ile tüketicinin beklentilerini karşılayan ve kalite özelliklerinden ödün verilmeden doymuş yağ asidi, toplam yağ ve enerji içeriği düşürülmüş, çoklu doymamış yağ asitlerince zenginleştirilmiş fonksiyonel bir hamburger köftesi üretilmesi amaçlanmaktadır.



## 2. BÖLÜM

### KAYNAK ÖZETİ

#### 2.1. Et ve Et Ürünlerinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi

Dünya nüfusunun hızla artması ve kesim için yetiştirilen hayvan sayısının azalması hayvansal kaynaklı proteinlere ulaşılabilirliği sınırlamaktadır. Ayrıca, insanların gelir düzeylerindeki değişimler de et ve et ürünlerine olan talebin farklılaşmasına neden olmaktadır. Genel olarak, tüketicilerin gelir düzeylerinin artmasına bağlı olarak et tüketim talebi artmakta, gelir düzeyleri azaldıkça da et tüketim talebi azalmakta veya düşük kaliteli etlere talep artmaktadır. Ülkemizde ise et tüketiminin yoğun olmasının en temel sebebi olarak gelenekselleşmiş sofraya alışkanlığı ve etin sahip olduğu aromatik tat gösterilmektedir [18].

Literatürde ülkemizdeki et tüketiminin her ne kadar yoğun olduğu belirtilse de Dünya genelinde yapılan araştırmalar, halen ülkemizde yaşayan insanların az miktarda et tükettiğini göstermektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) verilerine göre ülkemizde 2017 yılında kişi başına et tüketimi 10.4 kg büyükbaş hayvan eti, 17.7 kg kanatlı eti ve 4.2 kg küçükbaş hayvan eti olmak üzere toplam 32.3 kg olurken, OECD ve Avrupa Birliği ülkeleri ortalaması sırasıyla 69.3 kg ve 69 kg olmuştur [19]. Ülkemizde 2007 yılından bu yana kırmızı et tüketimi yaklaşık %140 artarken kanatlı eti tüketimi yaklaşık %35 artış göstermiştir [19]. Et tüketiminin büyük bir kısmını taze et oluşturmakla birlikte önemli bir kısmı da işlenmiş et ürünleridir. Bu ürünlerin başında sucuk, sosis, salam, pastırma, kavurma, köfte ve jambon gelmektedir. Ülkemizde sucuk, işlenmiş et ürünleri tüketiminin %54'ünü oluştururken, pastırma (%9), sosis ve salam (%21) en çok tüketilen diğer işlenmiş et ürünleridir [20]. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise insanların tükettiği kırmızı et miktarının en az %25'ini işlenmiş et ürünleri oluşturmaktadır [21]. Sıkça ve sevilerek tüketilen işlenmiş et ürünlerinin arasında hazır yemek (fast-food) sektöründe önemli bir yeri olan köfte de yer almaktadır.

Yapılan çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde yaşayan insanların %93'ünün son 6 ayda, %80'inin ise son 1 haftada en az bir kez fast-food restoranlarında yemek yediğini göstermektedir. ABD'de herhangi bir günde ortalama 90 milyon insanın fast-food restoranlarda yemek yediği tahmin edilmektedir. Ayrıca çalışmalar fast-food

restoranlarında en çok tercih edilen (%87) yiyeceğın hamburger olduğunu bildirmektedir [22, 23]. Diğerk ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de fast-food restoranlarda yemek yeme alışkanlığı hızlı bir şekilde artmaktadır. Ülkemizde 2017 yılında yapılan bir anket çalışmasında son üç ayda en az bir kez fast-food restoranlarında yemek yiyenlerin oranın %87 olduğu ve bu kişilerin neredeyse %40’nın haftada 1-2 kez fast-food ürünleri tükettiğı belirlenmiştir. Ayrıca diğerk ülkelerde olduğu kadar yüksek olmamasına rağmen ülkemizde de fast-food restoranlarında en çok tüketilen ürünün hamburger (%35) olduğu tespit edilmiştir [24].

## 2.2. Hamburger Köftesi Üretim Teknolojisi

Yazılı kaynaklar hamburger köftesinin ismini Almanya’nın Hamburg şehrinde aldığını belirtmektedir. 19. yüzyılda ilk kez Almanya’nın Hamburg şehrinde üretilerek büyük bir üne kavuşan köfte halk arasında “Hamburg’a ait” anlamında olan “Hamburger” kelimesi ile anılmaya başlamıştır [25]. Gerek köftenin gerekse yanında servis edilen farklı sosların da lezzeti ile hızlı bir şekilde dünya mutfağına yayılarak fast-food restoranların en önemli gıda ürünü olmuştur.

Türk Gıda Kodeksi, Et ve Et Ürünleri Tebliğı’nde köfte, “kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvanların biri veya birkaçının etlerinin karışımına, istenildiğinde aynı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğerk gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı et karışımı veya pişirilmiş et ürünü” olarak tanımlanmaktadır. Köfte formülasyonunda hayvansal esaslı olmayan proteinler, soya ve soya ürünleri ve nişasta, kullanımı yasaktır. Ancak köfteye lezzet vermek ve tekstürel gelişimi sağlamak için, toplamda köfte hamurunun %5’ini geçmeyecek düzeyde baharat, ekme ve galeta unu ilavesi ile nişasta ve bitkisel kaynaklı protein kullanılabilir. Üründeki yağ oranı en çok kütlece %25 ve tuz oranı en çok kütlece %2 olarak sınırlandırılmıştır [26].

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ise hamburger köftesi için hazırladığı standartta (TS 10580) köftenin görünüşünün bütün halde, birbirine ya da ambalaja yapışmamış, rengi kararmamış ve yapısının homojen olması gerektiğı bildirilmiştir. Ürün gözle görülebilen yabancı madde ve kemik parçaları içermemelidir. Ürünün nem içeriğı en çok %65, tuz içeriğı en çok %2, toplam protein içeriğı en az %12, toplam nişasta içeriğı en çok %5 olmalı ve boyar madde içermemelidir. Ayrıca ürünün en fazla 225 mg/100gr ürün

hidroksiprolin içerebileceği ve ürün pH'sının 5.2-6.3 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir [27].

Ülkemizde sevilerek tüketilen ve gerek endüstriyel olarak gerekse Türk mutfağında geleneksel olarak hazırlanan köfte tipi et ürünlerinin hazırlanması sırasında farklı özellikte katkı maddeleri ilave edilmektedir [28]. Hamburger köftesi ise genel olarak yağlı veya yağsız sığır kıymasının, hayvansal yağ, tuz ve baharatlar ile karıştırılarak, sonrasında kalıplanarak şekil verilmesi ile üretilmektedir. Hamburger köftesi çoğunlukla piyasaya pişirilmemiş veya ön pişirme işlemine tabi tutularak sunulmaktadır [29]. Bu ürünler pH, su aktivitesi ve mikroflora gibi kimyasal ve biyolojik özellikleri ile mikrobiyal gelişim için uygun bir ortam niteliğinde olduğu için sınırlı raf ömrüne sahiptirler. Ayrıca ürünün lezzet ve tekstür bakımından geliştirilebilmesi için yüksek oranda (%20-40) hayvansal yağ kullanımı sonucunda ürün oksidatif bozulmalara karşı oldukça hassastır [28, 30, 31].

### **2.3. Et ve Et Ürünlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

İnsanların sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri ve fiziksel gelişimlerini devam ettirebilmeleri için diyetlerinde yeterli ve dengeli miktarda gıdalara yer vermesi gerekir. Bu bakımdan oluşturulan diyet içerisinde et ve et ürünlerinin yeri oldukça önemlidir. Et, içerdiği yüksek miktarda ve biyoyararlığı yüksek hayvansal protein, vitaminler ve mineral maddeler ile beslenme için yeri doldurması güç bir besindir. İçeriğindeki esansiyel amino asitler vücudun gelişme döneminde, hücrelerin ve dokuların oluşumu ve yenilenmesi için önemlidir. Ayrıca sağladığı yüksek doygunluk hissi ve bileşimindeki kendine has lezzet bileşenleri nedeniyle toplum tarafından beğeni ile tüketilmektedir [32].

Etin insan beslenmesindeki önemini arttıran önemli bir bileşeni de yağ içeriğidir. Et içerisindeki yağ; eti lezzet, aroma ve sululuk bakımından duyuşal olarak zenginleştirirken aynı zamanda sindirim sistemi salgılarının salgılanmasını artırarak hem kendi içeriğindeki esansiyel yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminlerin alımını hem de tüketilen etin emilimini kolaylaştırır. Aynı zamanda et kalitesinde gevreklik ve lezzet için etin içerdiği yağ miktarı ve çeşidi en önemli etkenlerin başında gelmektedir [33, 34]. Genel olarak etin yağ miktarı arttıkça lezzeti de artmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar %3'ün altındaki yağ içeriğinin etin lezzetsiz olarak algılanmasına, %7.3'ten fazla yağ içeriğinin

ise görsel olarak da yağın algılanması nedeniyle yağlı ve sağlıksız olarak nitelendirilmesine sebep olmaktadır [34]. Et ve et ürünlerinin yağ içeriği; tür, beslenme, kesim, çeşitli işlem aşamalarında yağın ayrılma derecesi ve pişirme koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir. İşlenmiş et ürünlerinin birçoğunda yağ miktarı %50'yi bulabilmekte ve üretim sırasında yapısal değişime uğraması nedeniyle tüketici tarafından yağın uzaklaştırılarak tüketimi mümkün olmamaktadır [35, 36].

Et ve et ürünlerinin bileşiminde bulunan yağ kalite üzerine duyuşal ve tekstürel anlamda bazı olumlu etkiler sağlamasına rağmen hem ürünün depolama stabilitesi üzerine hem de insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri söz konusu olabilmektedir [37, 38]. Bazı kaynaklar doymuş yağ asitleri ile kolesterol yönünden zengin olmaları nedeniyle hayvansal yağların ve dolayısıyla et ve et ürünlerinin insan beslenmesi için riskli gıdalar arasında olduğunu ifade etmektedir [39-42]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) insan diyetinde daha az yağ ve kolesterol bulunmasını önererek, toplam günlük kalori ihtiyacının en fazla %30'unun yağlardan, toplam enerjinin ise en çok %10'unun doymuş yağlardan karşılanması gerektiğini bildirmektedir [43, 44]. Ayrıca, toplam kolesterol tüketiminin 300 mg/gün'ü aşmaması gerektiği vurgulanmaktadır [45].

Beslenme ve sağlık üzerine yapılan çalışmalarda araştırmacıların üzerinde yoğunlaştığı en önemli konuların başında diyetle yer alan yağın özellikleri ve miktarı gelmektedir. Diyetle yüksek miktarda yağ bulunması insan vücudunun enerji dengesini bozmakta ve bununla beraber başta obezite olmak üzere diyabet, hipertansiyon ve arteriosklerozis gibi birçok hastalığın önünü açmaktadır [44, 46, 47]. Yüksek miktarda doymuş yağ tüketimi ise kalp ve damar hastalıkları riskini arttırmaktadır. Ayrıca, aşırı yağ tüketimi insülin dengesi, çeşitli kanser türleri ve safra kesesi hastalıklarının oluşumu üzerinde de etkili olmaktadır [48, 49].

#### **2.4. Et Ürünlerinde Hayvansal Yağ Miktarını Azaltma Stratejileri**

Son yıllarda meydana gelen ölümlerin en önemli nedenleri arasında enerji, hayvansal yağ ve kolesterol oranı yüksek gıdaların tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan koroner kalp ve damar rahatsızlıkları, diyabet ve bazı kanser türleri gösterilmektedir [50]. Bu yüzden sağlık kuruluşları tüketicileri diyetlerden alınan yağ miktarı ve doymuş yağ oranının azaltılması konusunda uyarmaktadır [51]. Bu uyarılar ışığında insanlarda sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ve yaşam şekillerindeki değişimler az yağlı, kalorisi düşük

ve fonksiyonel özelliklere sahip gıdalara olan ilgiyi giderek arttırmakta, yüksek miktarda yağ içeren sucuk, salam, sosis gibi et ürünlerinin tüketimini ise önemli ölçüde azaltmaktadır [52].

Et ürünlerinde arzu edilen tekstürel yapı, duyu özellikler ve teknolojik özellikler genel olarak üründe %30 ile %40 düzeylerinde doymuş yağ kullanımı ile mümkün olmaktadır [53]. İnsan sağlığı için oldukça yüksek olduğu düşünülen bu değerlerin azaltılması için et ürünlerinde söz konusu kalite özelliklerini olumsuz etkilemeden doymuş yağ içeriğini azaltarak, daha sağlıklı bir yağ asidi profilinin geliştirilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmaktadır [15, 17, 37, 50, 54, 55].

Et ve et ürünlerinde toplam yağ içeriğinin veya hayvansal yağ içeriğinin azaltılması konusunda araştırmacılar besi modifikasyonları, karkastan yağın uzaklaştırılması ve et ürünlerinde yağ ve yağ asidi modifikasyonları ve ürünlerde yeni formülasyonların geliştirilmesi gibi farklı stratejiler izlemektedir [13, 34].

Yapılan çalışmalar çoğunlukla et ürünleri üretiminde kullanılan hayvansal yağların yerine yağ ikame maddelerinin kullanımı ile toplam yağ içeriğinin azaltılması ve ürünün yağ asidi kompozisyonunun değiştirilmesi amacıyla farklı yağ kaynaklarının kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Üründe toplam yağ içeriğinin azaltılması amacıyla enerji değeri çok az veya hiç olmayan, jelleştirici, hacim arttırıcı, su ve yağ tutucu, ağız hissini iyileştirici, stabilizatör veya tekstürü düzenleyici gibi etkileri olan ve sağlık açısından güvenilir olan yağ ikame maddeleri kullanılmaktadır. Yağ ikame maddelerinin kullanımı ile yağın duyu olarak sağlamış olduğu kıvam, yağlayıcılık, ağzı kaplama hissi ve yapışkanlık gibi birçok duyu kalite parametresi üründe sağlanmaya çalışılmaktadır [56]. Yağ ikame maddesi olarak soya protein unu, konsantratu ve izolatu, yağsız süt tozu, kazeinatlar, buğday unu ile buğday guluteni gibi bitkisel ve hayvansal proteinler veya nişastalar, gamlar, maltodekstrinler, dekstrinler ve diyet lifler gibi karbonhidratlar kullanılabilir [34, 57]. Ancak et ürünlerinde yağ miktarı ile ürün lezzeti arasındaki doğrudan ilişki ve yağ ikame maddeleri birçok üründe yağın ürünün tekstürel gelişimine sağladığı katkının sağlanamaması yağ ikame maddelerinin kullanımını kısıtlamaktadır. Yağ ikame maddeleri ile üretilen yağı azaltılmış birçok et ürününün duyu ve tekstürel bakımdan bazı eksikliklere sahip olduğu ve bu nedenle tüketici tercihinin etkilenebileceği belirtilmektedir [54, 58].

Bir diğerk stratejide ise et ürünün toplam yağ, doymuş yağ ve enerji içeriğini azaltmak ve tekli/çoklu doymamış yağ asidi içeriğini arttırmak için hayvansal yağların yerine bitkisel yağlar, yapılandırılmış yağlar, emülsiyon temelli yağ sistemleri ve oleojellerin kullanımı üzerinde durulmaktadır. Bitkisel yağ temelli yağ sistemleri kolesterol içermemesi, doymuş yağ içeriğinin düşük olması ve doymamış yağ oranının yüksek olması nedeniyle tercih edilmektedir [34].

## **2.5. Oleojel ve Et Ürünlerinde Kullanımı**

Oleojelasyon (organojelasyon), organik çözümlerin düşük molekül ağırlıklı bileşenler ya da yağda çözünür polimerler aracılığıyla sıvı hapseden üç boyutlu katı benzeri jel yapıların oluşturulması olarak tanımlanmaktadır [59]. Organojel ise termal olarak geri dönüşümlü bir üç boyutlu jel ağı içerisinde hapsedilmiş organik sıvı olarak isimlendirilir [60]. Organojel üretiminde kullanılan sıvı fazın yenilebilir nitelikte bir yağ olması durumunda elde edilen yapıyı oleojel olarak isimlendirmiştir [61].

Organik çözümler düşük konsantrasyonlarda bile organojelatörler ile jel yapısını oluşturabilirler. Organojelatörler çok büyük hacimlere sahip sıvıları çubuk, tüp ve lif gibi çeşitli şekillerde hapsederek, stabil bir forma dönüştürebilirler. Oleojelasyon işlemi ile hidrojenasyon, interesterifikasyon gibi uygulamalardan farklı olarak herhangi bir kimyasal modifikasyona gerek kalmadan yağın yapısında fiziksel değişim gerçekleştirilir [62, 63]. Oleojelasyon için gereken sıvı fazı bitkisel yağ oluştururken oleojel ajanını da polimerik veya düşük molekül ağırlıklı jelatörler oluşturur [63].

Et ürünlerinde kullanılan hayvansal yağların, pişme kayıplarının azaltılmasında, emülsiyon stabilitesinin sağlanmasında, su tutma kapasitesinin arttırılmasında, ürünün tekstürel ve yapısal özelliklerinin geliştirilmesinde, ürünün istenilen duyuşal özelliklerinin kazandırılmasında önemli rolü vardır [64]. Ancak son yıllarda, hayvansal yağların bitkisel yağlar ile ikame edildiğı çalışmalarda katı/yarı katı haldeki jel yapıların kullanımı yaygınlaşmıştır [65]. Bu teknik kullanılarak doymuş yağ yerine oleojel kullanılarak üretilen gıda ürünlerinde doymuş yağ asidi miktarının azaltılması, emülsiyonun stabilizasyonu, yağ sızıntısının engellenmesi ile istenilen duyuşal ve tekstürel özelliklerin oluşturulmasının sağlandığı belirtilmektedir [66]. Yapılandırılmış, interesterifiye ve emülsiyon temelli yağ sistemlerine benzer olarak oleogel sistemleri de taze, pişmiş ve fermente et ürünlerinde uygulanmıştır [62, 67-69].

Frankfurter sosis üretiminde zeytinyağı ve soya proteini kullanılarak hazırlanan oleojelin farklı oranlarda (%15-55) hayvansal yağ yerine kullanımının, proses süresince lipoliz ve lipit oksidasyonu reaksiyonlarını, renk, pH ve su aktivitesi değerlerini etkilemediği, sosislerin kalite özelliklerini genel olarak koruduğu belirtilmiştir. Ayrıca, oleojel ikame oranı arttıkça sosislerin tekli doymamış yağ asidi oranlarının da artış gösterdiği belirtilmiştir. Oleojel kullanılan tüm örneklerin duyusal olarak kabul edilebilir düzeyde olup, ancak %15 ve %25 oranında oleojel kullanılarak üretilen sosislerin daha fazla beğenildiği bildirilmiştir [70]. Benzer bir başka çalışmada Zetzl ve ark. [71] ve Wood [72] kanola yağı ile üretilen oleojelin frankfurter sosis üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanılabilmesini belirtmişlerdir. Literatürde birçok çalışmada emülsiyon et sistemleri, sosis, köfte ve fermente sucuk gibi birçok et ürününde farklı oleojel yapıların başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir [73-76].

## **2.6. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı**

İnsanlarda sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ve yaşam şekillerindeki değişimler az yağlı, kalorisi düşük ve fonksiyonel özelliklere sahip gıdalara olan ilgiyi giderek arttırmakta, yüksek miktarda yağ içeren sucuk, salam, sosis gibi et ürünlerinin tüketimini ise önemli ölçüde azaltmaktadır [52]. Tüketiciler, beslenme ile vücudun temel besin bileşenleri ihtiyacını karşılamamanın yanı sıra insan vücudu üzerine ekstra faydalar sağlayan ve böylece çeşitli hastalık ve sağlık problemlerini önlemeye yardımcı gıdaların tüketimine yönelmiştir. Bu nedenle son yıllarda fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanan bu gıdalara yönelik büyük bir talep söz konusudur [77]. Diyet lifler fonksiyonel gıda bileşenlerinden en önemlisidir. Diyet lifler ince bağırsaktaki sindirim ve emilime karşı dirençli olan, kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan, çoğunlukla nişasta olmayan polisakkarit türevleri olan yenilebilir bitki kısımlarıdır [78].

Et ürünlerinde diyet lifler pek çok farklı amaç için kullanılabilir. Su tutma kapasitesinin artırılması, tekstürün düzenlenmesi, ürün formulasyonlarında düzenleme, depolama stabilitesinin artırılması ve pişirme kayıplarının azaltılması nedeniyle et ürünlerinde kullanılabilir [45, 79, 80].

Yapılan çalışmalarda et ürünlerinde baklagiller ve çeşitli meyve ve sebze unlarının kullanımı yüksek protein içeriğinden ziyade aynı zamanda içerdikleri yüksek lif oranından da faydalanmak amacıyla da denmektedir [35]. Bu amaçla et ürünlerinde

kullanılan hayvansal yağ yerine buğday, bezelye, şeker pancarı, narenciye albedoları yulaf, soya, elma, armut, seftali, elma ve portakal liflerinin kullanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca, metilselüloz, karboksimetil selüloz, hidroksipropil metilselüloz veya mikrokristalize selüloz gibi selüloz türevleri de yağı azaltılmış et ürünlerinin üretimi için denenmiştir [81].

Diyet lifleri, ürünlerde fonksiyonel özellikler göstermelerinin yanı sıra toplam yağ veya doymuş yağ oranı azaltılmış et ürünlerinde pişirme kayıplarının azaltılması ve tekstürün düzenlenmesi gibi ürün kalite kriterleri üzerindeki olumlu etkileri nedeni ile de et ürünlerinde tercih edilebilmektedir [45]. Diyet liflerin bu etkileri elde edildiği kaynağa ve kullanım miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu etkilerin temel nedeni diyet liflerin sahip olduğu su ve yağ bağlama özelliklerindedir [82].

Literatürde özellikle parçalanmış et esaslı (kıyma) ürünlerde diyet lif uygulamalarının ürün tekstürü ve diğer kalite parametreleri üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir [83]. Yapılan bir çalışmada yağı azaltılmış köftelerde formulasyona ilave edilen gamlar ile köftelerin kalori değerlerinde önemli seviyede azalma olduğu gözlenmiştir. Ayrıca köftelerde su tutma kapasitelerinin arttığı belirtilmektedir [84]. Bir başka çalışmada köfte üretiminde kullanılan pirinç kepeğinin köftelerin renk ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemediği belirtilmiştir [85]. Benzer bir başka çalışmada Salman [86], çalışmasında %10-20 yağ içeren hamburger köftesi hamurlarına %0-6 oranlarında hidratlaştırılmış limon lifi ilavesinin ürünün nem ve yağ değerlerinde olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir [86]. Sosis üretiminde yulaf lifi kullanımının araştırıldığı bir çalışmada ise yulaf lifinin ürün verimini artırdığı ve arzulanan açık kırmızı rengin oluşumuna yardımcı olduğu belirtilmiştir [87].

## **2.7. Gıda Endüstrisi Yan Ürünü Olarak Bezelye Kabuğu**

Gıda endüstrisinde proses sonucu oldukça büyük miktarlarda yan ürün ve atık çıkabilmektedir. Bu atıkların sebep olduğu çevre kirliliği ve bertaraf etme maliyetleri üreticileri bu yan ürünlerin kullanılmasına sevk etmiştir. Bu yan ürün ve atıkların değerlendirilmesi hem çevre hem de ekonomik boyutundan dolayı da oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Gıda sanayinde ortaya çıkan birçok yan ürün ve atık katma değeri düşük çıktılar halinde, çoğunlukla hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir [88].



Bezelye (*Pisum sativum* L.) dünyada sıklıkla ve sevilerek tüketilen, fasulye ve nohut gibi en fazla ekilen ve üretilen yemeklik tane baklagil arasında yer almaktadır. Diyet lif, nişasta, antioksidan, karoten ve protein içeriği bakımından oldukça zengindir. Ayrıca C, A ve B vitaminleri ile demir, fosfor ve potasyum gibi mineralleri de barındırır. Bezelye %20-25 protein ve %10-12 lif içermektedir [89, 90].

Bezelye ürüne işlenmeden önce kabuğundan ayrılır ve bezelye taneleri ürüne işlenir. Ayrılan kabuk ise bir atık olarak prosesten ayrılır. Yapılan çalışmalar gıda sanayinde bezelyenin işlenmesi sırasında bezelye çeşidine bağlı olarak %38-%57 arasında atık ortaya çıktığını ve bu atığın önemli bir kısmının bezelye kabuğu olduğunu göstermektedir [90].

Bitkilerin kabuk kısımları diyet lifi açısından tohuma göre daha zengindir ve çoğunluğu çözünmeyen liflerden olan selüloz ve hemiselulozdan oluşur. Bezelye kabuğu yapısında çoğunlukla selüloz gibi nişasta olmayan polisakkaritler içerir. Kuru maddede %10-12 protein ve %55-60 oranlarında diyet lif; içerir. Bezelye kabuğunun su ve yağ tutma kapasitesi ise sırasıyla 5.54 ve 2.13 g/g olarak belirlenmiştir [90, 91]. Bezelye kabuğunun içeriği Tablo 1’de sunulmuştur.

Ham lif bakımından diğer sebzelerin kabuklarına göre oldukça zengin olan bezelye kabuğu selüloz bakımından da oldukça zengindir [88, 90]. İçerikte yer alan liflerin çoğunluğu çözünmeyen formda olduğu için su tutma kapasiteleri diğer sebzelerden elde edilen liflere göre daha düşüktür [90, 92].

Literatürde bezelye kabuğunun farklı ürünlerde değerlendirilmesine yönelik gerçekleştirilen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar da bezelye kabuğunun tatsız olduğu ve bu nedenle duyuusal anlamda herhangi bir olumsuzluğa yol açmadığı belirtilmiştir. Ayrıca zengin diyet lif içeriği ile kullanılan ürünlerde diyet lif içeriğinin zenginleştirilmesine yardımcı olduğu, bu bileşen sayesinde ürünlerde su tutma ve yağ tutma özelliğinin geliştirilebileceği belirtilmektedir [90].

Tablo 2.1 Bezelye kabuğu bileşimi (g/100 g kuru madde)

Bezelye kabuğu bileşimi (g/100 g kuru madde)

Protein	10-12
Yağ	1-2
Toplam karbonhidrat	20-24
Glikoz	10-13
Sakkaroz	7-9
Nişasta	2.5-5
Toplam diyet lif	55-61
Çözünmez lif	52-54.4
Çözünür lif	3.7-4.2
Kül	6.2-7.0
Potasyum	0.9-1.3
Demir	1.0-1.4
Kalsiyum	0.5-1.0

Bu tez çalışmasının amacı; hem günümüz fast-food tüketim alışkanlığının önemli bir parçasını oluşturan hamburger köftesinde hayvansal yağ kullanımının azaltılması hem de gıda işleme sanayinde değerli bir atık olarak ortaya çıkan bezelye kabuğuna alternatif bir kullanım alanı oluşturmaktır. Bu tez çalışması ile içeriğinde insan sağlığı için pek çok olumlu etkileri bulunan başta selüloz ve hemiselüloz olmak üzere diyet lif, protein,  $\beta$ -karoten ve bazı mineralleri bulunduran bezelye kabuğundan elde edilecek tozun zeytinyağı emülsiyonu ile hazırlanan oleojel ile birlikte hayvansal yağın ikamesi için hamburger köftesi formülasyonunda kullanılarak köfte kalite parametreleri üzerine etkisi tespit edilecektir. Bu çalışma ile tüketicinin beklentilerini karşılayan ve kalite özelliklerinden ödün verilmeden toplam yağ ve doymamış yağ oranı düşürülmüş fonksiyonel bir hamburger köftesi üretilmesi amaçlanmaktadır.

### 3. BÖLÜM

#### MATERYAL VE YÖNTEM

##### 3.1. Materyal

Hamburger köftesi yapımında kullanılacak et ile hayvansal yağlar, yerel bir et ve et ürünleri üreticisi firmadan (İtimat Et Galerisi, Nevşehir) temin edilerek, soğuk zincir altında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına getirilmiştir. Şansa bağlı olarak seçilen etlerden alınan örneklerde nem, protein, kül, yağ miktarı, pH, TBARS analizleri yapılarak köfte üretimi için uygunluğu test edilmiştir. Her grup için kullanılacak etler kaba yağ ve bağ dokularından olabildiğince ayrılarak, kıyma makinesinden çekildikten sonra her bakımdan homojen olmasına dikkat edilerek şansa bağlı olarak gruplandırılmıştır. Oleojel ve bezelye kabuğu tozu üretiminde kullanılan zeytinyağı ve bezelye ise yerel üreticilerden temin edilmiştir.

##### 3.2. Yöntem

Gerçekleştirilen araştırma kapsamında hamburger köftesi üretimi ve analizleri 3 tekerrürlü olarak farklı günlerde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında öncelikle bezelye kabuğu tozu üretimi ve zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel üretimi gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki aşamada üretilen bezelye kabuğu tozu ve oleojel, hamburger köftesi üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanılmıştır. Üretilen hamburger köftesi pişirilmemiş ve pişmiş olarak, vakum paketlenmiş ve +4°C'de 7 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın 1, 4 ve 7. günlerinde pişirilmemiş ve pişmiş ürünlerin nem, protein, kül, yağ, su aktivitesi, yağ asidi kompozisyonu, renk ve pişme özellikleri, tekstürel parametreleri ve duyu özellikleri belirlenmiştir.

##### 3.2.1. Bezelye kabuğu tozu üretimi

Yerel bir üreticiden temin edilen bezelyelerden ayrılan kabuklar yıkanarak temizlendikten sonra liyofilizatörde (Operon, OPR-FDU-8612, Kore) -80 °C sıcaklık ve 0.01 mbar basınç altında, nem değeri %10'un altına düşene kadar kurutulmuştur.

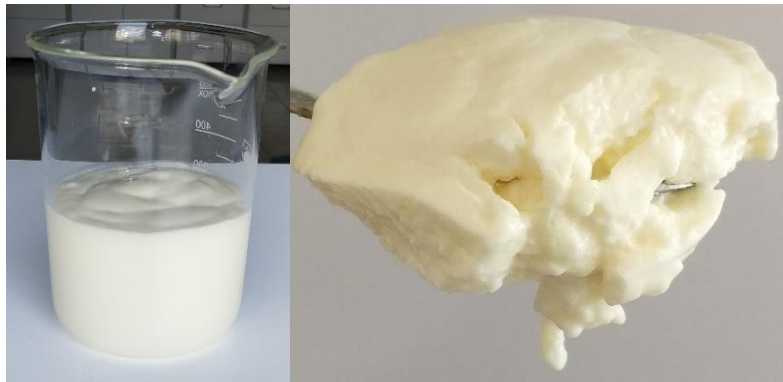


Şekil 3.1. Bezelye, kurutulmuş bezelye kabuğu ve üretilen bezelye kabuğu tozu

Kurutulmuş kabuklar laboratuvar ölçekli değirmende (Yücebaş Makine, İzmir, Türkiye) öğütülerek toz hale getirilmiştir. Üretim sonrası bezelye kabuğunun nem, protein, kül, yağ, toplam diyet lif içeriği ile yağ ve su tutma kapasitesi belirlenmiştir. Ürün hamburger köftesi üretiminde kullanımına kadar vakum ambalajlı olarak saklanmıştır.

### 3.2.2. Zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel üretimi

Zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel üretimi Poyato ve ark. [68]'de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle toplam oleojelin %57'sini oluşturan su fazı %1 karragenan (Sigma-Aldrich, Almanya), %1 gliserol monostearat (Sigma-Aldrich, Almanya) ve %1 sodyum aljinat (Sigma-Aldrich, Almanya) ile karıştırılarak hazırlanmıştır. Daha sonra yağ fazı oluşturan zeytinyağı (%40) oleojel karışımına ilave edilmiştir.



Şekil 3.2. Zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel

Emülsiyon, el homojenizatörü (Ultra-Turrax, IKA, Staufen, German) ile 4000 rpm'de karıştırılarak hazırlanmıştır. Yaklaşık 2 dakikalık karıştırma süresinden sonra oleojel oluşumu için sıcaklık 70 °C' ye kadar artırılıp daha sonra oluşan jel soğutulmuştur.

Oleojel, hamburger köftesi üretiminde kullanılmadan 1 gece önce üretilmiş ve kullanılabileceği kadar buzdolabı sıcaklığında +4°C’de saklanmıştır.

### 3.2.3. Hamburger köftesi üretimi

Hamburger köftelerinin üretiminde %70 kıyma (düşük yağlı sığır kıyması), %15 hayvansal yağ, %7 galeta unu, %4 soğan, %1 sarımsak, %2 tuz, %0,5 tatlı kırmızı toz biber, %0,5 acı kırmızı toz biber kullanılmıştır. Deneme deseni aşağıdaki gibi planlanmıştır.

Tablo 3.1 Deneme deseni

Gruplar	Hayvansal Yağ	Oleojel	Bezelye Kabuğu Tozu
Kontrol	%15	-	-
1. grup	-	%15	-
2. grup	%10	%5	%1
3. grup	%5	%10	%1
4. grup	-	%15	%1

Kıyma makinesinden (2.4 mm ayna) çekildikten sonra elde edilen kıyma eşit ağırlıklarda ve rastgele gruplara ayrılmıştır. Daha sonra baharatlar, katkı maddeleri ve bezelye kabuğu tozu ilave edilerek köfte hamuru oluşumu için yoğurulmuştur. Sonra kıyma makinesinde çekilen hayvansal yağ ve/veya yapılandırılmış yağ hamura ilave edilip, hamur tekrar yoğurulmuştur.



Şekil 3.3. Burger köfte hamurunun hazırlanması

Yoğurulan hamurdan ayrılan parçalar ile 50'şer gr ağırlığında, 1 cm kalınlıkta ve 90 mm çapında köfteler şekillendirilmiştir. Her grup içerisinde üretilen köfteler rastgele seçilerek iki eşit sayıya ayrılmıştır.



Şekil 3.4. Pişirilmemiş ve pişmiş burger köfte örnekleri

Köftelerin bir kısmı vakum ambalajlanarak pişirilmemiş şekilde +4°C'de 7 gün depolanmış, diğer kısım da merkez sıcaklık 70±2°C olacak şekilde her iki yüzü 3'er dakika sıcak yüzeyde pişirilmiştir. Köfteler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra vakum ambalajlanarak +4°C'de 7 gün depolanmıştır.

#### 3.2.4. Pişirme özellikleri

Pişmiş hamburger köftesi örneklerinde pişme kaybı, su ve yağ tutma özelliği, çapta ve kalınlıkta azalma ve küçülme miktarları belirlenmiştir. Köftelerin ağırlık, çap ve kalınlık ölçümleri pişirme öncesinde ve sonrasında oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra yapılmış ve aşağıdaki formüller kullanılarak belirlenmiştir [93].

$$\text{Pişirme kaybı oranı (\%)} = \frac{\text{pişmiş köftenin ağırlığı}}{\text{çiğ köftenin ağırlığı}} \times 100$$

$$\text{Su tutma oranı (\%)} = \frac{\text{pişmiş köftenin ağırlığı} \times \text{pişmiş köftenin nem oranı (\%)}}{\text{çiğ köftenin ağırlığı} \times \text{çiğ köftenin nem oranı (\%)}} \times 100$$

$$\text{Yağ tutma oranı (\%)} = \frac{\text{pişmiş köftenin ağırlığı} \times \text{pişmiş köftenin yağ oranı (\%)}}{\text{çiğ köftenin ağırlığı} \times \text{çiğ köftenin yağ oranı (\%)}} \times 100$$

$$\text{Çapta azalma oranı (\%)} = \frac{\text{çiğ köftenin çapı} - \text{pişmiş köftenin çapı}}{\text{çiğ köftenin çapı}} \times 100$$

$$\text{Kalınlıkta azalma oranı (\%)} = \frac{\text{çiğ köftenin kalınlığı} \times \text{pişmiş köftenin kalınlığı}}{\text{çiğ köftenin kalınlığı}} \times 100$$

$$\text{Küçülme oranı (\%)} =$$

$$\frac{(\text{çiğ köfte kalınlığı} - \text{pişmiş köfte kalınlığı}) + (\text{çiğ köfte yarıçapı} - \text{pişmiş köfte yarıçapı})}{\text{çiğ köfte kalınlığı} + \text{çiğ köfte yarıçapı}} \times 100$$

### 3.2.5. Tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) analizi

Üründe lipit oksidasyonunun takip edilmesi için tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi Kilic ve Richards [94]'da belirtildiği şekilde, pişmiş ve çiğ köfte örneklerinde üretim sonrası ve depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Analizde tiyobarbitürik asit reaktif ürünlerin (TBARS) oluşumunu önlemek için trikloroasetik asit (TCA) ekstraksiyon çözeltilisine EDTA ve propil gallat eklenmektedir. Analiz kısaca şu şekilde gerçekleştirilmiştir; 2 g et örneği üzerine 12 ml ekstraksiyon çözeltisi (TCA, EDTA ve propil gallat ile hazırlanmıştır) ilave edilerek, 15 saniye homojenize edilerek filtre (Whatman No:1) edilmiştir. Filtreleme işlemi sonucunda elde edilen filtrattan 1 ml alınarak 1 ml tiyobarbitürik asit (TBA) ile karıştırıldıktan sonra iyice vortekslenmiştir. Daha sonra bu karışım 100°C'de 40 dakika süreyle sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra örnekler, oda sıcaklığında bekletilerek soğutulduktan sonra, 4000 g de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme işlemi sonrası elde edilen supernatant kısım 532 nm dalga boyunda okunarak absorbansı belirlenmiştir. Örneklere ait absorbans değerlerinden hazırlanan standart eğri kullanılarak TBARS değerleri ( $\mu\text{mol MAD/kg et}$ ) hesaplanmıştır.

### 3.2.6. Yağ asidi kompozisyonu

Köfte örnekleri içerisindeki yağların ekstraksiyonu için Bligh ve Dyer [95] metodu kullanılmıştır. 10 g örnek alınarak 30 ml kloroform:metanol (2:1, v/v) karışımı içerisinde 5 dakika boyunca homojenize edilmiş ve sonrasında filtre kağıdından süzülmüştür. Filtreden geçmeyen kalıntılar ise tekrar 10 ml kloroform: metanol (2:1, v/v) karışımı ile, 3000 rpm de 10 dk santrifüjlenerek homojenize edilmiş ve tekrar filtrelenmiştir. Elde edilen toplam filtrata 1ml su eklenmiş ve karışım 3000 rpm de 10 dk santrifüjlenerek faz ayrımının oluşması sağlanmıştır. Üst faz uzaklaştırılmış ve az miktarda

kloroform:metanol (2:1, v/v) içeren alt faz vakumlu döner buharlaştırıcı ile uzaklaştırılarak yağ elde edilmiştir.

Kromatografik analiz öncesinde yağlar asit-baz metilasyon yöntemi ile türevlendirilmiştir (He vd., 2009). Elde edilen yağlardan 100 µl alınarak üzerine 2 ml 0.5 M sodium metoksit solüsyonu (CH<sub>3</sub>ONa; Sigma-Aldrich) ilave edilmiş, 1 dk boyunca vortekslenmiş ve sonra 50 °C de 10 dk su banyosunda bekletilmiştir. Bu karışım içerisinde 1 mL % 14'lük boron triflorür (BF<sub>3</sub>, Sigma-Aldrich) ilave edilmiş ve 1 dk boyunca vortekslenildikten sonra 50 °C de 10 dk su banyosunda bekletilmiştir. Karışıma 5 ml iyonize su eklenip vortekslenmiş ve daha sonra 5 ml hekzan eklenerek tekrar vortekslenmiştir. Oluşan faz ayrımında üst faz vial içerisinde alınarak Gaz kromatografi (GC, Agilent 7820A, ABD) cihazına direk olarak verilmiş ve analiz edilmiştir. Analizde cihaz üzerinde bulunan FID (Flame Ionization Dedector - Alev İyonizasyon Dedektörü) dedektör kullanılmıştır. Kolon olarak ise CP-Sil88 (100m x 0,25mm) kapiler kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak hidrojen, yanıcı gaz olarak hidrojen ve kuru hava kullanılmıştır.

Kromatografik analiz şartları aşağıda verilmiştir:

Dedektör Tipi : FID (Alev İyonizasyon Dedektörü)

Dedektör Sıcaklığı : 260 °C

Enjeksiyon Sıcaklığı : 250 °C

Gaz Hızları : Hidrojen 30 mL/dk  
Hava 300 mL/dk

Fırın Sıcaklığı : 140 °C (5 dk)  
: 140-225 °C (5 °C/dk)  
: 225 °C (10 dk)

### 3.2.7. pH analizi

Çalışma sırasında pişirilmemiş ve pişmiş örneklerde pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her gruba ait rasgele seçilmiş köftelerden 1 g alınarak ve 10 ml saf su içerisinde homojenize edilmiş ve pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. pH metre kullanımlardan önce pH 4.0 ve 7.0 tampon çözeltileri ile kalibre edildikten sonra pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir [96].



### 3.2.8. Renk tayini

Renk ölçümleri, köfte örneklerinin dış yüzeyinde üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümlerinde Minolta renk ölçüm cihazı (Minolta chroma meter CR-200, Japonya) kullanılarak, CIE L\*, a\*, b \* değerleri tespit edilmiştir. Her analiz öncesinde renk ölçüm cihazı kendi standardı ile kalibre edilmiştir. CIE renk sisteminde L\* olarak ifade edilen renk parlaklık değeri, a\* değeri kırmızı-yeşil, b\* değeri ise sarı-mavi renk değerlerini ifade etmektedir.

### 3.2.9. Yağ miktarı analizi

Köfte örneklerinin yağ miktarları Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir [96]. Yaklaşık 10 gr tartılan örnekler ekstraktöre yerleştirilerek 8 saat süreyle yağ ekstraksiyonu işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işlemi sonrası örnekler etüvde 30 dk tutularak çözücülerden arındırılmış ve örnek ağırlıkları belirlenmiştir. Yağ oranı ekstraksiyon işlemi sonrası kaybedilen ağırlığın başlangıç örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması ile belirlenmiştir.

### 3.2.10. Protein analizi

Örneklerin protein içeriği Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir [96]. Öncelikle Kjeldahl balonu içerisine katalizör, kaynama taşı ve parşömen kağıdı üzerine tartılmış 1 g örnek konulmuştur. Tüp içerisine 25 ml sülfürik asit ilave edilerek yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemine çözelti rengi açık mavi-yeşil oluncaya kadar devam edilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra destilasyon ünitesine alınarak NaOH varlığında destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilasyon işlemi sonrasında çözelti 0,1 N HCl asit çözeltisi ile titre edilerek harcanan HCl asit çözeltisi miktarına göre aşağıdaki formülle protein içeriği (%) belirlenmiştir.

$$\% N = [0,014 \times N \times (V1 - V2) \times 100] / m$$

$$\% \text{ Protein} = 6,25 \times \% N$$

$$V1 = \text{Titrasyon işleminde kullanılan HCl miktarı, ml}$$

$$V2 = \text{Şahit için titrasyonda harcanan HCl miktarı, ml}$$

$$N = \text{Ayarı yapılan HCl derişimi}$$

$$m = \text{Örnek miktarı, g}$$

### **3.2.11. Kül miktarı tayini**

3-4 g örnek, 105°C'de kurutulup, soğutulan ve darası alınan kül kabına tartılmış ve kademeli olarak sıcaklığı 550°C'ye çıkarılan kül fırınında yakılmıştır. Kül kaplarının tartımları arasındaki fark kullanılarak kül miktarı % olarak hesaplanmıştır [96].

### **3.2.12. Nem miktarı tayini**

Nem tayini için 10 gram örnek, sabit tartıma getirilmiş kurutma kaplarına konularak 105 °C'de, nemi tamamen uzaklaşana dek kurutulmuştur. Kurutma sonrası tespit edilen ağırlık kaybının örnek ağırlığına bölümünün 100 ile çarpımı ile örneklerin nem miktarı belirlenmiştir [96].

### **3.2.13. Toplam diyet lif miktarının belirlenmesi**

Toplam diyet lif miktarı kısaca şu şekilde yapılmıştır [96]. 1 g örnek 100 ml %1.25'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile 30 dakika kaynatılmış ve sonrasında üzerine 10 ml %28'lik KOH çözeltisi ilave edilmiş 30 dakika daha kaynatılmıştır. Kaynatma işleminden sonra örnek cam süzgeç ile filtrelenmiş ve filtre üzerinde kalan kalıntılar 1 saat 105 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonra ağırlığı belirlenmiştir (A). Daha sonrada kül fırınında 550 °C'de 30 dakika yakılmış ve sonrasında ağırlık tekrar belirlenmiştir (B). Toplam diyet lif içeriği (%); (A-B)/örnek ağırlığı x 100 eşitliği ile belirlenmiştir.

### **3.2.14. Su aktivitesi analizi**

Köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı (Novasina Thermoconstanter, İsviçre) kullanılarak 20°C'de yapılmıştır.

### **3.2.15. Su ve yağ tutma kapasitesi**

Bezelye kabuğu tozu örneklerinin su ve yağ tutma kapasiteleri Mateos-Aparicio ve ark. [97]'da belirtilen yöntemle belirlenmiştir. Su tutma kapasitesi için 500 mg gr örnek 30 ml distile su ile karıştırılarak 18 saat bekletilmiştir. Daha sonra 2000 g devirde 20 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant ayrılarak geride kalan nemli toz tartılarak su tutma kapasitesi (g su/g kuru örnek) hesaplanmıştır. Yağ tutma kapasitesinin (g yağ/g kuru örnek) hesaplanmasında ise su tutma kapasitesinde uygulanan işlemler distile su yerine zeytin yağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.16. Tekstür profil analizi**

Pişmiş hamburger köftesi örneklerinin tekstür profil analizleri (TPA) TA.XT2 Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) cihazı ile üretim sonrası ve depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Tekstür ölçümleri oda sıcaklığında ve üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz de alüminyum dikdörtgen (5x4 cm) prob ve 50 kg yük (load cell) kullanılmıştır. Probun 2 mm/sn hızda 0,7 mm'lik (%70 kompresyon) penetrasyonu sağlanmıştır. Test öncesi ve sonrasında prob hızı 3 mm/sn olarak gerçekleştirilmiştir.

Tekstür profil analizi ile hardness (sertlik, N), cohesiveness (bağlılık/yapışkanlık), springiness (elastikiyet), gumminess (yarı-katı maddenin çiğnenebilirliği, N), chewiness (katı maddenin çiğnenebilirliği), adhesiveness (tutunabilirlik, N sec) ve resilience (esneklik) parametreleri tespit edilmiştir [98].

### **3.2.17. Duyusal analiz**

Duyusal analiz pişmiş köfte örneklerinde üretim sonrası ve depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekler duyusal analiz sırasında panelistlere elektrikli ısıtıcı yüzeyde 45 saniye ısıtılarak sunulmuştur. Panelistler köfte örneklerini renk, koku, tat, sertlik, sululuk, yağlılık ve kabul edilebilirlik bakımından 9'lu hedonik skala kullanarak değerlendirmiştir. Duyusal analiz, Gıda Mühendisliği bölümü öğrencileri ve akademisyenlerinden oluşan yarı-eğitilmiş, 8 bay ve 14 bayan panelist ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.18. İstatistiksel analiz**

Araştırma sonuçları SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı kullanılarak %95 güven aralığında, varyans analizi (One-way ANOVA) ile incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı varyans analizi sonrası yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## 4. BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1. Bezelye kabuğu tozunun özellikleri

Araştırmada kapsamında üretilen bezelye kabuğunun analizleri bezelye kabuğu üretiminden hemen sonra gerçekleştirilmiştir. Bezelye kabuğunun %7.18±0.8 nem, %11.27±1.1 protein, %1.07±0.7 yağ, %5.09±0.2 kül ve %52.76±0.1 diyet lif içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca bezelye kabuğunun sulu dispersiyonunun pH'sı 5.94±0.6 olarak ölçülmüştür. Yapılan su ve yağ tutma kapasitesi analizleri sonucunda bezelye kabuğunun su tutma kapasitesi 9.48±0.2 g su/g örnek ve 4.19±0.3 g yağ/g örnek olarak tespit edilmiştir. Bezelye kabuğuna ilişkin belirlenen fizikokimyasal özellikler elde edilen kabuğa ait bezelyelerin türü ve yetiştirme koşulları gibi etkenlere bağlı olarak değişebilmekle birlikte genel olarak literatür ile uyumlu sonuçlar olduğu belirlenmiştir [90, 97].

#### 4.2. Köftelerin Fizikokimyasal Özellikleri

Araştırma kapsamında üretilen pişirilmemiş ve pişmiş burger köftelerin fizikokimyasal kompozisyonu Tablo 4.1. ve 4.2.'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Pişirilmemiş burger köftelerin fizikokimyasal kompozisyonu\*

Gruplar	Protein	Yağ	Nem	Kül
Kontrol	20.24 <sup>a</sup>	17.96 <sup>a</sup>	59.94 <sup>d</sup>	2.84 <sup>bc</sup>
1. grup	21.14 <sup>a</sup>	8.18 <sup>d</sup>	67.91 <sup>a</sup>	2.76 <sup>c</sup>
2. grup	20.64 <sup>a</sup>	14.89 <sup>b</sup>	61.57 <sup>c</sup>	2.89 <sup>b</sup>
3. grup	20.60 <sup>a</sup>	11.39 <sup>c</sup>	65.09 <sup>b</sup>	2.92 <sup>ab</sup>
4. grup	21.21 <sup>a</sup>	8.39 <sup>d</sup>	67.39 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>
S.H.	0.04	0.06	0.08	0.03

S.H = standart hata

a-d (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

\*Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Burger köftelerinin üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımı sonucunda beklenildiği gibi hem pişirilmemiş hem de pişmiş ürünlerin yağ miktarları arasında

önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır ( $P<0.05$ ). Oleojel kullanım oranının artışına bağlı olarak burger köftelerin yağ oranındaki düşüşte artmıştır. Benzer sonuç ürünlerin nem değerlerinde de belirlenmiştir. Yüksek nem içeriğine sahip olan oleojelin kullanımına bağlı olarak pişirilmemiş köftelerde nem içeriğinin önemli seviyede arttığı, pişirme işlemi sonrasında da bu durumun devam ettiği gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca oleojel ve bezelye kabuğu tozu içeren pişmiş köftelerde nem ve yağ içeriğindeki değişime bezelye kabuğunun su ve yağ tutma kapasitesinin de etkisi olduğu düşünülmektedir [91].

Tablo 4.2. Pişmiş burger köftelerin fizikokimyasal kompozisyonu\*

Gruplar	Protein	Yağ	Nem	Kül
Kontrol	24.17 <sup>b</sup>	24.97 <sup>a</sup>	47.30 <sup>d</sup>	3.54 <sup>b</sup>
1. grup	24.60 <sup>ab</sup>	12.21 <sup>d</sup>	59.61 <sup>a</sup>	3.57 <sup>b</sup>
2. grup	24.59 <sup>ab</sup>	15.74 <sup>c</sup>	56.21 <sup>b</sup>	3.45 <sup>c</sup>
3. grup	25.08 <sup>a</sup>	15.54 <sup>c</sup>	55.88 <sup>b</sup>	3.50 <sup>bc</sup>
4. grup	24.04 <sup>b</sup>	17.91 <sup>b</sup>	54.07 <sup>c</sup>	3.98 <sup>a</sup>
S.H.	0.05	0.05	0.06	0.03

S.H = standart hata

a-d (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ )

\* Tüm değerler üç tekrerrün ortalamasıdır.

Ancak pişmiş ve pişirilmemiş ürünlerin kül ve protein içerikleri üzerinde oleojel ve bezelye kabuğu kullanımının önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Sadece pişmiş burger köftelerde 4. grup örneklerin kül içeriğinin diğer gruplardan önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Bu durumun bezelye kabuğu tozunun yüksek kül içeriği ve pişme işlemi sırasında meydana gelen nem ve yağ kaybı dolayısıyla gerçekleştiği düşünülmektedir [15].

### 4.3. pH Analizi

Araştırma kapsamında üretilen pişirilmemiş ve pişmiş burger köftelerin depolama boyunca pH değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.3. ve 4.4.'de sunulmuştur.

Pişirilmemiş burger köftelerde üretim günü pH değerleri 5.74-5.77 değerleri arasında iken pişirme işlemi ile pH değerlerinde bir miktar artış olmuş ve köftelerin pH değeri 5.85-5.90 aralığına yükselmiştir. Depolama boyunca pişirilmemiş ve pişmiş tüm köfte örneklerinin pH değerleri kademeli olarak artmıştır ve depolama sonunda pişirilmemiş

köfte örneklerinin pH değerleri üretim gününe kıyasla önemli seviyede farklı bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Tablo 4.3. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin pH değişimi \*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1.gün	4.gün	7.gün	
Kontrol	5.77 <sup>aB</sup>	5.80 <sup>aB</sup>	6.10 <sup>aA</sup>	6.12 <sup>aA</sup>	0.02
1. grup	5.74 <sup>aB</sup>	5.75 <sup>aB</sup>	6.13 <sup>aA</sup>	6.19 <sup>aA</sup>	0.06
2. grup	5.76 <sup>aB</sup>	5.77 <sup>aB</sup>	6.10 <sup>aA</sup>	6.16 <sup>aA</sup>	0.04
3. grup	5.77 <sup>aB</sup>	5.79 <sup>aB</sup>	6.09 <sup>aA</sup>	6.13 <sup>aA</sup>	0.03
4. grup	5.77 <sup>aB</sup>	5.77 <sup>aB</sup>	6.10 <sup>aA</sup>	6.16 <sup>aA</sup>	0.07
S.H.	0.06	0.04	0.03	0.06	

S.H = standart hata

a-b (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ )

A-B (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.05$ )

\* Tüm değerler üç tekrerrün ortalamasıdır.

Tablo 4.4. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin pH değişimi \*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1.Gün	4.Gün	7.Gün	
Kontrol	5.90 <sup>aB</sup>	5.90 <sup>aB</sup>	5.92 <sup>aAB</sup>	5.99 <sup>aA</sup>	0.03
1. grup	5.85 <sup>aB</sup>	5.86 <sup>aB</sup>	5.88 <sup>aB</sup>	5.97 <sup>aA</sup>	0.04
2. grup	5.88 <sup>aB</sup>	5.89 <sup>aB</sup>	5.91 <sup>aAB</sup>	5.98 <sup>aA</sup>	0.05
3. grup	5.87 <sup>aB</sup>	5.88 <sup>aB</sup>	5.92 <sup>aB</sup>	5.98 <sup>aA</sup>	0.04
4. grup	5.85 <sup>aB</sup>	5.85 <sup>aB</sup>	5.90 <sup>aAB</sup>	5.98 <sup>aA</sup>	0.02
S.H.	0.04	0.03	0.02	0.04	

S.H = standart hata

a-b (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ )

A-B (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.05$ )

\* Tüm değerler üç tekrerrün ortalamasıdır.

Pişmiş köfte örneklerinde oleojel ve bezelye kabuğu tozu kullanımı örneklerin pH değeri üzerinde önemli bir değişime neden olmamıştır ( $P>0.05$ ). Sonuçlar ile uyumlu olarak Panagiotopoulou ve ark. [53]'de frankfurter sosis üretiminde kullandıkları ayçiçeği oleojelinin ürün pH değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ve pH değerlerini değiştirmedığını belirtmiştir.

#### 4.4. Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Analizi

Üretim ve depolama süresince pişirilmemiş ve pişmiş burger köftelerin su aktivitesi değişimi takip edilmiştir (Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.). Pişirilmemiş burger köfte örneklerinin  $a_w$  değerleri arasında üretim gününden depolamanın son gününe kadar önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Pişirilmemiş burger köfte örneklerinin  $a_w$  değerleri 0.952-0.958 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin su aktivitesi değişimi\*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1. Gün	4.Gün	7.Gün	
Kontrol	0.952 <sup>aA</sup>	0.952 <sup>aA</sup>	0.953 <sup>aA</sup>	0.953 <sup>aA</sup>	0.004
1. grup	0.958 <sup>aA</sup>	0.958 <sup>aA</sup>	0.957 <sup>aA</sup>	0.958 <sup>aA</sup>	0.005
2. grup	0.958 <sup>aA</sup>	0.958 <sup>aA</sup>	0.956 <sup>aA</sup>	0.958 <sup>aA</sup>	0.004
3. grup	0.953 <sup>aA</sup>	0.953 <sup>aA</sup>	0.952 <sup>aA</sup>	0.953 <sup>aA</sup>	0.005
4. grup	0.953 <sup>aA</sup>	0.953 <sup>aA</sup>	0.955 <sup>aA</sup>	0.955 <sup>aA</sup>	0.008
S.H.	0.007	0.005	0.006	0.006	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P<0.05)

\*Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Hayvansal yağ yerine zeytin yağı emülsiyon esaslı oleojel kullanımı hem pişirilmemiş hem de pişmiş köfte örneklerinde  $a_w$  değerleri üzerinde önemli bir değişime sebep olmamıştır (P>0.05). Grup 1, 2 ve 3'de %1 oranında kullanılan bezelye kabuğu tozu örneklerde yağ ve su tutma kapasitesini etkilemesine rağmen,  $a_w$  değerleri üzerinde önemli farklılıklar sağlamamıştır.

Üretim ve depolama süresi boyunca pişmiş burger köfte örneklerinin  $a_w$  değerleri aynı seviyede kalmıştır. Depolamanın 4. gününden sonra bezelye kabuğu tozu içermeyen kontrol ve 1. grup burger köfte örneklerinin  $a_w$  değerlerinde meydana gelen düşüş ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

Tablo 4.6. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin su aktivitesi değişimi\*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1.Gün	4.Gün	7.Gün	
Kontrol	0.954 <sup>aA</sup>	0.954 <sup>aA</sup>	0.951 <sup>aA</sup>	0.944 <sup>aA</sup>	0.005
1. grup	0.956 <sup>aA</sup>	0.956 <sup>aA</sup>	0.955 <sup>aA</sup>	0.943 <sup>aA</sup>	0.006
2. grup	0.957 <sup>aA</sup>	0.957 <sup>aA</sup>	0.949 <sup>aA</sup>	0.944 <sup>aA</sup>	0.004
3. grup	0.958 <sup>aA</sup>	0.958 <sup>aA</sup>	0.949 <sup>aA</sup>	0.949 <sup>aA</sup>	0.003
4. grup	0.959 <sup>aA</sup>	0.959 <sup>aA</sup>	0.948 <sup>aA</sup>	0.949 <sup>aA</sup>	0.002
S.H.	0.004	0.006	0.002	0.001	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P<0.05)

\*Tüm değerler üç tekrürün ortalamasıdır.

#### 4.5. Pişirme Özellikleri

Pişirme parametrelerini belirlemeye yönelik yapılan analiz sonuçları (Tablo 4.7.) hayvansal yağ yerine zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel kullanımı ile az yağlı burger köfte üretiminin özellikle pişirme verimini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir (P<0.05).

Tablo 4.7. Burger köftelerin pişirme parametreleri \*

Gruplar	Pişirme	Yağ	Nem	Çapta	Kalınlıkta	Büzülme
Kontrol	75.03 <sup>d</sup>	54.82 <sup>c</sup>	51.60 <sup>b</sup>	18.05 <sup>a</sup>	18.74 <sup>a</sup>	31.44 <sup>a</sup>
1. grup	80.19 <sup>c</sup>	52.65 <sup>d</sup>	49.75 <sup>c</sup>	12.36 <sup>c</sup>	10.61 <sup>c</sup>	30.87 <sup>a</sup>
2. grup	87.24 <sup>a</sup>	61.36 <sup>a</sup>	56.84 <sup>a</sup>	18.43 <sup>a</sup>	17.82 <sup>a</sup>	27.56 <sup>b</sup>
3. grup	84.58 <sup>b</sup>	59.51 <sup>b</sup>	55.61 <sup>a</sup>	17.69 <sup>ab</sup>	15.37 <sup>b</sup>	28.42 <sup>b</sup>
4. grup	81.84 <sup>c</sup>	54.28 <sup>c</sup>	56.47 <sup>a</sup>	16.15 <sup>a</sup>	11.74 <sup>c</sup>	30.17 <sup>a</sup>
S.H.	0.05	0.04	0.05	0.03	0.06	0.09

S.H = standart hata

a-d (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

\* Tüm değerler üç tekrürün ortalamasıdır.

Tamamen hayvansal yağ ile üretilen ve yağ içeriği en yüksek grup olan kontrol grubu örneklerin pişirme verimi değerlerinin en düşük seviyede, %33 oranında hayvansal yağ ile oleojelin ikame edildiği ve %1 oranında bezelye kabuğu tozunun kullanıldığı 2.grup



örneklerin pişirme veriminin ise en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Ancak %100 oranında hayvansal yağ ile oleojelin ikame edildiği 1. ve 4. gruplara ait pişirme verimi değerleri göz önüne alındığında %1 oranında bezelye kabuğu tozu ilavesinin pişirme verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, %100 oranında hayvansal yağ (K) ile oleojelin ikame edildiği burger köftelerde (1.grup) yağ ve su tutma miktarı en düşük seviyede iken oleojel ile birlikte bezelye kabuğu tozu kullanılan diğer gruplarda (2., 3. ve 4. grup) önemli düzeyde daha yüksek seviyelerde bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Bu sonuçların burger köfte formülasyonuna ilave edilen bezelye kabuğu tozunun yağ ve su tutma özelliği ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlar burger köftelerin çaplarında meydana gelen azalma miktarlarında da tespit edilmiştir. %100 oranında hayvansal yağ ile oleojelin ikame edildiği 1. grup köfte örneklerinde pişirme işlemi sonrasında çapta azalma miktarı en düşük seviyede iken, farklı oranlarda oleojel ile birlikte %1 oranında bezelye kabuğu tozu kullanılan köftelerde daha fazla çapta azalma oranı belirlenerek ( $P<0.05$ ) kontrol grubuna benzer seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların aksine, hayvansal yağın tamamen oleojel ile ikame edildiği köfte örneklerinin (1. ve 4. grup) pişirme işlemi sonrasında kalınlıkta azalma miktarları diğer gruplara kıyasla daha düşük seviyede olmuştur ( $P<0.05$ ). Hayvansal yağın yüksek miktarda olduğu kontrol ve 2. grup köftelerde ise en yüksek seviyede olmuştur ( $P<0.05$ ). Pişirme sonrası 2. ve 3. grup köftelerde büzülme oranı önemli seviyede daha düşük olmuştur ( $P<0.05$ ). Elde edilen sonuçlar genel olarak tavuk köftelerinde jel emülsiyon kullanımı ile ortaya çıkan sonuçlardan daha olumlu olmuştur [15].

#### **4.6. Yağ Asidi Kompozisyonu**

Araştırma kapsamında üretilen pişirilmemiş ve pişmiş burger köftelerin yağ asidi kompozisyonları sırasıyla Tablo 4.8. ve Tablo 4.9.'da sunulmuştur.

Pişirilmemiş ve pişmiş köfte örneklerinde hayvansal yağ ile oleojel ikamesine bağlı olarak yağ asidi kompozisyonunda önemli değişiklikler gerçekleşmiştir. Bu değişimler her iki köfte grubunda da (pişirilmemiş ve pişmiş) benzer trendlerde gerçekleşmiştir ( $P<0.05$ ).

Tablo 4.8. Pişirilmemiş burger köftelere ait yağ asidi kompozisyonu değerleri\*

Yağ asitleri	Kontrol	1.grup	2.grup	3.grup	4.grup	S.H.
Laurik asit	3.24 <sup>a</sup>	1.57 <sup>d</sup>	3.04 <sup>b</sup>	2.17 <sup>c</sup>	1.53 <sup>d</sup>	0.05
Miristik asit	4.03 <sup>a</sup>	1.82 <sup>d</sup>	3.34 <sup>b</sup>	2.58 <sup>c</sup>	1.87 <sup>d</sup>	0.07
Palmitik asit	22.44 <sup>a</sup>	19.91 <sup>c</sup>	20.28 <sup>b</sup>	19.44 <sup>c</sup>	19.60 <sup>c</sup>	0.09
Palmitoleik asit	3.92 <sup>a</sup>	2.59 <sup>d</sup>	3.41 <sup>b</sup>	3.04 <sup>c</sup>	2.68 <sup>d</sup>	0.05
Stearik asit	30.19 <sup>a</sup>	10.86 <sup>d</sup>	24.58 <sup>b</sup>	20.02 <sup>c</sup>	11.59 <sup>d</sup>	0.02
Oleik asit	31.57 <sup>d</sup>	55.48 <sup>a</sup>	39.35 <sup>c</sup>	45.80 <sup>b</sup>	54.89 <sup>a</sup>	0.02
Linoleik asit	4.37 <sup>d</sup>	7.67 <sup>a</sup>	5.79 <sup>c</sup>	6.81 <sup>b</sup>	7.73 <sup>a</sup>	0.04
Araşidik asit	0.24 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>	0.05
SFA	60.14 <sup>a</sup>	34.26 <sup>d</sup>	51.45 <sup>b</sup>	44.35 <sup>c</sup>	34.70 <sup>d</sup>	0.06
MUFA	35.49 <sup>d</sup>	58.07 <sup>a</sup>	42.76 <sup>c</sup>	48.84 <sup>b</sup>	57.57 <sup>a</sup>	0.07
PUFA	4.37 <sup>d</sup>	7.67 <sup>a</sup>	5.79 <sup>c</sup>	6.81 <sup>b</sup>	7.73 <sup>a</sup>	0.08
SFA/UFA	1.51 <sup>a</sup>	0.52 <sup>d</sup>	1.06 <sup>b</sup>	0.80 <sup>c</sup>	0.53 <sup>d</sup>	0.04
PUFA/SFA	0.07 <sup>c</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.11 <sup>c</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.06

SFA: doymuş yağ asitleri; MUFA: tekli doymamış yağ asitleri; PUFA: çoklu doymamış yağ asitleri; S.H.: standart hata

a-e (→) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

\* Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır

Yağ asidi kompozisyonu sonuçları kontrol grubu köftelerin laurik, miristik, palmitik, palmitoleik, stearik ve araşidik ait seviyelerinin diğer gruplara kıyasla en yüksek seviyede olduğunu göstermiştir (P<0.05). Ancak, kontrol grubu köftelerin oleik ve linoleik asit gibi doymamış yağ aside içeriğinin ise en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Bu farklılıklar hayvansal yağ ile oleojelin ikame oranına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Yağ asidi miktarlarında meydana gelen değişim nedeniyle üretilen köftelerin doymuş ve doymamış yağ içeriklerinde de önemli seviyede farklılıklar meydana gelmiştir (P<0.05). Hayvansal yağ ile oleojelin ikame edildiği az yağlı burger köftelerde doymuş yağ asidi içeriği (SFA) düşerken tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içeriği (MUFA ve PUFA) önemli seviyede artmıştır (P<0.05).

Tablo 4.9. Pişmiş burger köftelere ait yağ asidi kompozisyonu değerleri\*

Yağ asitleri	Kontrol	1.grup	2.grup	3.grup	4.grup	S.H.
Laurik asit	3.11 <sup>a</sup>	1.46 <sup>d</sup>	2.73 <sup>b</sup>	2.01 <sup>c</sup>	1.44 <sup>d</sup>	0.04
Miristik asit	3.65 <sup>a</sup>	1.67 <sup>d</sup>	3.04 <sup>b</sup>	2.46 <sup>c</sup>	1.71 <sup>d</sup>	0.02
Palmitik asit	20.61 <sup>a</sup>	18.64 <sup>c</sup>	19.51 <sup>b</sup>	18.92 <sup>c</sup>	18.55 <sup>c</sup>	0.05
Palmitoleik asit	3.64 <sup>a</sup>	2.48 <sup>d</sup>	3.24 <sup>b</sup>	2.84 <sup>c</sup>	2.51 <sup>d</sup>	0.04
Stearik asit	31.86 <sup>a</sup>	11.54 <sup>d</sup>	26.74 <sup>b</sup>	19.41 <sup>c</sup>	11.46 <sup>d</sup>	0.05
Oleik asit	32.28 <sup>d</sup>	56.67 <sup>a</sup>	38.89 <sup>c</sup>	47.52 <sup>b</sup>	56.74 <sup>a</sup>	0.04
Linoleik asit	4.57 <sup>d</sup>	7.45 <sup>a</sup>	5.66 <sup>c</sup>	6.73 <sup>b</sup>	7.51 <sup>a</sup>	0.03
Araşidik asit	0.28 <sup>a</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.11 <sup>c</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.01
SFA	59.51 <sup>a</sup>	33.40 <sup>d</sup>	52.21 <sup>b</sup>	42.91 <sup>c</sup>	33.24 <sup>e</sup>	0.03
MUFA	35.92 <sup>d</sup>	59.15 <sup>a</sup>	42.13 <sup>c</sup>	50.36 <sup>b</sup>	59.25 <sup>a</sup>	0.04
PUFA	4.57 <sup>d</sup>	7.45 <sup>a</sup>	5.66 <sup>c</sup>	6.73 <sup>b</sup>	7.51 <sup>a</sup>	0.02
SFA/UFA	1.47 <sup>a</sup>	0.50 <sup>d</sup>	1.09 <sup>b</sup>	0.75 <sup>c</sup>	0.50 <sup>d</sup>	0.05
PUFA/SFA	0.08 <sup>c</sup>	0.22 <sup>a</sup>	0.11 <sup>c</sup>	0.16 <sup>b</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.05

SFA: doymuş yağ asitleri; MUFA: tekli doymamış yağ asitleri; PUFA: çoklu doymamış yağ asitleri; S.H.: standart hata

a-e (→) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

\* Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır

Çalışma sonuçları oleojel kullanımının köfte örneklerinde birçok uluslararası sağlık örgütü tarafından gıda içerisindeki yağ kompozisyonun sağlık yönünden irdelenmesinde referans değerler olarak kullanılan PUFA/SFA ve SFA/UFA değerleri üzerinde de önemli değişikliğe yol açtığı tespit edilmiştir (P<0.05). Örneğin, pişmiş kontrol grubu örneklerde PUFA/SFA oranı 0.08 iken bu oran hayvansal yağın oleojel ile ikame edildiği gruplarda artarak 0.23'e kadar yükselmiştir. Ayrıca kontrol grubunda 1.47 olan SFA/UFA değeri de 0.50'ye kadar azalmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) başta olmak üzere bazı uluslararası sağlık ve gıda kuruluşları insan diyetinde PUFA/SFA oranının 0.45'den, SFA/UFA oranının 1.0'den yüksek olması gerektiğini belirtmektedir [99, 100]. Ayrıca bazı kuruluşlar diyet ile alınan PUFA miktarının artırılarak günlük 250 mg PUFA alınması gerektiği bildirilmektedir [101, 102].

Çalışma kapsamında üretilen burger köftelerin yağ asidi kompozisyonu sonuçlarının artan MUFA ve PUFA içeriği sebebiyle, beslenme ve insan sağlığı açısından oldukça önemli ve olumlu olduğu söylenebilir. Oleojel içeren köfteler diyetinde yağ oranının düşük ve PUFA bakımından zengin bir gıda kaynağı olarak sunulabilir. Elde edilen sonuçlara

benzer değerler et ürünlerinde yapılandırılmış yağların kullanıldığı farklı çalışmalarda da elde edilmiştir [58, 69].

#### 4.7. Lipid Oksidasyonu Analizi

Tablo 4.10 ve 4.11’de çalışma kapsamında üretilen pişirilmemiş ve pişmiş köftelerin depolama boyunca lipid oksidasyonu (TBARS) değerlerinde meydana gelen değişimler sunulmuştur. Sonuçlar tüm örneklerin depolama boyunca TBARS değerlerinde kademeli olarak bir artış olduğunu göstermiştir. Pişirilmemiş ve pişmiş tüm köfte örneklerinde depolamanın 1., 4. ve 7. günlerinde yapılan analizlerde bir önceki güne kıyasla TBARS değerlerinin önemli seviyede arttığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Pişirilmemiş köfte örneklerinde üretim günü yapılan analizlerde hayvansal yağ ile %100 oranında oleojelin ikame edildiği gruplarda (1. ve 4. grup) TBARS seviyesi en düşük iken ( $P<0.05$ ), oleojel kullanılan diğer grupların kontrol grubu ile benzer seviyede olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin TBARS seviyeleri depolama süresince benzer bir trendi izlemiş ve depolama sonunda da hayvansal yağın %100 oranında oleojel ile ikame edildiği gruplarda (1. ve 4. grup) en düşük TBARS değerleri tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

Tablo 4.10. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerinin TBARS değerleri ( $\mu\text{mol TBARS / kg et}$ ) değişimi\*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1.Gün	4.Gün	7.Gün	
<b>K</b>	1.60 <sup>aC</sup>	1.64 <sup>aC</sup>	2.36 <sup>aB</sup>	2.84 <sup>aA</sup>	0.05
<b>1</b>	1.19 <sup>bC</sup>	1.22 <sup>bC</sup>	1.96 <sup>dB</sup>	2.17 <sup>cA</sup>	0.08
<b>2</b>	1.57 <sup>aC</sup>	1.60 <sup>aC</sup>	2.24 <sup>bB</sup>	2.67 <sup>aA</sup>	0.05
<b>3</b>	1.44 <sup>aC</sup>	1.48 <sup>aC</sup>	2.15 <sup>cB</sup>	2.40 <sup>bA</sup>	0.06
<b>4</b>	1.11 <sup>bC</sup>	1.14 <sup>bC</sup>	1.90 <sup>eB</sup>	2.14 <sup>cA</sup>	0.08
<b>S.H.</b>	0.03	0.06	0.07	0.04	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ )

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.05$ )

\* Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Pişmiş köfte örneklerinde üretim günü TBARS değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemişken depolama sonunda en yüksek yağ içeriğine sahip olan kontrol grubu

örneklerde en yüksek TBARS değerleri belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Diğer yandan, oleojel ile formüle edilen az yağlı köfte örneklerinin TBARS değerleri kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ). TBARS değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuş olmasına rağmen, sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Az yağ içermesine rağmen PUFA ve MUFA içeriği yüksek olan oleojel ile formüle edilen gruplarda da beklenildiği gibi önemli seviyede lipid oksidasyonu reaksiyonu gerçekleşmiştir [68].

Tablo 4.11. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerinin TBARS değerleri ( $\mu\text{mol TBARS / kg et}$ ) değişimi\*

Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
		1.Gün	4.Gün	7.Gün	
<b>K</b>	2.27 <sup>aC</sup>	2.42 <sup>aC</sup>	2.65 <sup>aB</sup>	3.21 <sup>aA</sup>	0.02
<b>1</b>	2.10 <sup>cC</sup>	2.15 <sup>cC</sup>	2.41 <sup>cB</sup>	3.05 <sup>cA</sup>	0.06
<b>2</b>	2.21 <sup>abC</sup>	2.24 <sup>bcC</sup>	2.55 <sup>bbB</sup>	3.16 <sup>baA</sup>	0.05
<b>3</b>	2.17 <sup>bcC</sup>	2.20 <sup>bcC</sup>	2.48 <sup>bbB</sup>	3.13 <sup>baA</sup>	0.08
<b>4</b>	2.04 <sup>cC</sup>	2.07 <sup>dcC</sup>	2.33 <sup>dbB</sup>	2.96 <sup>daA</sup>	0.05
<b>S.H.</b>	0.02	0.02	0.06	0.03	

S.H = standart hata

a-e ( $\downarrow$ ) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0.05$ )

A-C ( $\rightarrow$ ) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır ( $P<0.05$ )

\*Tüm değerler üç tekrerrün ortalamasıdır.

%1 oranında bezelye kabuğu tozu kullanımının da TBARS değerlerine önemli seviyede etki ettiği belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). 1. ve 4. grup köftelerde hayvansal yağ ile oleojel %100 oranında ikame edilmiş ve 4. grupta ayrıca %1 oranında bezelye kabuğu tozu kullanılmıştır. Bu gruplarda depolama sonunda belirlenen TBARS değerleri (3.05 ve 2.96  $\mu\text{mol TBARS / kg et}$ ) arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ( $P<0.05$ ). Bu sonucun bezelye kabuğunun aynı zamanda antioksidan aktiviteye sahip beta karoten içeriği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Akdoğan [90] yaptığı çalışmada bezelye kabuğunun 49.6  $\mu\text{g/g}$  düzeyinde beta karoten içerdiğini belirtmiştir. Bu içeriğin burger köftelerin oksidasyon stabilitesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

#### 4.8. Renk Analizi

Araştırma kapsamında üretilen pişirilmemiş ve pişmiş burger köftelerin renk değerleri değişimi sırasıyla Tablo 4.12. ve Tablo 4.13.'de sunulmuştur.

Pişirilmemiş köfte örneklerinde yapılan renk analizinde köfte üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel ve bezelye kabuğu tozu kullanımının köftelerin L\* değerleri üzerinde önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresine bağlı olarak L\*, a\* ve b\* değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır. Ancak grupların a\* ve b\* değerleri arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bezelye kabuğu tozunun kullanıldığı 2., 3. ve 4. grup köftelerin en düşük a\* ve en yüksek b\* değerine sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Bu durumun bezelye kabuğunun klorofil içeriğine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Tablo 4.12. Üretim ve depolama periyodunda pişirilmemiş burger köftelerin renk değerleri değişimi\*

	Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
			1.Gün	4.Gün	7.Gün	
<b>L* değeri</b>	<b>K</b>	40.03 <sup>aA</sup>	44.97 <sup>aA</sup>	42.41 <sup>aA</sup>	44.08 <sup>aA</sup>	0.08
	<b>1</b>	42.62 <sup>aA</sup>	46.94 <sup>aA</sup>	48.97 <sup>aA</sup>	43.42 <sup>aA</sup>	0.11
	<b>2</b>	42.59 <sup>aA</sup>	41.70 <sup>aA</sup>	43.47 <sup>aA</sup>	43.26 <sup>aA</sup>	0.22
	<b>3</b>	42.95 <sup>aA</sup>	43.13 <sup>aA</sup>	44.80 <sup>aA</sup>	42.75 <sup>aA</sup>	0.16
	<b>4</b>	45.31 <sup>aA</sup>	45.86 <sup>aA</sup>	46.03 <sup>aA</sup>	44.51 <sup>aA</sup>	0.17
	<b>S.H.</b>	0.21	0.18	0.15	0.09	
<b>a* değeri</b>	<b>K</b>	16.45 <sup>aA</sup>	14.95 <sup>aA</sup>	13.67 <sup>aA</sup>	15.93 <sup>aA</sup>	0.14
	<b>1</b>	13.53 <sup>aA</sup>	12.04 <sup>aA</sup>	12.32 <sup>aA</sup>	13.22 <sup>aA</sup>	0.16
	<b>2</b>	9.32 <sup>bA</sup>	9.78 <sup>bA</sup>	9.37 <sup>bA</sup>	10.03 <sup>bA</sup>	0.23
	<b>3</b>	9.18 <sup>bA</sup>	10.67 <sup>bA</sup>	10.97 <sup>bA</sup>	9.38 <sup>bA</sup>	0.37
	<b>4</b>	8.93 <sup>bA</sup>	8.80 <sup>bA</sup>	8.44 <sup>bA</sup>	8.46 <sup>bA</sup>	0.18
	<b>S.H.</b>	0.35	0.27	0.19	0.24	
<b>b* değeri</b>	<b>K</b>	10.43 <sup>bA</sup>	10.29 <sup>bA</sup>	10.31 <sup>bA</sup>	11.77 <sup>bA</sup>	0.21
	<b>1</b>	11.28 <sup>bA</sup>	9.91 <sup>bA</sup>	9.29 <sup>bA</sup>	10.18 <sup>bA</sup>	0.21
	<b>2</b>	17.31 <sup>aA</sup>	16.87 <sup>aA</sup>	14.26 <sup>aA</sup>	17.5 <sup>aA</sup>	0.34
	<b>3</b>	15.86 <sup>aA</sup>	14.9 <sup>aA</sup>	14.58 <sup>aA</sup>	15.19 <sup>aA</sup>	0.47
	<b>4</b>	15.28 <sup>aA</sup>	15.05 <sup>aA</sup>	12.38 <sup>aA</sup>	13.48 <sup>aA</sup>	0.61
	<b>S.H.</b>	0.42	0.15	0.16	0.10	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P<0.05)

\*Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Pişmiş köfte örneklerinde yapılan renk analizinde köftelerin yağ içeriğine bağlı olarak L\* ve a\* değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir (P<0.05). En yüksek yağ içeriğine sahip olan kontrol grubu örneklerin en yüksek L\* ve en düşük a\* değerine sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Bunun aksine en düşük yağ içeriğine sahip olan 1. grup örnekler ise en düşük L\* ve en yüksek a\* değerlerine sahiptir (P<0.05). Ancak grupların b\* değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir.

Tablo 4.13. Üretim ve depolama periyodunda pişmiş burger köftelerin renk değerleri değişimi\*

	Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			S.H.
			1.Gün	4.Gün	7.Gün	
<b>L* değeri</b>	<b>K</b>	50.32 <sup>aA</sup>	51.65 <sup>aA</sup>	51.72 <sup>aA</sup>	50.73 <sup>aA</sup>	0.32
	<b>1</b>	37.53 <sup>cA</sup>	36.41 <sup>cA</sup>	37.87 <sup>cA</sup>	37.54 <sup>cA</sup>	0.17
	<b>2</b>	43.48 <sup>bA</sup>	43.90 <sup>bA</sup>	41.90 <sup>bA</sup>	40.27 <sup>bA</sup>	0.37
	<b>3</b>	43.31 <sup>bA</sup>	43.57 <sup>bA</sup>	44.22 <sup>bA</sup>	41.48 <sup>bA</sup>	0.28
	<b>4</b>	44.23 <sup>bA</sup>	44.54 <sup>bA</sup>	43.00 <sup>bA</sup>	43.74 <sup>bA</sup>	0.30
	<b>S.H.</b>	0.18	0.27	0.19	0.34	
<b>a* değeri</b>	<b>K</b>	4.55 <sup>cA</sup>	4.46 <sup>cA</sup>	3.41 <sup>cA</sup>	2.78 <sup>cA</sup>	0.60
	<b>1</b>	9.73 <sup>aA</sup>	10.32 <sup>aA</sup>	9.30 <sup>aA</sup>	8.54 <sup>aA</sup>	0.54
	<b>2</b>	6.59 <sup>bA</sup>	7.81 <sup>bA</sup>	5.34 <sup>bA</sup>	4.31 <sup>bA</sup>	0.33
	<b>3</b>	6.10 <sup>bA</sup>	6.67 <sup>bA</sup>	6.24 <sup>bA</sup>	6.77 <sup>bA</sup>	0.28
	<b>4</b>	8.70 <sup>bA</sup>	9.42 <sup>bA</sup>	8.12 <sup>bA</sup>	8.31 <sup>bA</sup>	0.15
	<b>S.H.</b>	0.28	0.61	0.42	0.31	
<b>b* değeri</b>	<b>K</b>	18.64 <sup>aA</sup>	19.28 <sup>aA</sup>	14.16 <sup>aA</sup>	12.63 <sup>aA</sup>	0.18
	<b>1</b>	21.29 <sup>aA</sup>	21.53 <sup>aA</sup>	18.80 <sup>aA</sup>	18.78 <sup>aA</sup>	0.27
	<b>2</b>	17.74 <sup>aA</sup>	18.71 <sup>aA</sup>	14.89 <sup>aA</sup>	13.05 <sup>aA</sup>	0.20
	<b>3</b>	19.45 <sup>aA</sup>	19.74 <sup>aA</sup>	15.52 <sup>aA</sup>	13.11 <sup>aA</sup>	0.41
	<b>4</b>	20.92 <sup>aA</sup>	21.30 <sup>aA</sup>	17.17 <sup>aA</sup>	15.53 <sup>aA</sup>	0.39
	<b>S.H.</b>	0.37	0.57	0.64	0.25	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P<0.05)

\*Tüm değerler üç tekrürün ortalamasıdır.

Oleojel ile formüle edilen gruplarda kullanılan bezelye kabuğu tozunun ise renk değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca tüm köfte örneklerinde 7

günlük depolama sürecinde renk değerleri üzerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir. Literatürde benzer çalışmalarda farklı sonuçlarında rapor edildiği belirlenmiştir. Kouzounis ve ark. [103], frankfurter sosislerde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımı sonucunda a\* değerlerinde düşüş belirlerken, L\* ve b\* değerlerinde herhangi bir farklılık tespit etmemiştir. Barbut ve ark. [14] ise hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının et ürünlerinde L\* değerini arttırdığını belirtmiştir.

#### **4.9. Tekstür Profil Analizi**

Tablo 4.14’de hayvansal yağ yerine zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel kullanılarak üretilen burger köftelerin depolamanın farklı günlerinde gerçekleştirilen tekstür analiz sonuçları sunulmuştur.

Üretim günü ve depolama günlerinde yapılan analizler sonucunda köfte örneklerinin resilience, cohesiveness ve springness değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca tüm gruplarda depolama süresince bu parametreler aynı seviyede kalmıştır. Ancak, tamamen hayvansal yağ ile formüle edilen ve en yüksek yağ içeriğine sahip olan kontrol grubu örneklerin hardness, gumminess ve chewiness değerlerinin diğer gruplara kıyasla daha büyük olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Depolama süresince bu değerler kademeli olarak azalmıştır ( $P<0.05$ ). Depolama sonunda ise üretim gününe benzer olarak kontrol grubu örneklerin hardness, gumminess ve chewiness değerleri diğer gruplara kıyasla daha büyük olmuştur ( $P<0.05$ ). Literatürde de belirtildiği üzere, hardness değeri et ürününde yağ oranının azaltılmasına bağlı olarak artabilmektedir [16, 104]. Ancak bu yorum oleogel kullanılarak yağ oranının azaltıldığı çalışmamız için açıklayıcı değildir. Üründe hayvansal yağ kadar zeytinyağı emülsiyonu esaslı oleojel kullanılmıştır ve oleojel içeriğinde yağ ve su bulunmaktadır. Bu nedenle yağ oranı azalmasına rağmen bu grupların hardness, gumminess ve chewiness değerlerinde azalma belirlenmiştir. Panagiotopoulou ve ark. [53], Barbut ve ark. [14] ve Serdaroglu ve ark. [15]’de çalışmamız sonuçlarına benzer olarak frankfurter sosis ve tavuk köftelerinde emülsiyon esaslı oleojel kullanımı nedeniyle hardness, gumminess ve chewiness değerlerinde önemli seviyede azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu etkide özellikle oleojelin yapısındaki emülsiyon ve su fazının miktarı belirleyici olabilmektedir. Moschakis ve ark. [105] oleojelin mekanik özellikleri kullanılan oleojelatör miktarının artmasına bağlı olarak arttığını bildirmiştir.



Tablo 4.14. Pişmiş burger köftelerin tekstür profil analizleri\*

Tekstür Parametreleri	Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			
			1.gün	4.gün	7.gün	S.H.
Hardness (N)	<b>K</b>	339.2 <sup>aA</sup>	327.9 <sup>aA</sup>	268.4 <sup>aB</sup>	237.1 <sup>aC</sup>	0.06
	<b>1</b>	240.9 <sup>dA</sup>	200.0 <sup>dB</sup>	187.1 <sup>cC</sup>	153.1 <sup>dD</sup>	0.08
	<b>2</b>	276.6 <sup>cA</sup>	268.3 <sup>cA</sup>	249.5 <sup>bB</sup>	172.6 <sup>cC</sup>	0.07
	<b>3</b>	304.7 <sup>bA</sup>	294.8 <sup>bA</sup>	248.9 <sup>bB</sup>	183.5 <sup>cC</sup>	0.06
	<b>4</b>	310.9 <sup>bA</sup>	303.1 <sup>bA</sup>	279.5 <sup>aB</sup>	205.0 <sup>bC</sup>	0.06
	<b>S.H.</b>	0.07	0.02	0.06	0.05	
Resilience	<b>K</b>	0.37 <sup>aA</sup>	0.38 <sup>aA</sup>	0.36 <sup>aA</sup>	0.37 <sup>aA</sup>	0.04
	<b>1</b>	0.28 <sup>bA</sup>	0.26 <sup>bA</sup>	0.28 <sup>bA</sup>	0.28 <sup>bA</sup>	0.02
	<b>2</b>	0.34 <sup>abA</sup>	0.34 <sup>abA</sup>	0.35 <sup>abA</sup>	0.32 <sup>abA</sup>	0.03
	<b>3</b>	0.29 <sup>bA</sup>	0.28 <sup>bA</sup>	0.30 <sup>abA</sup>	0.31 <sup>abA</sup>	0.04
	<b>4</b>	0.28 <sup>bA</sup>	0.28 <sup>bA</sup>	0.27 <sup>bA</sup>	0.25 <sup>bA</sup>	0.02
	<b>S.H.</b>	0.06	0.05	0.04	0.05	
Cohesiveness	<b>K</b>	0.74 <sup>aA</sup>	0.74 <sup>aA</sup>	0.72 <sup>aA</sup>	0.74 <sup>aA</sup>	0.05
	<b>1</b>	0.60 <sup>bA</sup>	0.59 <sup>bA</sup>	0.61 <sup>bA</sup>	0.62 <sup>bA</sup>	0.04
	<b>2</b>	0.70 <sup>abA</sup>	0.70 <sup>abA</sup>	0.71 <sup>aA</sup>	0.71 <sup>aA</sup>	0.02
	<b>3</b>	0.65 <sup>bAB</sup>	0.63 <sup>bB</sup>	0.68 <sup>abA</sup>	0.70 <sup>aA</sup>	0.06
	<b>4</b>	0.65 <sup>bA</sup>	0.62 <sup>bA</sup>	0.63 <sup>bA</sup>	0.67 <sup>abA</sup>	0.07
	<b>S.H.</b>	0.03	0.04	0.01	0.02	
Springness	<b>K</b>	0.80 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.02
	<b>1</b>	0.72 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.06
	<b>2</b>	0.77 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.04
	<b>3</b>	0.74 <sup>ab</sup>	0.70 <sup>ab</sup>	0.75 <sup>ab</sup>	0.76 <sup>ab</sup>	0.01
	<b>4</b>	0.69 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	0.07
	<b>S.H.</b>	0.04	0.06	0.08	0.03	
Gumminess (N)	<b>K</b>	235.7 <sup>aA</sup>	232.4 <sup>aA</sup>	186.9 <sup>aB</sup>	175.9 <sup>aC</sup>	0.03
	<b>1</b>	172.4 <sup>cA</sup>	159.8 <sup>cB</sup>	126.2 <sup>dC</sup>	95.7 <sup>dD</sup>	0.06
	<b>2</b>	204.6 <sup>bA</sup>	195.9 <sup>bB</sup>	177.9 <sup>bC</sup>	122.1 <sup>bD</sup>	0.02
	<b>3</b>	194.7 <sup>bA</sup>	182.6 <sup>bB</sup>	143.2 <sup>cC</sup>	127.6 <sup>bD</sup>	0.07
	<b>4</b>	190.2 <sup>bA</sup>	180.3 <sup>bB</sup>	159.3 <sup>cC</sup>	137.1 <sup>bD</sup>	0.05
	<b>S.H.</b>	0.03	0.04	0.02	0.01	
Chewiness	<b>K</b>	206.3 <sup>aA</sup>	185.5 <sup>aB</sup>	149.0 <sup>aC</sup>	142.7 <sup>aC</sup>	0.03
	<b>1</b>	118.8 <sup>dA</sup>	115.7 <sup>dA</sup>	90.1 <sup>dB</sup>	68.4 <sup>dC</sup>	0.04
	<b>2</b>	152.7 <sup>bA</sup>	146.4 <sup>bAB</sup>	139.8 <sup>bB</sup>	98.3 <sup>bC</sup>	0.02
	<b>3</b>	130.7 <sup>cA</sup>	127.3 <sup>cA</sup>	107.1 <sup>cB</sup>	95.8 <sup>bC</sup>	0.05
	<b>4</b>	128.5 <sup>cA</sup>	123.7 <sup>cA</sup>	113.5 <sup>cB</sup>	97.5 <sup>bC</sup>	0.01
	<b>S.H.</b>	0.04	0.03	0.05	0.05	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P&lt;0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P&lt;0.05)

\*Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Tekstür analiz sonuçlarına göre %1 oranında kullanılan bezelye kabuğu tozunun da hardness, gumminess ve chewiness değerlerinin gelişimine katkıda bulunduğu tespit

edilmiştir ( $P<0.05$ ). Bu sonuç bezelye kabuğunun diyet lif içeriği ve buna bağlı olarak su ve yağ tutma özelliği ile ilişkili olabilir. Sonuçlar az yağlı burger köfte üretiminde *Laminaria japonica* tozu ve yulaf kepeği kullanan Choi ve ark. [106] ve Yılmaz ve Daglioglu [107] ile uyumludur. Sonuçlar oleojel kullanımı ile üretilecek az yağlı burger köftelerin tekstürel özelliklerinde görülebilecek noksanlıkların bezelye kabuğu tozu ile de giderilebileceğini göstermektedir [17, 108, 109].

#### 4.10. Duyusal Analiz

Üretilen pişmiş köfte örneklerinin renk, sertlik, yağlılık, sululuk, lezzet, koku ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üretim günü ve depolama süresinin 1., 4. ve 7. gününde duyusal analizler ile takip edilmiştir (Tablo 4.14).

Duyusal analiz sonuçları yağ içeriği, hayvansal yağın oleojel ile ikame edilmesi ve bezelye kabuğu tozu kullanımının ürünlerin renk içeriğini etkilemediğini göstermiştir. Tüm gruptaki köfte örnekleri en yüksek renk puanlarını üretim gününde almıştır ( $P<0.05$ ) ve renk değerlerinde depolama süresince önemli bir değişim olmamıştır. Sululuk puanları incelendiğinde formülasyona yüksek miktarda suyun yer verildiği 1. ve 4. grup örneklerin daha yüksek puanlar aldığı tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Bunun yanısıra en yüksek yağ içeriğine sahip olan ve tamamen hayvansal yağ kullanılan kontrol grubu örnekler en yüksek sertlik, yağlılık ve lezzet puanlarını almıştır ( $P<0.05$ ). Kontrol grubu örneklerin almış olduğu sertlik ve sululuk puanları depolama süresince stabil kalırken az yağ içeren ve oleojel ile formüle edilen diğer grupların sertlik ve sululuk puanlarının düştüğü belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca, panelist puanları oleojel ve bezelye kabuğunun birlikte kullanımı ile depolama sırasında köftelerin sertlik ve sululuk puanlarında meydana gelen düşüşün azaldığını da göstermektedir. Depolama süresince sertlik ve sululuk puanlarındaki azalışın nedeninin hazırlanan emülsiyon esaslı oleojelin emülsiyon stabilitesi ile bu azalışın bezelye kabuğu ile sınırlandırılmasının nedeninin ise bezelye kabuğunun su ve yağ tutma kabiliyeti ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Panelistler üretim gününde kontrol grubu köftelerin lezzet ve koku bakımından daha beğenilir olduğunu, ancak depolama süresince olumsuz bir değişim olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu durum kontrol grubunda daha belirgin olmuş ve koku skorları depolama süresince önemli seviyede azalarak diğer gruplarla benzer seviyelerde olmuştur ( $P<0.05$ ).

Tablo 4.15. Pişmiş burger köftelerin duyuşal analiz sonuçları\*

Duyusal Özellikler	Gruplar	Üretim Günü	+4 °C Depolama Günleri			
			1.gün	4.gün	7.gün	S.H
Renk	<b>K</b>	8.3 <sup>aA</sup>	8.3 <sup>aA</sup>	8.2 <sup>aA</sup>	8.2 <sup>aA</sup>	0.09
	<b>1</b>	7.4 <sup>cAB</sup>	7.6 <sup>bA</sup>	7.1 <sup>cB</sup>	7.5 <sup>cbA</sup>	0.11
	<b>2</b>	8.0 <sup>abA</sup>	7.8 <sup>bA</sup>	7.9 <sup>bA</sup>	7.8 <sup>bA</sup>	0.12
	<b>3</b>	7.8 <sup>bcA</sup>	7.4 <sup>bcAB</sup>	7.3 <sup>cB</sup>	7.3 <sup>cB</sup>	0.16
	<b>4</b>	7.6 <sup>cA</sup>	7.3 <sup>cA</sup>	7.2 <sup>cA</sup>	7.5 <sup>cbA</sup>	0.07
	<b>S.H.</b>	0.06	0.05	0.04	0.06	
Sertlik	<b>K</b>	8.3 <sup>aA</sup>	8.1 <sup>aA</sup>	8.1 <sup>aA</sup>	8.0 <sup>aA</sup>	0.08
	<b>1</b>	6.1 <sup>dA</sup>	5.6 <sup>dB</sup>	5.4 <sup>dB</sup>	4.9 <sup>dC</sup>	0.11
	<b>2</b>	7.9 <sup>abA</sup>	7.7 <sup>abAB</sup>	7.4 <sup>bB</sup>	7.2 <sup>bB</sup>	0.09
	<b>3</b>	7.3 <sup>bA</sup>	7.3 <sup>bA</sup>	7.0 <sup>bAB</sup>	6.9 <sup>bB</sup>	0.06
	<b>4</b>	6.8 <sup>cA</sup>	6.2 <sup>cB</sup>	6.0 <sup>cB</sup>	5.6 <sup>cC</sup>	0.07
	<b>S.H.</b>	0.04	0.05	0.03	0.02	
Sululuk Hissi	<b>K</b>	8.1 <sup>aA</sup>	7.7 <sup>abA</sup>	7.8 <sup>aA</sup>	8.0 <sup>aA</sup>	0.15
	<b>1</b>	8.3 <sup>aA</sup>	8.1 <sup>aA</sup>	7.3 <sup>bB</sup>	7.1 <sup>bcB</sup>	0.17
	<b>2</b>	7.9 <sup>bA</sup>	7.5 <sup>abB</sup>	7.6 <sup>aAB</sup>	7.5 <sup>bB</sup>	0.07
	<b>3</b>	7.6 <sup>cA</sup>	7.3 <sup>bA</sup>	7.0 <sup>cAB</sup>	6.5 <sup>cB</sup>	0.10
	<b>4</b>	8.1 <sup>aA</sup>	7.8 <sup>abA</sup>	7.6 <sup>aAB</sup>	7.4 <sup>bB</sup>	0.09
	<b>S.H.</b>	0.01	0.06	0.04	0.07	
Yağlılık Hissi	<b>K</b>	8.0 <sup>aA</sup>	7.9 <sup>aA</sup>	7.9 <sup>aA</sup>	8.0 <sup>aA</sup>	0.06
	<b>1</b>	7.5 <sup>bA</sup>	7.2 <sup>bAB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	7.0 <sup>bB</sup>	0.05
	<b>2</b>	7.6 <sup>bA</sup>	7.4 <sup>bAB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	0.08
	<b>3</b>	7.6 <sup>bA</sup>	7.4 <sup>bAB</sup>	7.4 <sup>bAB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	0.10
	<b>4</b>	7.4 <sup>bAB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	7.2 <sup>bAB</sup>	7.1 <sup>bB</sup>	0.07
	<b>S.H.</b>	0.02	0.04	0.04	0.03	
Tat	<b>K</b>	8.5 <sup>aA</sup>	8.2 <sup>aA</sup>	7.6 <sup>aB</sup>	7.2 <sup>aB</sup>	0.09
	<b>1</b>	6.0 <sup>cA</sup>	6.0 <sup>cAB</sup>	6.1 <sup>cA</sup>	5.7 <sup>cB</sup>	0.18
	<b>2</b>	7.1 <sup>bA</sup>	6.9 <sup>bA</sup>	6.9 <sup>bAB</sup>	6.6 <sup>bB</sup>	0.08
	<b>3</b>	7.0 <sup>bA</sup>	7.0 <sup>bA</sup>	6.9 <sup>bA</sup>	6.8 <sup>bA</sup>	0.10
	<b>4</b>	6.1 <sup>cA</sup>	6.2 <sup>cA</sup>	5.9 <sup>cA</sup>	6.1 <sup>cA</sup>	0.14
	<b>S.H.</b>	0.03	0.01	0.02	0.03	
Koku	<b>K</b>	8.1 <sup>aA</sup>	7.8 <sup>aA</sup>	7.0 <sup>aB</sup>	6.5 <sup>aC</sup>	0.16
	<b>1</b>	7.0 <sup>cA</sup>	6.9 <sup>cA</sup>	6.7 <sup>bA</sup>	6.6 <sup>aA</sup>	0.07
	<b>2</b>	7.6 <sup>bA</sup>	7.3 <sup>bAB</sup>	7.3 <sup>aB</sup>	7.1 <sup>aB</sup>	0.04
	<b>3</b>	7.1 <sup>cA</sup>	7.0 <sup>cA</sup>	6.8 <sup>abA</sup>	6.8 <sup>aA</sup>	0.08
	<b>4</b>	7.4 <sup>bA</sup>	7.3 <sup>bA</sup>	7.1 <sup>aAB</sup>	6.9 <sup>aB</sup>	0.12
	<b>S.H.</b>	0.02	0.04	0.03	0.04	
Genel Kabul Edilebilirlik	<b>K</b>	8.2 <sup>aA</sup>	7.9 <sup>aB</sup>	7.8 <sup>aB</sup>	7.4 <sup>aC</sup>	0.05
	<b>1</b>	6.4 <sup>Da</sup>	5.9 <sup>dB</sup>	5.6 <sup>dB</sup>	5.6 <sup>cB</sup>	0.07
	<b>2</b>	7.7 <sup>Ba</sup>	7.4 <sup>bAB</sup>	7.2 <sup>bB</sup>	7.1 <sup>aB</sup>	0.03
	<b>3</b>	7.9 <sup>abA</sup>	7.2 <sup>bB</sup>	6.9 <sup>bcB</sup>	6.8 <sup>bB</sup>	0.04
	<b>4</b>	6.7 <sup>Ca</sup>	6.5 <sup>cA</sup>	6.5 <sup>cA</sup>	6.4 <sup>bA</sup>	0.05
	<b>S.H.</b>	0.07	0.04	0.07	0.04	

S.H = standart hata

a-e (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P&lt;0.05)

A-C (→) Bir satırdaki farklı harfler, önemli ölçüde farklıdır (P&lt;0.05)

\*Tüm değerler üç tekerrürün ortalamasıdır.

Sonuç olarak panelistler üretim günü yapılan duyuşal analizlerde tüm köfte örneklerine yüksek genel kabul edilebilirlik puanları vermişlerdir. Kontrol grubu örnekler en yüksek kabul edilebilirlik puanını alırken (8.2), 2. grup (7.7) ve 3. grup (7.9) örneklerde benzer seviyede puanlar almıştır. Hayvansal yağın %100 oranında oleojel ile ikame edildiği 1.

grup örnekler ise en düşük kabul edilebilirlik puanını almıştır ( $P<0.05$ ). Ayrıca tüm grupların genel kabul edilebilirlik puanları depolama süresince azalmıştır ( $P<0.05$ ).



## 5. BÖLÜM

### SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları hayvansal yağın kısmen zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel ile ikamesi ve bezelye kabuğu tozu kullanımının yağı azaltılmış burger köfte üretiminde alternatif olabileceğini göstermiştir. Hayvansal yağın kısmen zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel ile ikamesi ile burger köftenin yağ asidi kompozisyonu, pişirme verimi, çapta ve kalınlıkta azalma değerlerinde gelişim sağlanabilir. Ayrıca önerilen formülasyon ile doymuş ve toplam yağ içeriği azaltılmış ve doymamış yağ içeriği arttırılmış bir ürün geliştirilerek insan sağlığı ve beslenme bakımından olumlu bir sonuç alınabilir. Hayvansal yağın tamamen zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel ile ikamesi ile elde edilen ürünlerde hardness, chewiness ve springness değerleri bakımından olumsuz sonuçlar alınmasına rağmen, hayvansal yağın kısmen zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel ile ikamesi (%33 ve %66) bu değerler bakımından kontrol grubuna yakın sonuçlar alınabilmektedir.

Sonuç olarak, burger köfte formülasyonunda zeytin yağı emülsiyonu esaslı oleojel ve bezelye kabuğu tozu kullanımı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikler üzerinde olumsuz bir etki gözlenmeden yağ oranı azaltılmış burger köfte üretimine imkân vermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Sahilli, Y. Ç., "Determination of Antioxidant Activities in Milks Obtained from Simmental Breed of Cattle", *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 20 1, 2018.
2. Seline, K. G. , Johein, H., "The determination of L-carnitine in several food samples", *Food Chem*. 105 2, 2007.
3. Gökalp, H., Kaya, M., Zorba, Ö., "Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi No: 70, Atatürk Üniv", *Ziraat Fak. Ofset Tesisi*. 2002.
4. Başkaya, R., Karaca, T., Sevinç, İ., Çakmak, Ö., Yıldız, A., Yörük, M., "İstanbul'da Satışa Sunulan Hazır Kıymaların Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 15 1, 2004.
5. Atasever, D. D., "Isıl işlem görmüş et ürünlerinde ELISA tekniği ile farklı et türlerinin tespiti", *Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü* 2011.
6. Mann, N. J., "A brief history of meat in the human diet and current health implications", *Meat Sci*. 2018.
7. Boada, L. D., Henriquez-Hernandez, L. A., Luzardo, O. P., "The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences", *Food and Chemical Toxicology*. 92, 2016.
8. Shan, L. C., De Brún, A., Henchion, M., Li, C., Murrin, C., Wall, P. G., Monahan, F. J., "Consumer evaluations of processed meat products reformulated to be healthier–A conjoint analysis study", *Meat Sci*. 131, 2017.
9. USDA, *US Department of Health Human Services. 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans*. 2018: Washington, DC. .
10. Olmedilla-Alonso, B., Jimenez-Colmenero, F., Sanchez-Muniz, F. J., "Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods", *Meat Sci*. 95 4, 2013.
11. Toldra, F. , Reig, M., "Innovations for healthier processed meats", *Trends in Food Science & Technology*. 22 9, 2011.

12. Pehlivanoğlu, H., Demirci, M., Toker, O. S., Konar, N., Karasu, S., Sagdic, O., "Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications", *Crit Rev Food Sci.* 58 8, 2018.
13. Youssef, M. K. , Barbut, S., "Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil", *Meat Sci.* 87 4, 2011.
14. Barbut, S., Wood, J., Marangoni, A., "Quality effects of using organogels in breakfast sausage", *Meat Sci.* 122, 2016.
15. Serdaroglu, M., Nacak, B., Karabiyikoglu, M., "Effects of Beef Fat Replacement with Gelled Emulsion Prepared with Olive Oil on Quality Parameters of Chicken Patties", *Korean J Food Sci An.* 37 3, 2017.
16. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Jeong, J. Y., Kim, C. J., "Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber", *Meat Sci.* 82 2, 2009.
17. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Lee, J. W., Chung, H. J., Kim, C. J., "Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems", *Meat Sci.* 84 1, 2010.
18. Gürsoy, O., "Et Bilimi, . " Et Bilimi, . *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,:* Adana, 1991.
19. OECD. *Meat consumption.* 2017 15.01.2019]; Available from: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>.
20. Teknolojisi, G. *Şarküteri et ürünlerinin pazar büyüklüğü 20 milyar TL.* 2016 14.02.2019]; Available from: [http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber/2016/01/sarkuteri\\_urunleri](http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber/2016/01/sarkuteri_urunleri).
21. Daniel, C. R., Cross, A. J., Koebnick, C., Sinha, R., "Trends in meat consumption in the USA. ", *Public Health Nutr.* 14 4, 2010.
22. Huffman, D. L., Marchello, J. A., Ringkob, T. P. *Development for the of Processed Meat Items Fast-Food Industry.* in *Reciprocal Meat Conference Proceedings.* 1986.

23. Statistics, N. C. f. H., "Health, United States, 2017: With special feature on mortality", 2018.
24. Milliyet. *DORinsight'tan fast food tüketimi araştırması*. 2016 [27.12.2018]; Available from: <http://www.milliyet.com.tr/dorinsight-tan-fast-food-tuketimi-pembenar-detay-etyemekleri-2057217/>.
25. Smith, A. F., "Hamburger: A Global History. " Hamburger: A Global History. *Reaktion Books*, 2008.
26. TGK, *Türk Gıda Kodeksi, Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği*. 2018, Resmi Gazete: Ankara.
27. TSE, *Hamburger Köftesi Standardı (10580)*. 2012, Türk Standartları Enstitüsü: Ankara. p. 6.
28. Akcan, T., "Doğal antioksidan katkılı yenilebilir filmlerin köfte tipi et ürünlerinde kullanımının araştırılması", " *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 124, İzmir, 2013.
29. Passos, M. H. C. , Kuaye, A. Y., "Influence of the formulation, cooking time and final internal temperature of beef hamburgers on the destruction of *Listeria monocytogenes*", *Food Control*. 13 1, 2002.
30. Hur, S. J., Ye, B. W., Lee, J. L., Ha, Y. L., Park, G. B., Joo, S. T., "Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage", *Meat Sci*. 66 4, 2004.
31. Johnston, J. E., Sepe, H. A., Miano, C. L., Brannan, R. G., Alderton, A. L., "Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties", *Meat Sci*. 70 4, 2005.
32. Büyükcünel, S. , Kahraman, T., "Kırmızı et tüketimi ve insan sağlığı açısından önemi", *Food Sektör*. 4 21, 2004.
33. Webb, E. , O'neill, H., "The animal fat paradox and meat quality", *Meat Sci*. 80 1, 2008.
34. Gökoğlu, N. , Yerlikaya, P., "Et ve Ürünlerinde Yağ Oranını Azaltma Stratejileri", 2006.



35. Mansour, E. H. , Khalil, A. H., "Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers", *Food Res Int.* 30 3-4, 1997.
36. Khalil, A. H., "Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water", *Food Chem.* 68 1, 2000.
37. Savell, J. , Cross, H., "The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb", *Designing foods: Animal product options in the marketplace.* 1988.
38. Hailili, P., "İşlenmiş et ürünlerinde oksidatif ve mikrobiyolojik bozulmanın kontrolü için kullanılan doğal ve sentetik maddeler ile bunların etki mekanizmaları", 2017.
39. Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., Ghidini, S., "Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products", *Trends in Food Science & Technology.* 10 4-5, 1999.
40. Cengiz, E. , Gokoglu, N., "Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition", *Food Chem.* 91 3, 2005.
41. Vural, H., "Et ve Et Ürünlerinde Yağ Miktarının Azaltılması", *Beslenme ve Diyet Dergisi.* 25 2, 1996.
42. Cengiz, E., "Sosislerin yağ oranının azaltılması ve farklı formülasyonlarda sosis üretiminin denenmesi, " *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi*, 120, Antalya, 2003.
43. Nishida, C., Uauy, R., Kumanyika, S., Shetty, P., "The joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: process, product and policy implications", *Public Health Nutr.* 7 1a, 2004.
44. Demirci, M., "Beslenme. " *Beslenme. Rebel Yayıncılık*, 2003.
45. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S., "Healthier meat and meat products: their role as functional foods", *Meat Sci.* 59 1, 2001.
46. Damjanovi, M. , Barton, M., "Fat intake and cardiovascular response", *Current hypertension reports.* 10 1, 2008.

47. Denine, E. , Schroeder, R., "A segment II teratology study in rabbits dosed with olestra which had been used for deep frying potatoes", *Toxicologist*. 13 1, 1993.
48. Reddy, B. S., Hanson, D., Mangat, S., Mathews, L., Sbaschnig, M., Sharma, C., Simi, B., "Effect of High-Fat, High-Beef Diet and of Mode of Cooking of Beef in the Diet on Fecal Bacterial Enzymes and Fecal Bile-Acids and Neutral Sterols", *J Nutr*. 110 9, 1980.
49. Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., Hayaloglu, A. A., "The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture", *International Journal of Dairy Technology*. 58 3, 2005.
50. Stehle, P., "Low-fat meat products preferred", *Fleischwirtschaft*. 89 1, 2009.
51. Pappa, I. C., Bloukas, J. G., Arvanitoyannis, I. S., "Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork backfat with olive oil", *Meat Sci*. 56 1, 2000.
52. Zeng, Y. W., Pu, X. Y., Du, J., Yang, S. M., Yang, T., Jia, P., "Use of functional foods for diabetes prevention in China", *Afr J Pharm Pharmaco*. 6 35, 2012.
53. Panagiotopoulou, E., Moschakis, T., Katsanidis, E., "Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part II): Implementation in frankfurter sausages", *Lwt-Food Sci Technol*. 73, 2016.
54. Colmenero, F. J., "Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products", *Trends in Food Science & Technology*. 11 2, 2000.
55. Rodriguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., Estevez, M., "Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits", *Meat Sci*. 90 1, 2012.
56. Doğan, İ. S. , Küçüköner, E., "Düşük yağ ve kalori içeren gıdaların hazırlanmasında yağ ikamelerinin rolü", *GIDA/THE JOURNAL OF FOOD*. 24 6, 1999.
57. Yadegari, R. J., "Sosis Üretiminde Kullanılan Farklı Yağ İkame Maddelerin Termal Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi", 2015.

58. Kilic, B. , Ozer, C. O., "Effects of replacement of beef fat with interesterified palm kernel oil on the quality characteristics of Turkish dry-fermented sausage", *Meat Sci.* 131, 2017.
59. Demiralp, Ş. Y., Soncu, E. D., Kolsarıcı, N., "Oleojeller Ve Emülsifiye Et Ürünlerinde Kullanımı", *GIDA/The Journal of FOOD.* 42 5, 2017.
60. Hughes, N. E., Marangoni, A. G., Wright, A. J., Rogers, M. A., Rush, J. W. E., "Potential food applications of edible oil organogels", *Trends in Food Science & Technology.* 20 10, 2009.
61. Dassanayake, L. S. K., Kodali, D. R., Ueno, S., "Formation of oleogels based on edible lipid materials", *Current opinion in colloid & interface science.* 16 5, 2011.
62. Lupi, F. R., Gabriele, D., Facciolo, D., Baldino, N., Seta, L., de Cindio, B., "Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels", *Food Res Int.* 46 1, 2012.
63. Stortz, T. A., Zetzl, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A., Marangoni, A. G., "Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles", *Lipid Technology.* 24 7, 2012.
64. Hughes, E., Cofrades, S., Troy, D. J., "Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat", *Meat Sci.* 45 3, 1997.
65. Jimenez-Colmenero, F., Salcedo-Sandoval, L., Bou, R., Cofrades, S., Herrero, A. M., Ruiz-Capillas, C., "Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products", *Trends in Food Science & Technology.* 44 2, 2015.
66. Toro-Vazquez, J. F., Mauricio-Perez, R., Gonzalez-Chavez, M. M., Sanchez-Becerril, M., Ornelas-Paz, J. D., Perez-Martinez, J. D., "Physical properties of organogels and water in oil emulsions structured by mixtures of candelilla wax and monoglycerides", *Food Res Int.* 54 2, 2013.
67. Jimenez-Colmenero, F., Triki, M., Herrero, A. M., Rodriguez-Salas, L., Ruiz-Capillas, C., "Healthy oil combination stabilized in a konjac matrix as pork fat

- replacement in low-fat, PUFA-enriched, dry fermented sausages", *Lwt-Food Sci Technol.* 51 1, 2013.
68. Poyato, C., Ansorena, D., Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., Astiasaraan, I., "Optimization of a gelled emulsion intended to supply omega-3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology", *Meat Sci.* 98 4, 2014.
  69. Poyato, C., Astiasaran, I., Barriuso, B., Ansorena, D., "A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability", *Lwt-Food Sci Technol.* 62 2, 2015.
  70. Utrilla, M., Ruiz, A. G., Soriano, A., "Effect of partial replacement of pork meat with an olive oil organogel on the physicochemical and sensory quality of dry-ripened venison sausages", *Meat Sci.* 97 4, 2014.
  71. Zetzl, A. K., Marangoni, A. G., Barbut, S., "Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters", *Food Funct.* 3 3, 2012.
  72. Wood, J., "Reduction of saturated fat in Finely comminuted and ground meat products by use of canola oil organogels and the effect on Organoleptic qualities, texture and Microstructure", 2013.
  73. Lupi, F. R., Gabriele, D., Baldino, N., Seta, L., de Cindio, B., De Rose, C., "Stabilization of meat suspensions by organogelation: A rheological approach", *Eur J Lipid Sci Tech.* 114 12, 2012.
  74. Lupi, F. R., Gabriele, D., Seta, L., Baldino, N., de Cindio, B., "Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses", *Eur J Lipid Sci Tech.* 116 12, 2014.
  75. Alejandre, M., Passarini, D., Astiasaran, I., Ansorena, D., "The effect of low-fat beef patties formulated with a low-energy fat analogue enriched in long-chain polyunsaturated fatty acids on lipid oxidation and sensory attributes", *Meat Sci.* 134, 2017.
  76. Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., Astiasaran, I., "Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages", *Meat Sci.* 121, 2016.

77. Bekers, M., Marauska, M., Laukevics, J., Grube, M., Vigants, A., Karklina, D., Skudra, L., Viesturs, U., "Oats and fat-free milk based functional food product", *Food Biotechnol.* 15 1, 2001.
78. Harris, P. J. , Ferguson, L. R., "Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis", *Mutat Res-Gen Tox En.* 443 1-2, 1999.
79. Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., "Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages", *Meat Sci.* 67 1, 2004.
80. Rehinan, Z. U., Rashid, M., Shah, W. H., "Insoluble dietary fibre components of food legumes as affected by soaking and cooking processes", *Food Chem.* 85 2, 2004.
81. Ekici, L. , Ercoskun, H., "Et ürünlerinde diyet lif kullanımı", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi.* 1, 2007.
82. Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., Dabur, R. S., "Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review", *J Food Sci Tech Mys.* 52 2, 2015.
83. Talukder, S., "Effect of Dietary Fiber on Properties and Acceptance of Meat Products: A Review", *Crit Rev Food Sci.* 55 7, 2015.
84. Danowska-Oziewicz, M., "Effect of Soy Protein Isolate on Physicochemical Properties, Lipid Oxidation and Sensory Quality of Low- Fat Pork Patties Stored in Vacuum, Map and Frozen State", *J Food Process Pres.* 38 2, 2014.
85. Huang, S. C., Shiau, C. Y., Liu, T. E., Chu, C. L., Hwang, D. F., "Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs", *Meat Sci.* 70 4, 2005.
86. Salman, G. Ş., "Düşük Yağlı Hamburger Üretiminde Limon Lifi Kullanım Olanakları", *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 83, Ankara, 2012.
87. Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Perez-Alvarez, J. A., "Meat products as functional foods: A review", *J Food Sci.* 70 2, 2005.

88. Sosulski, F. W. , Wu, K. K., "High-Fiber Breads Containing Field Pea Hulls, Wheat, Corn, and Wild Oat Brans", *Cereal Chem.* 65 3, 1988.
89. Costa, G. E. D., Queiroz-Monici, K. D. S., Reis, S. M. P. M., de Oliveira, A. C., "Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes", *Food Chem.* 94 3, 2006.
90. Akdoğan, A., "Bezelye kabuğunun farklı sistemlerdeki kuruma kinetiğinin ve kurutulmuş ürünün öğütülmesiyle elde edilen toz ürünün özelliklerinin belirlenmesi", *Ege University Master Degree*, İzmir, 2014.
91. Jimenez-Moreno, E., Chamorro, S., Frikha, M., Safaa, H. M., Lazaro, R., Mateos, G. G., "Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age", *Anim Feed Sci Tech.* 168 1-2, 2011.
92. Weightman, R., Renard, C., Thibautl, J.-F., "Structure and properties of the polysaccharides from pea hulls. Part 1: Chemical extraction and fractionation of the polysaccharides", *Carbohydr Polym.* 24 2, 1994.
93. Ulu, H., "Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs", *Food Chem.* 95 4, 2006.
94. Kilic, B. , Richards, M. P., "Lipid oxidation in poultry doner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors", *J Food Sci.* 68 2, 2003.
95. Bligh, E. G. , Dyer, W. J., "A rapid method of total lipid extraction and purification", *Canadian journal of biochemistry and physiology.* 37 8, 1959.
96. AOAC, *Official Methods of Analysis (18th ed) Association of Official Analytical Chemists.* 2005: Washington, DC.
97. Mateos-Aparicio, I., Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suarez, M. J., "Isolation and characterisation of cell wall polysaccharides from legume by-products: Okara (soymilk residue), pea pod and broad bean pod", *Food Chem.* 122 1, 2010.
98. Bozkurt, H. , Bayram, M., "Colour and textural attributes of sucuk during ripening", *Meat Sci.* 73 2, 2006.
99. HMSO, *Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects.* 1994, HMSO, Department of Health: London.

100. FAO, *Graisses et acides gras dans la nutrition humaine. Rapport d'une consultation d'experts*. 2014: Rome. p. 1 - 194.
101. WHO. *World Economic Forum Report of a Joint Event*. 2008 [14.08.2018]; Available from: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/WHOWEF\\_report\\_JAN2008\\_FINAL.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/WHOWEF_report_JAN2008_FINAL.pdf).
102. USDA. *U.S. Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference Release*. 2015 [11.05.2016]; Available from: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>.
103. Kouzounis, D., Lazaridou, A., Katsanidis, E., "Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages", *Meat Sci.* 130, 2017.
104. Afshari, R., Hosseini, H., Khaneghah, A. M., Khaksar, R., "Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification", *Lwt-Food Sci Technol.* 78, 2017.
105. Moschakis, T., Panagiotopoulou, E., Katsanidis, E., "Sunflower oil organogels and organogel-in-water emulsions (part I): Microstructure and mechanical properties", *Lwt-Food Sci Technol.* 73, 2016.
106. Choi, Y.-S., Choi, J.-H., Han, D.-J., Kim, H.-Y., Kim, H.-W., Lee, M.-A., Chung, H.-J., Kim, C.-J., "Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties", *Meat Sci.* 91 1, 2012.
107. Yilmaz, I. , Daglioglu, O., "The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs", *Meat Sci.* 65 2, 2003.
108. Cierach, M., Modzelewska-Kapituła, M., Szaciło, K., "The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters", *Meat Sci.* 82 3, 2009.
109. Totosaus, A. , Perez-Chabela, M. L., "Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts", *Lwt-Food Sci Technol.* 42 2, 2009.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Şeyma ÇELEGEN

**Doğum Yeri ve Yılı:** Elbistan / 1993

**Medeni Hali:** Bekâr

**Eğitim Durumu (Kurum ve Yılı)**

**Lise:** Final Koleji 2007 - 2011

**Lisans:** Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği / 2012 - 2016

**Yüksek Lisans:** Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı / 2016-Halen

**Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl:**

- Mutlucan Şeker 2018

-Bilgem Gıda 2019

**Adres:** Ceyhan Mahallesi Göktürk Caddesi Emek Sitesi B Blok Kat:1 No:2 Kapı No:45

ELBİSTAN / KAHRAMANMARAŞ

**E-posta:** sym.clgn46@gmail.com





