

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

KAPLAMALI TAVUK ÜRÜNLERİNİN
KIZARTILMASINDA OLEOJEL KULLANIMININ
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan
Merve ÇAKIR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Ağustos, 2021

NEVŞEHİR

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

KAPLAMALI TAVUK ÜRÜNLERİNİN
KIZARTILMASINDA OLEOJEL KULLANIMININ
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan

Merve ÇAKIR

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Ağustos, 2021

NEVŞEHİR

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Cem Okan ÖZER danışmanlığında **Merve ÇAKIR** tarafından hazırlanan “**Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında oleojel kullanımının etkilerinin araştırılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

...../...../.....

JÜRİ

Danışman: Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

Üye : Doç. Dr. Cem BALTACIOĞLU

Üye : Dr. Öğr. Üyesi K. Emre GERÇEKASLAN

İMZA

.....

.....

.....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun /..... / tarih ve sayılı Kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

.....

Prof. Dr. Şahlan 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.

Merve ÇAKIR



TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sabırla, fikirleri ile yön veren ve bilimsel bir bakış açısı kazanmamı sağlayan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Cem Okan ÖZER'e,

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kamil Emre GERÇEKASLAN'a,

Çalışmam sırasında yardımlarını eksik etmeyen arkadaşlarım Beyzanur VAR ve Beyza ÖZYÜREK'e,

Hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve sevgileriyle hep yanımda olan annem Fatma ÇAKIR'a, babam Asım ÇAKIR'a, Cansu-Mustafa ÇAKIR'a, Meltem-Muhammed ÖZEN'e ve neşe kaynaklarım yeğenlerim Defne, Metehan ve Mert'e sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama destek veren Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: ABAP20F11) teşekkürlerimi sunarım.

Merve ÇAKIR
NEVŞEHİR, 2021

**KAPLAMALI TAVUK ÜRÜNLERİNİN KIZARTILMASINDA OLEOJEL
KULLANIMININ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Merve Çakır

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

2021

ÖZET

Bu çalışmada; ayçiçek yağına farklı oranlarda (%0.5, 1, 1.5 ve 2) karnauba vaksı ilave edilerek elde edilen ayçiçek yağı oleojellerinin kullanıldığı derin yağda kızartılan kaplamalı tavuk ürünlerinin değişen kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kaplamalı tavuk ürünlerinde pH, renk, nem, kül, yağ ve protein miktarı, TBARS (oksidasyon analizi) ve tekstür analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kullanılan yağların kızartma sırasında serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve iyot sayısı miktarlarındaki değişim belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre %2 ve 1.5 oranında karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılan örnekler en düşük pH değerine ve yağ içeriğine sahip olmuştur ($P<0.05$). Örneklerin nem, kül, protein miktarları ve renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Depolama süresi boyunca tüm örneklerin TBARS değerlerinde artış tespit edilmiştir ve depolama sonunda ayçiçek yağı ile kızartılan örneklerin en yüksek TBARS değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Tekstür analizi sonuçlarına göre; sertlik ve sakızımsılık değerleri %0.5 karnauba vaksı içeren oleojel örneklerinde en düşük, %1.5 karnauba vaksı içeren oleojel örneklerinde en yüksek seviyede olmuştur ($P<0.05$). Kızartma sırasında tüm grupların iyot sayısı değerlerinde değişiklik olmaz iken, tüm oleojel gruplarının peroksit sayısı ve serbest yağ asidi değerleri yükselmiştir ($P<0.05$).

Çalışmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında karnauba vaksı kullanılarak ayçiçek yağından hazırlanan oleojellerin kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında kullanılabilceği ve ürün kalite parametrelerinde önemli olumsuzluklar oluşmadan daha fonksiyonel ve sağlıklı ürünlerin geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Oleojel, Tavuk, Derin yağda kızartma, Karnauba.*

Danışman: Doç. Dr. Cem Okan ÖZER

Sayfa Sayısı: 72 sayfa



INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF USING OLEOGEL IN THE FRYING OF COATED CHICKEN PRODUCTS

(M. Sc. Thesis)

Merve ÇAKIR

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

2021

ABSTRACT

In this study; it is aimed to determine the changing quality parameters of deep-fried coated chicken products using sunflower oil oleogels obtained by adding carnauba wax to sunflower oil at different rates (0.5, 1, 1.5 and 2%). In the study, pH, color, moisture, ash, fat and protein content, TBARS (oxidation analysis) and texture analyzes were performed in coated chicken products. In addition, the changes in the amount of free fatty acid, peroxide number and iodine number during frying in the used oils were determined.

According to the results, the samples fried with oleogel containing 2% and 1.5% carnauba wax had the lowest pH value and fat content ($P<0.05$). There was no significant difference between the groups in terms of moisture, ash and protein amounts and color values (L^* , a^* and b^*) of the samples. During the storage period, an increase in the TBARS values of all samples was detected and at the end of the storage, the samples fried with sunflower oil were determined to have the highest TBARS values ($P<0.05$). According to the results of the texture analysis; hardness and gumminess values were lowest in oleogel samples containing 0.5% carnauba wax and highest in oleogel samples containing 1.5% carnauba wax ($P<0.05$). While there was no change in the iodine number values of all groups during frying, the peroxide number and free fatty acid values of all oleogel groups increased ($P<0.05$).

Considering the findings obtained from the study, it was concluded that sunflower oil oleogels prepared using carnauba wax can be used in frying coated

chicken products and more functional and healthy products can be developed without significant negative effects on product quality parameters.

Keywords: *Oleogel, Chicken, Deep frying, Carnauba.*

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cem Okan ÖZER

Page number: 72 pages



İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| KABUL VE ONAY SAYFASI | I |
| TEZ BİLDİRİM SAYFASI | II |
| TEŞEKKÜR..... | III |
| ÖZET..... | IV |
| ABSTRACT | VI |
| İÇİNDEKİLER | VIII |
| TABLolar LİSTESİ..... | XI |
| RESİMLER LİSTESİ | XII |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | XIII |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ | XIV |
| 1.BÖLÜM | 1 |
| GİRİŞ | 1 |
| 2.BÖLÜM | 4 |
| KAYNAK ÖZETİ..... | 5 |
| 2.1. OLEOJEL ÜRETİM TEKNOLOJİSİ..... | 5 |
| 2.2. OLEOJEL ÜRETİM YÖNTEMLERİ VE OLEOJELATÖRLER..... | 7 |
| 2.2.1.Kandelilla vaksı..... | 9 |
| 2.2.2.Pirinç (Oryza sativa) kepeği vaksı | 9 |
| 2.2.3.Balmumu vaksı | 9 |
| 2.2.4.Ayçiceği Vaksı | 10 |
| 2.2.5. Etilselüloz..... | 10 |
| 2.2.6. Şellak Vaksı | 11 |
| 2.2.7. Karnaubas Vaksı..... | 11 |
| 2.3. OLEOJELLERİN ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIM İMKANLARI..... | 12 |
| 2.4. KAPLAMALI ET ÜRÜNLERİ | 15 |
| 2.4.1. Kaplamalı Et Ürünleri Üretim Yöntemleri | 18 |
| 2.4.1.1. Ön unlama | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.4.1.3. Kuru kaplama | 21 |
| 2.5. KAPLANMIŞ ET ÜRÜNLERİNE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR | 21 |
| 3. BÖLÜM | 26 |
| MATERYAL VE YÖNTEM | 26 |
| 3.1. MATERYAL..... | 26 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 26 |
| 3.2.1. Oleojellerin Hazırlanması | 26 |
| 3.2.2. Kaplamalı Tavuk Üretimi | 28 |
| 3.2.3. Analizler..... | 31 |
| 3.2.3.1. pH Analizi | 31 |
| 3.2.3.2. L*, a*, b* renk Analizi..... | 31 |
| 3.2.3.3. Protein Analizi | 31 |
| 3.2.3.4. Yağ Miktarı Analizi | 32 |
| 3.2.3.5. Nem ve Kül Miktarı Analizi | 32 |
| 3.2.3.6. Serbest Yağ Asitliği Tayini..... | 32 |
| 3.2.3.7. Peroksit Sayısı..... | 33 |
| 3.2.3.8. İyot Sayısı | 33 |
| 3.2.3.10. Tekstür Analizi..... | 34 |
| 3.2.3.12. İstatistiksel Analizler..... | 35 |
| 4. BÖLÜM | 37 |
| BULGULAR VE TARTIŞMA | 37 |
| 4.1.HAMMADDE ANALİZ SONUÇLARI..... | 37 |
| 4.2. pH ANALİZİ | 38 |
| 4.4. KAPLAMALI TAVUKLARIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ | 42 |
| 4.5. PİŞME ÖZELLİKLERİ | 45 |
| 4.6. TEKSTÜR ANALİZİ | 47 |
| 4.7. TİYOBARBITÜRİK ASİT REAKTİF ÜRÜNLERİ (TBARS) ANALİZİ | 50 |
| 4.8. SERBEST YAĞ ASİDİ ANALİZİ(SYA)..... | 52 |
| 4.9. PEROKSİT SAYISI ANALİZİ..... | 54 |
| 4.10. İYOT SAYISI..... | 55 |
| 5. BÖLÜM | 57 |

| | |
|---------------------|----|
| SONUÇ VE ÖNERİ..... | 57 |
| KAYNAKÇA..... | 60 |
| ÖZGEÇMİŞ | 72 |



TABLULAR LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Tablo 3. 1. Deneme Grupları | 29 |
| Tablo 4. 1. Çiğ tavuk örneklerinde analiz sonuçları..... | 37 |
| Tablo 4. 2. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin pH değerleri değişimi | 39 |
| Tablo 4. 3. Kızartılmış kaplamalı tavukların L*, a*, b* değerleri | 40 |
| Tablo 4. 4. Kaplamalı tavuk örneklerinin fizikokimyasal özellikleri | 43 |
| Tablo 4. 5. Kaplamalı tavuk örneklerinde kaplamanın nem ve yağ değerleri | 44 |
| Tablo 4. 6. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin pişme özellikleri..... | 46 |
| Tablo 4. 7. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin tekstür analiz parametreleri değişimi..... | 47 |
| Tablo 4. 8. Üretim ve depolama periyodunda kaplamalı tavuk örneklerinin TBARS ($\mu\text{mol TBARS/kg et}$) değeri varyasyonları..... | 50 |
| Tablo 4. 9. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların serbest yağ asidi değerleri | 52 |
| Tablo 4. 10. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların peroksit sayısı değerleri..... | 54 |
| Tablo 4. 11. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların iyot sayısı değerleri | 56 |

RESİMLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Resim 3. 1. Farklı (%1, 1.5, 2) oranlarda karnauba vaksı ile hazırlanan oleojeller | 27 |
| Resim 3. 2. Kaplamalı tavuk üretimi için boyutlandırılmış tavuk parçaları | 28 |
| Resim 3. 3. Boyutlandırılmış tavuk parçalarının kaplama aşaması | 29 |
| Resim 3. 4. Kaplamalı tavuk parçalarının kızartma aşaması | 30 |
| Resim 3. 5. Farklı oranlarda karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılmış kaplamalı tavuk örnekleri | 30 |



ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. 1.Kaplamaalı Tavuk Üretim Akış Şeması20
- Şekil 1. 2. Oleojel varlığında kaplamaalı tavuk üretim akış şeması27



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

WHO: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

GRAS: Generally Recognized As Safe (Genel Olarak Güvenli Kabul Edilebilir)

FDA: Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)

dk: dakika

ml: mililitre

mm/s: milimetre/saniye

mm: milimetre

g: gram

mg: miligram

LDL: Low Density Lipoprotein (düşük yoğunluklu lipoprotein)

E492: SMS, Sorbitan monostearat

E902: Kandelilla vaksı

E908: Piriç kepeği (*Oryza sativa*) vaksı

E901: Balmumu vaksı

E904: Şellak vaksı

E903: Karnauba vaksı

SYA: Serbest yağ asidi

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Son yıllarda beslenme ve sağlık alanındaki çalışmalar; obezite, kalp- damar rahatsızlıkları ve bazı kanser türlerinin oluşumunu, günlük yağ tüketimi ile ilişkilendirmektedir [1]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, günlük alınması gereken toplam enerji miktarının %15 ile %30 kadarının yağlardan alınması, bu miktar içerisinde doymuş yağların en fazla %19 olması, kalan kısmın doymamış yağlardan oluşması ve ayrıca günlük alınması gereken kolesterol miktarının 300 mg'dan az olması gerektiği belirtilmiştir [2]. Doymuş yağların tüketimi sonucunda kolesterol değerlerinde ve özellikle halk arasında 'kötü kolesterol' olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) miktarında artış görülmektedir. Bu artışa bağlı olarak da yüksek kolesterol değeri ile koroner kalp rahatsızlıkları arasında bir ilişki olduğu bildirilmektedir [2].

Kısa sürede hazırlanması ve hızlı bir şekilde servise sunulması nedeniyle; döner, balık, patates cipsi, hamburger, nugget gibi gıdalar "Fast Food" gıdalar olarak isimlendirilmektedir. Fast food ifadesinin Türk Dil Kurumu'nun Batı Kökenli Kelimeler Sözlüğü'ndeki karşılığı "hazır yemek" olarak da ifade edilmektedir [3]. Fast food gıdalar ayaküstü ve kısa sürede, hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Aynı zamanda fast food ürünler enerji değeri ve yağ oranının yüksek olması ve besin değerlerinin düşük olması nedeniyle yüksek tansiyon, kardiyovasküler rahatsızlıklar, diyabet, osteoporoz gibi hastalıklar ile de ilişkilendirilmektedir. Ayrıca obezite ve dengesiz beslenmenin en önemli nedenleri arasında fast food ürünlerinin sık ve aşırı miktarda tüketimi yer almaktadır [3].

Yetişkin bireylerle birlikte genç bireylerin de fast food tüketimine yönelmesi Dünya'da fast food tüketiminin artmasına ve yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar öğrencilerin % 87.7'sinin fast food ürünleri talep ettiği ve yalnızca %12.3'ünün fast food ürünlerini tüketmediğini göstermektedir [4]. Çocuklar fast food besinlerine kolay bir şekilde okul kantinlerinden ulaşabilmektedir. Ülkemizde okullarda kantinlerin bulunma oranlarının ilköğretimde %98.3, liselerde ise %100 olduğunu belirten ve okul kantinlerinin çocuk ve gençlerin tüketim alışkanlıklarını önemli ölçüde etkilediğini vurgulayan

bir araştırmaya göre içeriğinde salam, sosis ve sucuk bulunduran ürünler çocuklar tarafından daha yoğun talep görmektedir. Bununla birlikte lise öğrencilerinin okul çevresinde bulunan tüketim noktalarındaki fast food ürünlerine de ilgi gösterdiği ve dolayısıyla bu ürünlerin kantin dışından temin edilme oranlarının da oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir [4].

Tüketilen gıda miktarının ve gıdalardaki enerji yoğunluğunun artışı nedeniyle insanların beslenme şekilleri bozulmuş ve beraberinde obezite sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Dünyada 400 milyonun üzerinde obez ve 1.6 milyara yakın kilolu birey bulunmaktadır. Fast food beslenme düzeninin obezite, diyabet, kalp hastalıkları gibi rahatsızlıklar ile ilişkili olduğu bilimsel çalışmalarla da ortaya konulduğu için birçok çalışmada fast food gıdalar ve bu gıdaların insan sağlığı üzerine etkilerinin daha fazla araştırılması gerektiği vurgulanmıştır[5].

Son yıllarda insan sağlığını etkileyen faktörler, tüketim çeşitliliği, satın alma alışkanlıklarındaki ve ürün içeriğindeki değişim, yağ içeriği azaltılmış ürünlere olan talebin giderek artmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmaların sonucu olarak tüketici bilincinin gelişmesi ile özellikle yağ içeriği azaltılmış ürünlere olan talep giderek artmış ve dolayısıyla derin yağda kızartılarak hazırlanan gıda ürünlerine karşı daha duyarlı bir hale gelmiştir. Derin yağda kızartılan ürünlerin bünyesine önemli miktarda yağ çekmesi sonucunda ciddi sağlık risklerine sebep olabileceği düşünülmektedir. Besleyici değeri yüksek ve önemli protein kaynağı olan et ürünlerinin kaplanarak derin yağda kızartılması da benzer riskleri içermektedir [6]. Bu bağlamda derin yağda kızartılan ürünlerin çektiği yağ miktarının azaltılması veya kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonunun değiştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar pek çok gıda ürününde olduğu gibi et ürünlerinde de yoğunlaşmıştır [7].

Derin yağda kızartma, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan popüler bir yemek pişirme ve hazırlama metodudur. Yiyecekler yüksek sıcaklıklardaki yağ içerisine daldırıldığında; kızartma ortamı ile gıda arasında ısı ve kütle transferi gerçekleşmektedir [7]. Üründeki gevrek yapı, doku özellikleri ve kızartılmış yiyeceklerde oluşan altın renk istenen yapı formudur. Ancak kızartma sırasında oksidasyon gibi istenmeyen bazı reaksiyonlar da gerçekleşmektedir. Bu reaksiyonlar hem ürünlerin besin bileşiminde hem de ürün kalitesinde olumsuz

sonuçlara neden olabilmektedir. Oksidasyon sonucunda bu ürünlerin tüketimiyle ciddi sağlık riskleri oluşmaktadır. Bu nedenle kızartma ortamlarının oksidatif stabilitesini artırmak amacıyla yapılan çalışmalarda fitosteroller gibi doğal antioksidanların kullanımından umut verici sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir [8].

Gıda uygulamalarında daha çok çeşitli bitkisel kaynaklardan elde edilen yenilebilir yağlar kızartma materyali olarak kullanılmaktadır. Yüksek doymuş yağ asidi içeren yağlara kıyasla doymamış yağ asidi miktarı daha yüksek olan bitkisel kaynaklı yenilebilir yağların sağlık açısından daha güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Ancak derin yağda kızartma işleminde; yüksek oranda doymamış yağ asidi içeren yağların kullanılması, üründe daha az gevrek bir dokuya, daha kolay ve hızlı oksidasyona ve dolayısıyla da daha kısa bir raf ömrüne sebep olmaktadır. Bu nedenle doymuş yağ asitleri, yüksek sıcaklıktaki kızartma ortamlarında daha fazla tercih edilmektedir. Doymuş bitkisel yağların kimyasal yapıları nedeniyle yüksek sıcaklıklara daha dirençli olması bu tercihte en önemli faktördür. Bu bağlamda gıda endüstrisinde doymuş yağ asitlerinin kullanımı kızartma işleminin istenen fonksiyonlarını sağlayan bir ortam oluşturmasında avantaj sağlamaktadır [8].

Kızartma ortamı olarak doğal doymuş yağlardan palm yağı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [9]. Ayrıca teknolojik olarak hidrojenizasyon yoluyla sıvı formdaki yağların katı yağlara dönüştürülmesi ile üretilen doymuş yağlar da kızartma işleminde kullanılabilir. Ancak bu işlem sırasında *trans* yağ asitlerinin oluşma ihtimali de bulunmaktadır. *Trans* yağların kardiyovasküler rahatsızlıklara ve sağlık risklerine neden olduğunu bildirilmektedir. Ayrıca *trans* yağların tüketimi konusunda birçok ülkede engellemelerin olduğu görülmektedir [10]. Bu nedenle doymuş yağ içeriği yüksek doğal kaynaklar daha fazla tercih edilmektedir.

Trans ve doymuş yağlar gıda ürünlerinde arzu edilen tekstürel özelliklerin oluşturulmasını ve kararlı bir yapının kazandırılmasını sağlamaktadır. Ancak *trans* ve doymuş yağların tüketimi sonucunda sağlık yönünden ciddi olumsuz etkilerinin olması gıda üretim teknolojilerinde doymuş yağ ve *trans* yağın azaltılması veya farklı şekillerde değiştirilmesi yoluna gidilmektedir. Bu nedenle

derin yağda kızartma ortamlarında *trans* ve doymuş yağ içeriği yüksek yağlar yerine *trans* ve doymuş yağ içeriği yüksek sıvı yağların kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca sıvı yağların besinsel profilini bozmadan, formülasyonunda değişikliğe gidilerek farklı metotlarla gıdalara ek yararlı etkiler sağlanması hedeflenmektedir. Bu hedefler doğrultusunda derin yağda kızartma işlemlerinde kullanılacak yağların yapılandırılması için uygulanacak alternatif metotlardan birisi de organojelasyon tekniğidir [11].

Et ve et ürünlerinin derin yağda kızartılması işleminde kızartma ortamı olarak oleojel kullanım imkanlarının araştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Et ve et ürünlerinin kızartılması işlemlerinde oleojel kullanımı ürünün yağ çekme sorununu azaltıp, kalite standartlarının yükseltilmesi ve insan sağlığı üzerine önemli katkılar sağlamayı amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile de ayçiçek yağı ve karnauba vaksı kullanılarak oluşturulan oleojellerin kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında kullanılarak ürünün teknolojik özelliklerinde ve depolama stabilitesinde gelişmeler sağlanması amaçlanmıştır.

2.BÖLÜM

KAYNAK ÖZETİ

2.1. Oleojel Üretim Teknolojisi

Organik çözümlerin düşük molekül ağırlıklı bileşenler veya yağda çözünür polimerler aracılığıyla sıvı fazı hapseden üç boyutlu katı benzeri jel yapıları oluşturması organojelasyon olarak tanımlanmaktadır [12]. Oleojel ise bitkisel yağ içerisinde tüketilebilen, düşük molekül ağırlığı ve sınırlı çözünürlüğü olan oleojelatörün asimetrik kristalizasyonu ya da kendiliğinden kümeleşmesi ile oluşturduğu sürekli termal geri dönüşümlü ve üç boyutlu ağ yapısına sahip jel formudur [13]. Organojelasyon tekniğinde, sıvı fazı organik bir çözümler ya da bitkisel bir yağ oluşturmaktadır. Jel ajanını da (organojelatör) düşük molekül ağırlıklı organik ya da polimerik jelatörler oluşturur. Kullanım durumlarına göre özellikle bitkisel yağların kullanılmayla “oleojel”, “jel ajanı”, “oleojelatör” olarak adlandırılırken, kullanım tekniği de oleojelasyon olarak isimlendirilmektedir [6].

Oleojeller, ısıyla değişkenlik gösteren üç boyutlu bir ağ yapısına sahip ve organik bir sıvının içinde hapsedilmiş mikro yapıları kompleks bir sistemdir [14]. Sıvı yağların jelleştirme işleminde; üç boyutlu ağ yapıyı oluşturan sıvı kısmın immobilize olmasını sağlayan ajanlar oleojelatörlerdir. [15]. Ağ yapı içerisinde; sıvı fazın immobilizasyonu gerçekleşmekle birlikte fiziksel ve kimyasal etkileşimler ve polimerik jelatörlere çapraz ya da karışık bağlarda kurulmaktadır. Bununla birlikte düşük molekül ağırlıklı organik jelatörlerin, fiziksel etkileşimleri sonucunda iri agregatlar oluşmaktadır [16].

Organojelasyon sonucunda; π - π hidrojen bağları, Van der Waals kuvveti ve π - π kuvvetleri jelin yapısındaki zayıf zincirler arası etkileşimleri kuvvetlendirmektedir [16]. Oluşan jel yapısının bileşiminde kullanılan jelatörün molekül yapısı (düşük molekül ağırlıklı organik bileşenler, polimerik bileşenler veya inorganik bileşenler), jelatörün kimyasal yapısı (yağ bazlı olan veya olmayan), kullanılan jelatör sayısı (tek jelatörün veya jelatör kombinasyonlarının kullanıldığı jeller) ve jelin yapısı (kristal yapı ve ağ oluşumu, kendiliğinden

oluşan kristal olan veya olmayan ağlar, polimerik lifler, parçacıklı ağlar) gibi birçok faktör ortaya çıkan oleojelin özelliklerini etkilemektedir [17].

Oleojelatör seçimi yapılırken oleojelatörün ekonomik olmasına, gıdaların formülasyonunda kullanım uygunluğuna, düşük konsantrasyonlarda etkili olabilmesine ve kullanılan yağın özelliklerine uygun olmasına dikkat edilmektedir [14]. Yapılan literatür taramasında oleojel üretiminde jel yapıcı ajan olarak çoğunlukla vaksların tercih edildiği belirlenmiştir.

Vaks, fonksiyonel grubuna göre çeşitleri olan, uzun hidrokarbon zincirleri içeren, yağlı bir bileşendir [18]. Vaks içeriğinde bulunan fonksiyonel gruplar arasında alkol, ester, keton ve aldehitler bulunmaktadır. Bitkilerden, böceklerden ve deniz hayvanlarından elde edilen vaks esterleri, çeşitli endüstriyel uygulamalarda (örneğin kozmetik ürünler, kayganlaştırıcılar, cilalar, yüzey kaplamaları, mürekkepler ve gıdalar) kullanılmaktadır [19]. Mevcut tüketici talepleri doğrultusunda mineral bazlı vakslar ve biyolojik bazlı vaksların gıda, kozmetik ve farmasötik kimya endüstrilerinde kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır [20].

Organik solventin jelasyonu işlemi için yeterli minimum miktar kütlece %0.5'ten daha düşüktür. Ancak gıda uygulamalarında oleojelin istenen kalite standartlarını sağlayabilmesi için daha yüksek oranlarda kullanımına da ihtiyaç duyulmaktadır. Gıda ürünlerinde kullanılacak oleojellerin, lipofilik bağlayıcı, yüzey aktivitesi yüksek, ısıl-değişken karakteristiğe sahip, doğal kaynaklardan elde edilmiş ve GRAS (genellikle güvenli olarak kabul edilir) statüsünde olması gerekir [21, 22]. Oleojelasyon işleminde kullanılan yağ ve oleojelatör, oluşan yapının özelliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca oleojelatörün türü ve konsantrasyonu, oluşan yapının termal özelliklerinin yanında reolojik ve tekstürel özelliklerini de etkilemektedir. Örneğin, oleojelatör olarak lesitin kullanıldığında; yapıda bulunan su doymamış bitkisel yağ ile bir araya geldiği zaman oluşan ters miseller nedeniyle yapı içerisinde sabit kalmaktadır. Ayrıca lesitin optimum çalışma için gerekli olan su aktivitesi aralığının dar olması nedeniyle gıda uygulamalarında kullanım alanı da oldukça sınırlıdır [23, 24]. Vakslar ise morfolojik olarak kristal niteliğindeki tipi ve karakteristik özellikleri nedeniyle

çeşitli ürünlerde farklı yapılar oluşturmakla birlikte çalışma koşulları ile kolaylık sağlamaktadır. Tüm bunların yanında oleojel içerisindeki tüm değişkenler, çözünürlüğe etki etmekte olup yağ çeşidi tercihini de etkilemektedir. Oleojel üretiminde ayçiçek, zeytin, mısır, kanola, soya gibi yağlar sıklıkla tercih edilmektedir [25-28].

Son zamanlarda oleojeller süt ürünleri, çikolatalar, sosis, salam, sucuk gibi et ürünleri ve fırınlanmış ürünlerde doymuş yağların kullanım miktarını azaltmak ve katı yağları ikame etmek amacıyla kullanılmaktadır [8]. Oleojelasyon tekniğiyle üretilen ürünlerin margarin, unlu mamuller, çikolata, süt ürünleri ve et ürünlerinde kullanımına yönelik güncel ve yeni araştırmalar bulunmaktadır [29].

Et ve et ürünlerinde özellikle hayvansal yağın oleojel ile ikame edilmesiyle doymuş yağ asidi miktarının azaltılması, emülsiyon stabilizasyonunun sağlanması, yağ sızıntısının engellenmesi ve arzu edilen tekstürel ve duysal özelliklerin oluşumu için çalışmalar yapılmaktadır [29]. Oleojelasyon tekniği, özellikle emülsifiye et ürünlerinde doymuş yağların ikamesi sonucunda istenen yapının sağlanması adına uygulanabilecek en önemli alternatif yöntemlerden birisi olarak gösterilmektedir [13, 14]. Bu sayede düşük doymuş yağ asidi ve daha fazla doymamış yağ asidi içeriğine ve düşük kolesterol oranına sahip, besinsel kalitesi daha yüksek olan sağlıklı ürünler elde edilebilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca ürünlerin tekstürü, reolojik ve duysal özellikleri değerlendirildiğinde çoğunlukla bu yöntemin bitkisel yağların kullanımını gibi diğer denemelere kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiği bildirilmektedir [6]. Oleojelasyon tekniğinin farklı gıda ürünlerinin formülasyonunda veya işleme proseslerinde de kullanım imkanlarının araştırıldığı ancak derin yağda kızartılmış gıdalarda oleojellerin kızartma ortamı olarak kullanılması hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir [8].

2.2. Oleojel Üretim Yöntemleri ve Oleojelatörler

Oleojellerin oluşturulmasının temeli ısıyla değişebilen bir üç boyutlu ağ yapısı oluşturulmasına ve bu yapı içerisine organik bir sıvının hapsedilmesine dayanmaktadır [14]. Üç boyutlu ağ yapısının oluşumunda ve sıvı kısmın immobilize olmasında görev alan ajanlar oleojelatörlerdir. Yağ sanayisinde

kullanılan ve kendiliğinden ağ yapısı oluşturan oleojelatörler; orizanol fitosteroller, seramidler, sorbitan monostearat ve monogliseritlerdir. Bununla birlikte yağ asitleri, yağ alkolleri, vaks esterleri, dikarboksilik asitleri ise kristal formda partiküller oluşturan oleojelatör çeşitleridir.

Kan kolesterol düzeyini düşürme yeteneğine sahip olmasından dolayı fitosterollerin kullanımı üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ancak gerçekleştirilen çalışmalarda γ -orizanol ve β -sitosterol oleojellerinin kullanımında diğer jeller ile kıyaslandığında uzun süreli karıştırma işlemi yapılması gerektiği bildirilmiştir [30].

Gıda endüstrisinde emülsifiye edici olarak kullanılan sorbitan monostearat (SMS, E492) da yaygın kullanılan oleojellere aittir. SMS jelleri kendi formunda bulunan ağsı ve opak yapısı, ısıl duyarlılığı gibi özellikleriyle oda sıcaklığında bir haftaya kadar muhafaza edilebilmektedir. Seramidlerin de SMS'ler gibi kan serumu kolesterolünü önemli derecede düşürdükleri ve serum formunu iyileştirdikleri savunulmaktadır. Ancak seramidlerin hem ekonomik olmaması hem de temin edilmesindeki zorluklar nedeniyle kullanımları sınırlı düzeydedir [24]. Monogliseritler ise sulu ve yağlı formda jel oluşturma yeteneğine sahip oleojelatörlerdir. Bu özellik yüksek doymuş yağlara benzer bir çalışma gösterirken aynı zamanda tekstürel olarak pürüzsüz form elde edilmesini sağlamaktadır [24, 31-33].

Sıvı yağların yeni formülasyon uygulamalarında özellikle lipit bazlı ve polimerik jelleştiricilerin kullanılabilir oldukları bildirilmiştir. En yaygın kullanılan ve üzerinde araştırmaların yoğunlaştığı polimerik jelleştiriciler ise ekonomik ve kolay elde edilebilen bitkisel kaynaklı kandelilla, karnauba, pirinç kepeği, şellak ve balmumu vakslarıdır [15].

Vakslar yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı ve düşük konsantrasyonlarda etkili jel oluşturabilme özelliklerine sahiptir [34]. Ayrıca nem tutma, parlaklık, şeffaflık, kayganlık, yapışkanlık ve jelleşme gibi birçok özelliği nedeniyle daha fonksiyonel bir kullanım imkânı sunarlar. Gıda endüstrisinde vakslar unlu mamullerde salma ajanı, meyve sebze ürünlerinde ve peynirde kaplama materyali olarak birçok farklı amaç için kullanılabilir. Vakslar son zamanlarda

yüksek yağ bağlama kapasitesi, düşük maliyeti, gıda katkı maddesi olarak kullanımının onaylanmış olması ve çeşitli formülasyonlarda ve pişirme tekniklerinde kullanım imkanı sunması ile önemli avantajlar sunmaktadır [8]. Literatür incelendiğinde oleojel üretiminde genellikle kandelilla, pirinç kepeği, balmumu, etilselüloz, şellak ve karnauba vakslarının tercih edildiği belirlenmiştir.

2.2.1.Kandelilla vaksı

Kandelilla vaksı sakız üretiminde sıklıkla parlaticı ve bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Kimyasal kompozisyonunda C28-33 karbonlu (44-45%) n-alkanlar, alifatik asit ve alkollerin esterleri (6-7.4%), C18-34 karbonlu alifatik asitler (15-18.8), C24-34 karbonlu alifatik alkoller (5-7.6%), penta-siklik tripenoitler (21-23%) ve penta-siklik tripenoitlerin alkol esterleri (1.9-2.2%) bulunmaktadır [20]. Kandelilla vaksı, bitkisel yağları yapılandırma özelliği olan ve oleojellerin üretiminde sıcaklık etkisinin araştırıldığı ilk oleojelatörlerden birisidir. Kandelilla vaksının erime sıcaklığı 68.5-72.5°C aralıklarında değişiklik göstermektedir. Kandelilla vaksının gıdalardaki faz hareketleri ve fonksiyonel özelliklerinin sorumlusunun yapısındaki n-alkan grupları ve pentasiklik triterpenoitler olduğu belirtilmektedir [35].

2.2.2.Pirinç (*Oryza sativa*) kepeği vaksı

Pirinç kepeği vaksı, pirincin işlenmesi sırasında bir yan ürün olarak elde edilen ve FDA tarafından kullanımı onaylanmış doğal bir vakstır [36]. Vaks, kepek içeriğindeki yağın rafinasyonu aşamasındaki mum giderme işlemi sırasında ekstrakte edilerek ayrılmaktadır. Pirinç kepeği vaksı C32, C34 ve C36 zincirli alifatik esterleri içeriğinde bulundurmaktadır. Pirinç kepeği vaksının kozmetik, farmasötik, gıda, polimer ve deri endüstrilerindeki potansiyel uygulamaları, işlemin düşük maliyet ile gerçekleştirilmesini sağlar. 78-81°C derecelik yüksek erime noktasıyla pirinç kepeği vaksı, ortam sıcaklıklarında kolayca kristalleşerek sıvı yağ ile ince bir şekilde dağılmış bir karışım elde edilmesini sağlamaktadır [14].

2.2.3.Balmumu vaksı

Balmumu vaksı *Apis mellifera* L. arıları tarafından üretilen hayvansal bir vakstır. Hafif bir kokuya ve 62-65°C erime noktası aralığına sahip, beyazımsı renkte ve

katı yapıdadır. Balmumu yaklaşık %70-71 ester, %12-15 hidrokarbon, %9-11 serbest asit ve %1-1.5 serbest alkolden oluşmaktadır [14]. Balmumu hidrokarbonlarının büyük kısmı *cis* olefinlerden meydana gelmektedir. Balmumu vaksı çok küçük miktarlarda dallanmış zincirli hidrokarbonları ve *trans* olefinlerini de içermektedir. Balmumunun serbest asitleri, çok uzun zincirli bileşiklerdir ve kombine asitlerden farklı oldukları görülmüştür. Günümüz gıda endüstrisinde sakız, çikolata, çerez, fındık, şekerlemeler ve meyve sebze ürünleri gibi birçok üründe aroma tutucu, parlaklık verici ve kaplama materyali olarak kullanılmaktadır [14]. Ayrıca gıda maddelerinin kaplanmasında kullanıma izin verilen maksimum seviyeleri 200 - 1500 mg/kg gıda arasındadır ve tıpkı karnauba vaksı gibi doğal balmumlarının da kronik toksisite sonuçları bulunmamaktadır [37].

2.2.4. Ayçiçeği Vaksı

Ayçiçeği vaksı, ayçiçek yağından elde edilen kristal ve sert bir bitkisel vakstır. Bitkisel vakslar içerisinde karnauba ve pirinç kepeği vakslarından sonra erime noktası en yüksek (75-78°C) olan vakstır. Ayçiçeği vaksının yağ alkolleri ve yağ asitlerinden elde edilen C42 ile C60 esterlerinin uzun zincirlerinden oluşmaktadır [21]. Lipofilik özellikleri bulunan ayçiçeği vaksı ürün formunda yeni tekstürel özellikler kazandırdığı için emülgatör olarak da değerlendirilmektedir [38]. Vaksın diğer bir özelliği de kristalleri yardımıyla sert bir ağ yapı ve bu sayede yüksek yağ bağlama kapasitesi oluşturmasıdır. Ayçiçeği vaksı hem GRAS statüsünde değildir hem de FDA tarafından kullanımı henüz onaylanmamıştır. Bu sebeple kullanımına dair uygulamalar gıda endüstrisi dışındaki ruj, maskara ve krem gibi kozmetik ürünlerde doku özelliklerinin geliştirilmesine yönelik olmaktadır [39].

2.2.5. Etilselüloz

Etilselüloz doğrudan yağı jelleştirebilen, tek başına polimerik özelliği olan ve gıdalarda kullanılan bir oleojelatördür. Oleojel sıvı yağlar ile camsı yapıya geçiş sıcaklığı üzerinde izlediği yol tersinir özellikte iken sol-jel geçişine maruz kalan yarı kristal yapıdadır. Polimer etilselüloz, bitki hücre duvarlarında bulunan bir polisakarittir ve yeryüzünde en fazla bulunan GRAS statüsündeki polimerlerdendir [40]. Etilselüloz, selülozdan sadece bir veya daha fazla selülozun üç hidroksil grubunun ikame edilmesi ile oluşmaktadır. Son

zamanlarda etilselüloz bazlı oleojeller yiyeceklerdeki katı yağların yerine, çikolatada, fırıncılık ürünlerinde yağ bağlayıcı madde olarak ve kozmetik ürünlerde kullanılmaktadır [14].

2.2.6. Şellak Vaksı

Şellak vaksı lak böceğinin (*Lacifer lacca*) salgılamış olduğu reçine salgısıdır ve doğal bir hidrofobik biyopolimerdir. Yapısında hidroksi ve seskiterpen yağ asitlerini içermekle birlikte gıdalarda, kozmetik ürünlerde ve ilaçlarda kaplama olarak kullanımına izin verilen bu salgının iyi bir film oluşturma kapasitesi, parlaklık kazandırma ve düşük sıvı geçirgenliği gibi özellikleri bulunmaktadır. Gıdalarda kaplama işleminde kullanılan vaks, sarı-kahverengi renklere ince partiküller şeklindedir [41-43]. Gıda ve ilaç endüstrisinde tablet, draje, şekerleme, bonbon, çikolata gibi ürünlerde parlaticı ajan olarak kullanılan şellak vaksı ayrıca elmaların kaplanması da kullanılmaktadır [44].

2.2.7. Karnauba Vaksı

Karnauba vaksı en sert tekstüre ve en yüksek erime noktasına sahip olan vakslardan birisidir. Genellikle Brezilya'da yetiştirilen bir palmye ağacı (*Copernica cerifera*) türünden elde edilen ve GRAS statüsünde olan bir vaktır. Düz zincirli, C24 ve C28 karboksilik asit esterleri ve C32 ve C34 düz zincirli primer alkollerden oluşmaktadır. Karnauba vaksının %80'den daha fazlasını oluşturan yağ asidi esterleri vaksın ana bileşeni olarak bildirilmektedir [45]. Diğer vakslar ile karşılaştırıldığında düşük viskoziteli, daha elastik ve deformasyona karşı daha dayanıklıdır [46].

Karnauba vaksı deri, dövme, mum, kozmetik, parlaticı, boya ve mürekkep endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gıda endüstrisinde parlaticı ajan olarak sakız, bulyon, yumuşak şekerleme ve soslarda kullanılırken kaplama ajanı olarak da çeşitli ürünlere alternatif özellikler kazandırmaktadır [47].

Genel itibariyle karnauba vaksları %10'dan daha düşük konsantrasyonlar da bile kristal ağ oluşturabildiği ve güçlü yağ tutabilme özelliğinde olduğu için en etkili oleojelatörlerdir [48]. Organik bir solventin jelasyonu işlemi için yeterli minimum miktar %0.5'ten daha düşüktür. Ancak gıda uygulamalarında oleojelin

istenen kalite standartlarını sağlayabilmesi için daha yüksek oranlar tercih edilmektedir [14].

2.3. Oleojellerin Et Ürünlerinde Kullanım İmkanları

Gıdaların insan sağlığı üzerine etkileri gerçekleştirilen çalışmalar ile birlikte daha net anlaşılmakta ve tüketicilerin satın alma alışkanlıkları da buna göre değişim göstererek yağ içeriği azaltılmış ürünlere olan talebi de artmaktadır [49]. Tüketiciler önemli bir protein kaynağı olan et ürünlerini genellikle doymuş yağ içeriği nedeniyle sağlık açısından endişe verici bir gıda olarak görmektedir. Öyle ki dünya nüfusunun büyük bir kısmı hayvansal yağ tüketimiyle sağlık problemlerinin oluşumu arasında önemli bir ilişki olduğunu düşünmektedir. Bu nedenle dünya genelinde daha az yağlı ürünlere olan talep giderek artmaktadır [50].

Örneğin; hamburger köftesi, hazırlama kolaylığı, tadı ve tekstürel özellikleri bakımından tüketiciler tarafından en cazip bulunan et ürünlerinden birisidir. Ancak ürünün yüksek yağ içeriğine sahip olması nedeniyle oluşan sağlık endişeleri ürünün tüketimini olumsuz etkilemektedir [50]. Benzer olarak Mortadella tipi sosislerin hayvansal yağ içeriğini azaltmak, reolojik ve yapısal özelliklere katkıda bulunurken daha stabil et emülsiyonlarının oluşumunu da sağlamaktadır [51]. Bu durum, et ürünlerinde alternatif yağ kaynaklarının kullanılması veya formülasyonların değiştirilmesi ile yağ miktarının azaltılması gibi çalışmaların yoğunlaşmasına neden olmaktadır [6].

Öte yandan, doymuş yağın azaltılması veya doymamış yağlar ile ikame edilmesi ile daha sağlıklı yağların tüketimi, kalp-damar hastalıkları ve diyabet gibi riskleri de azaltmaktadır [52]. Bununla birlikte yemeklik sıvı yağlarda daha yüksek miktarda doymamış yağ asitlerinin bulunması, oda sıcaklığında sıvı formda olması istenen tekstürel özelliklerin sağlanmasını engellemektedir. Bu nedenle sıvı yağların katı yağlar ile doğrudan yer değiştirmesi gıda kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır [53]. Oleojeller, yağları taklit eden ve yağ asidi profillerini değiştirmek için kullanılan yeni bileşenlerdir [54].

Antioksidan olarak kurkumin içeren, balmumu ve etilselüloz ile elde edilen çoklu doymamış yağ asidi içeriği yüksek oleojellerin kullanıldığı domuz burgerlerinin

pişirme ve depolama sürecinde kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği bir araştırmada; balmumu oleojeli kullanımı ile örneklerin teknolojik ve duyuşal özelliklerinin olumlu etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak yüksek derecede doymamış lipitlerle hazırlanan etil selüloz oleojellerinin kullanıldığı ürünlerin soğutma ve pişirilmesi sırasında daha düşük lipit oksidasyonu seviyeleri ve duyuşal kabul edilebilirlik değerleri belirlenmiştir. Bu sebeple ürünlerin geliştirilmesi için daha ileri çalışmalar önerilmektedir [54].

Oh et al. (2019) doymuş yağ oranı düşük sığır köfteleri üretmek için hidroksipropil metilselüloz (HPMC) ve kanola yağı ile ürettikleri oleojelleri kullandıkları çalışmalarında, oleojellerin bulunduğu köfte örneklerinin tekstürel özelliklerinden sertlik değerinin, sığır iç yağı içeren köfte örneklerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Köfte içeriğinden iç yağının %50 ve %100 oranında HPMC oleojelleri ile değiştirilmesi sonucu köfte örneklerinin pişme kaybı önemli derecede düşüş göstermekle birlikte doymamış yağ oranında artış sonucunda önemli düzeyde besinsel üstünlüğü bulunan köftelerin üretilmesini sağlamıştır [55].

Bir başka çalışmada; adipik asit ile güçlendirilmiş karnauba vaksı kullanılarak üretilen soya yağı bazlı oleojel ile hazırlanmış dana burger köftelerin kalite parametrelerinde olumlu etkiler belirlenmiştir. Karnaubas vaksı bazlı oleojellere adipik asit eklenmesinin yeni molekül içi veya moleküller arası hidrojen bağlarının oluşmasını ve oleojelin ısı stabilitesinin artması sayesinde kristalleşmenin olumlu yönde etkilenmesini sağladığı bildirilmiştir. Sonuç olarak adipik asit ile güçlendirilerek karnauba vaksı ile üretilen oleojellerin et ürünlerinde kullanımının daha düşük doymuş yağ ve *trans* yağ asidi oranına sahip et ürünlerinin geliştirmesi için alternatif çözümler sunabileceği bildirilmiştir [56].

Frankfurter tipi sosislerde hayvansal yağ yerine chia tohumu yağı oleojelinin kullanıldığı bir çalışmanın sonucunda sosislerinin %75 oranında oleojel ile ikamesinde ürünlerin nem içeriğinde ve pH değerinde artış olduğu belirlenmiştir [57].

Frankfurter sosislerde hayvansal yağ yerine soya yağıyla hazırlanan pirinç kepeği vaksı kullanılarak üretilen oleojelin kullanıldığı başka bir çalışmada kontrol grubu örneklerin oleojel kullanılan örneklere kıyasla daha koyu ve kırmızı renkte olduğu belirlenmiştir. Sosislerin sertlik ve çiğnenebilirlik bakımından birbirine benzer sonuçlar gösterdiği; pirinç kepeği vaksı kullanılarak üretilen oleojellerin kullanımını neticesinde sosislerin lipit oksidasyonu seviyesinde önemli düzeyde olumlu değişimler olduğu tespit edilmiştir [58].

Franco ve ark. (2019) pirinç kepeği vaksı kullanılarak keten tohumu yağından ürettikleri oleojelin frankfurter sosislerin yağ asidi profilini insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli düzeyde geliştirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca hayvansal yağ yerine keten tohumu yağı oleojellerinin kullanılması sonucunda kolesterol miktarında önemli ölçüde azalma tespit edilmiştir [59].

Türk sucuğu üretiminde de hayvansal yağ yerine oleojellerin kullanım imkânları araştırılmıştır. Ayçiçeği vaksı ve balmumu vaksı organojelatörleri, soğuk pres keten tohumu yağıyla karıştırılarak oleojeller elde edilmiş ve sucuk üretiminde kullanılmıştır. Hayvansal yağ, keten tohumu yağıyla hazırlanan ayçiçek vaksı oleojeli ve balmumu oleojeliyle yapılan sucukların nem içerikleri sırasıyla %46.37–47.09–41.84, yağ içerikleri %30.11–30.37–34.44 şeklinde belirlenmiştir. Sucukların yağ asidi kompozisyonunda palmitik asit (C16:0) baskın olduğu, linolenik asidin (C18:3) ise sadece oleojel içeren sucuk örneklerinde tespit edildiği bildirilmiştir. Ağırlık kayıplarının sırasıyla %16.56 – 9.68 – 9.29, pişirme kayıplarının %16.03 – 6.91 – 10.50 değerleri gözlenmiş olup, oleojel ile üretilen örneklerde ağırlık ve pişme kaybının düştüğü, örneklerin pH değerleri ise 4.85 – 5.27 aralığında olduğu tespit edilmiştir [60].

Çelegen (2019) zeytinyağı emülsiyonu ve bezelye kabuğu tozu kullanarak hazırladığı oleojel ile yağı azaltılmış, köfte üretimi gerçekleştirmiş ve kalite özelliklerindeki değişimleri belirlemiştir. Oleojel ile üretilen köfte örneklerinde, kontrol gruplarına göre toplam yağ içeriğinde düşüş ve doymamış yağ asidi oranında artış gözlemlenmiştir. Ayrıca oleojel kullanılan köfte örneklerinde TBARS değerlerinde depolama boyunca düşüş görülmüştür. Aynı zamanda kontrol gruplarının yağ miktarı daha yüksek ve pişme veriminde düşüş tespit edilmiştir. Tekstürel özellikler bakımında oleojel içeren köfte örneklerinin

kontrol gruplarına göre daha düşük sertlik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir [61].

Balmumu vaksı kullanılarak hazırlanan oleojelin burger köfte üretiminde kullanım imkanlarının araştırıldığı farklı bir çalışmada hazırlanan oleojelin fizikokimyasal özellikleri üzerine vaks konsantrasyonu, soğutma hızı ve kullanılan yağın önemli etkisi olduğu bildirilmiştir. Hazırlanan oleojelin burger köfte formülasyonunda kullanımı neticesinde yağ miktarının azaldığı ve doymamış yağ içeriğinin arttığı görülmüştür. Ayrıca oleojel kullanımı neticesinde köftelerde daha düşük asit ve peroksit değerleri tespit edilmiştir. Renk parametreleri açısından; oleojeller kullanılarak üretilen burger köfteleri, hayvansal yağ ile üretilen köftelere göre daha yüksek L* değerine sahipken b* değeri ve erime noktası daha düşük değerde bulunmuştur. Oleojelin burger köfte formülasyonuna ilave edilmesi pişirme kaybını da azaltmıştır [62].

2.4. Kaplamalı Et Ürünleri

Günümüzde tüketiciler hızlı ve kolay hazırlanabilen, besleyici ve aynı zamanda sağlıklı gıdaların tüketimine yönelmiştir. Bu ürünlerin önemli bir kısmını da kaplamalı et ürünleri oluşturmaktadır. Gerek ekonomik olması gerekse besleyici özelliklerinin yüksek olması nedeniyle kanatlı etinden üretilen ürünlerinin tüketimine olan talep sürekli artmaktadır. Bu ürünlerin tüketiminin kolay, fiyatının uygun ve sağlıklı olması, pratik olarak hazırlanması ve hızlı ulaşılabilmesi gibi nedenlerle günlük hayatımızdaki yeri oldukça fazladır. Kaplamalı kanatlı et ürünleri işlenmiş ürünler içerisinde çeşitlilik ve tüketim miktarları bakımından ilk sırada yer almaktadır.

Kaplamalı ürünler tekstürü, lezzeti ve rengi ile kendine has özelliklere sahip ürünlerdir [63]. Farklı kaplama teknikleri, formülasyonlar ve et çeşidi ile üretilen çok sayıda kaplamalı et ürünü olmasına karşın en fazla tercih edilen ürün tavuk etinden üretilen nuggetlardır. Nugget iç kısmında et, dış kısmında ise kuru, gevrek ve sıkı bir kaplama tabakasından oluşmaktadır.

Kaplamalı ürünlerde et parçasının boyutu, nem içeriği, kaplama materyalinin içeriği, pişirme sıcaklığı ve süresi ürün özelliklerini etkileyen en önemli unsurlardır. Kaplama formülasyonu özellikle başta ürünün yağ tutma miktarı

olmak üzere renk, lezzet ve tekstür gibi birçok parametreyi etkiler [64]. Kaplama materyali ve kaplama işlemi adhezyon/kohezyon ve puff/tempura olarak kategorilere ayrılmaktadır. Daha çok tercih edilen adhezyon-kohezyon tipi kaplamalarda kaplama harcının ürüne yapışması ve ürün etrafında kabuk oluşturması için ön unlama ajanları kullanılır ve ürün üzerinde bir yapıştırıcı etkisi sağlanır.

Kaplamalı ürünlerin kalite özelliklerini belirleyen asıl üretim basamağı ürüne uygulanan ısı işlemidir. Kaplamalı ürünlerde ısı işlem, ürünün derin yağda kızartılması ile gerçekleştirilir. Kızartma işlemi sırasında gerçekleşen esmerleşme ve dehidrasyon gibi işlemler üründe istenen tekstür, aroma ve renk özelliklerinin oluşumunda önem arz etmektedir. Kızartma işleminde sıcak ve derin yağ içerisine konulan kaplanmış ürün ile yağ arasında ısı ve kütle transferi gerçekleşerek pişirme ve kurutma işlemleri bir arada gerçekleşir [65-68]. Gıdanın dış kısmından iç yüzeyine kızgın yağın sıcaklığı kademeli olarak ısı transferi neticesinde ilerlemektedir. Kızartma sırasında sıcaklık artışı ile birlikte ürün içerisinde sıvı fazda bulunan su, ürünün dış kısmına doğru iletilir ve dış yüzeyden buhar fazında gıdadan uzaklaşır. Ayrıca gıdadaki suyun uzaklaşması ile kalan boşlukların bir kısmına yağ yerleşir [69, 70].

Kaplanmış ürünlerin derin yağda kızartılması sırasında, tüm bu değişimlerin yanında kimyasal ve fiziksel değişiklikler de gerçekleşir. Bu değişimler birbirini izleyen reaksiyonlar halinde gerçekleşen kompleks olaylardır. Üründe gerçekleşen en önemli değişimler nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonu neticesinde gerçekleşen kabuk oluşumudur. Kabuk gelişiminde, gerçekleşen ısı ve kütle transferlerinin özellikleri ile birlikte yağın ürün ile etkileşimi de önemli bir etkendir. Kızartılmış üründe yağın dağılımı çoğunlukla yüzeyden, yani kabuk kısmından, iç kısma doğru bir yol izlemektedir [71, 72]. Yağın ve suyun hareketine kızartma yağı kalitesi, kızartma sıcaklığı ve süresi, ürün şekli, kompozisyonu, kızartma öncesi uygulanan işlemler, kaplama şekli ve formülasyonu etki eder [73].

Derin yağda kızartma işlemi sırasında; yağda meydana gelen değişimler kızartma işleminin performansını ve son ürün kalitesini etkilemektedir. Derin yağda kızartma esnasında kullanılan yağlarda nem ve havanın etkisiyle termal ve

oksidatif dekompozisyon reaksiyonları gerçekleşmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu yağda yıkımlar gerçekleşmekte ve dekompozisyon ürünleri oluşmaktadır. Buna bağlı olarak yağ viskozitesi de değişmektedir. Bu işlemler sırasında yağ ile ürün arasında gerçekleşen ısı transferi yavaşlamakta ve bunun neticesinde kızartma sırasında ürün daha fazla yağ çekmektedir [74]. Bu durum kızartma süresinin kontrol altında tutulması ve kızartma prosesinde yağın periyodik olarak değiştirilmesi gibi işlemler ile önlenabilmektedir [75].

Kaplamalı et ürünlerinde tekstürel ve görünüş özellikleri diğer birçok gıda ürününe kıyasla çok daha önemli kalite parametreleridir. Kaplama formülasyonu ve tekniği, kızartma yağı çeşidi ve kızartma sıcaklığı gibi birçok faktör bu parametreleri etkilemektedir.

Kaplanmış ve kızartılmış ürünlerde tekstür özelliklerinden olan gevreklik daha ön plandadır. Bu gıdalarda gevreklik, gıdanın kolay bir şekilde ısırılıp tüketilmesini ifade ederken, sertlik değeri ise ısırma sırasında ürünün parçalanması için gerekli kuvveti ifade etmektedir. Kaplamalı ürünlerin gevrekliğinin duyuşal olarak değerlendirilmesinde ürünün ağızda parçalanırken çıkarmış olduğu ses de değerlendirmenin bir parçasıdır [75]. Tekstürü etkileyen diğer faktörlerden biri de ürün dış yüzeyinin pürüzlülüğüdür. Kızartma prosesinde hızlı kuruma son ürünün tekstür karakteristikleri ve istenilen yapının tamamlanması için kritik bir işlem basamağıdır. Yüksek sıcaklıktaki yağ kullanılarak kızartma prosesinin gerçekleştirilmesi üründe kabuk oluşumunu ve yağ absorpsiyonunu arttırmaktadır. Kızartma süresinin uzun olması neticesinde ise kızarmış ürünün dış kısmı daha sert ve gevrek bir yapıda, iç kısmı ise daha yumuşak ve iri gözenekli bir hal almaktadır. Bu durumda ürün içerisine yağ girişi de daha fazla olmaktadır [73, 76]. Kızartılmış gıda ürünlerinde nem ve yağ içeriği, ürünlerin kızartma prosesi sırasında gerçekleşen su difüzyonu ve kızartma süresinin karekökü ile doğru orantılıdır. Ayrıca yağ çıkış miktarı ile yüzey alanı arasında lineer bir ilişki bulunmaktadır. Gıdanın dış yüzey/kütle oranının artması da yağ absorpsiyonunu arttıran bir faktördür. Kaplamalı ürünlerde son ürünün arzu edilen nem içeriğinin yüksek ve yağ içeriğinin düşük olması istenmektedir [73, 75].

Derin yağda kızartma işleminin ürünlerde sağladığı önemli kalite unsurlarından birisi de renktir. Kızartma esnasında renk oluşumu Maillard reaksiyonları ve karamelizasyonu reaksiyonları sonucunda gerçekleşmektedir. Özellikle ürün içeriğindeki şeker ve aminoasit miktarı kızartılmış ürünün renk değerleri üzerinde önemli değişimler sağlar [75].

2.4.1. Kaplamalı Et Ürünleri Üretim Yöntemleri

Kaplamanın ürüne bağlanabilirliği ve son üründe arzu edilen tekstürel ve duyuşal özelliklerin sağlanabilmesi için kaplama materyalinin protein miktarı önemlidir. Kaplama materyalinde çoğunlukla yer alan un veya galeta ununun yapısındaki protein belirtilen etkilerin gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca ısıl işlem sırasında ürün yüzeyinde oluşan film tabakası yağ ve su gibi moleküllerin ürüne giriş ve çıkışını engellemektedir. Ayrıca bu durum ürün yüzeyinde kabarcıklı ve gözenekli bir yapının oluşumunu da sağlar [77]. Ürün yüzeyi ve yapısı bakımından çeşitli kaplamalı ürün üretim yöntemleri bulunmakla birlikte üretim proseslerin de ön unlama işlemi sonrasında sıvı veya kuru kaplama işlemi uygulanmaktadır.

2.4.1.1. Ön unlama

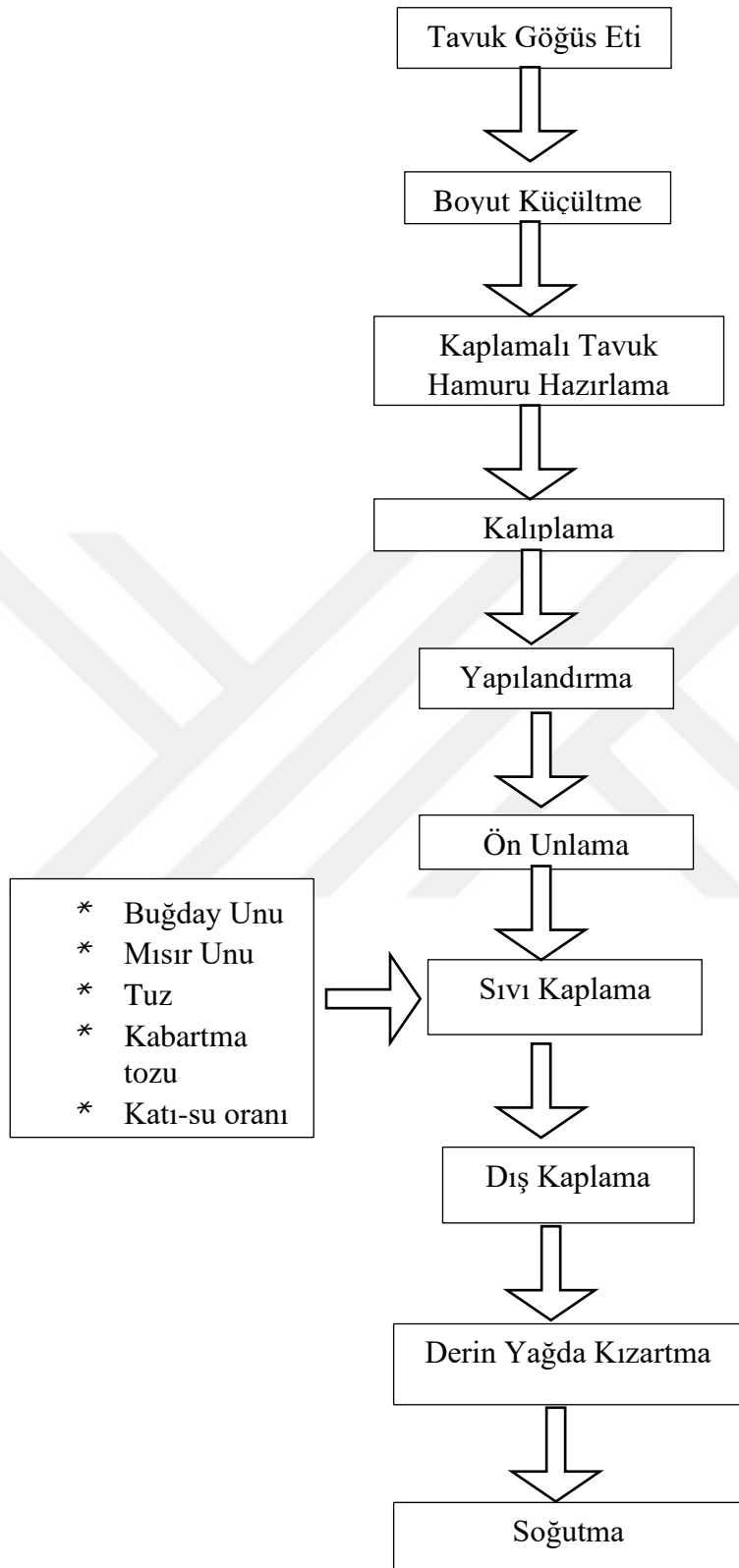
Kaplama işleminde ilk olarak uygulanan işlemlerden birisi olan ön unlama işleminde sadece un veya un ile birlikte baharat vb. bileşenlerden oluşan bir karışım ile ürün kaplanmaktadır. Ön unlama işleminin amacı esas kaplama işlemi için bir hazırlıktır. Ön unlama işlemi ile kaplama işlemi yapılacak yüzey esas kaplama işlemi için hazırlanır ve kaplamanın eşit formda dağılması sağlanır [78].

2.4.1.2. Sıvı kaplama

Sıvı kaplama, temelde su ve un kullanılarak oluşturulan süspansiyon içerisine tuz, nişasta ve kabartma amaçlı bileşenler eklenerek oluşturulan bir yapı formudur. Formülasyon baharatlarla da zenginleştirilebilmektedir. Kaplama formülasyonundaki nem oranı, protein içeriği, amiloz ve amilopektin komponentlerinin varlığı, son ürünün esneklik, yağ absorpsiyonu ve kızartılan gıdanın tekstür özellikleri üzerine etki etmektedir [75, 79].

Sıvı kaplama mayalı kaplama, dip karışımlar ve basit sıvı kaplamalar gibi çeşitli şekillerde de hazırlanmaktadır. Kaplama bileşenleri istenen viskozite ve yoğunluğa bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Sıvı kaplamanın en önemli etkisi ürünün nem oranını dengede tutması ile aşırı kuruma ve aşırı yağ çekme gibi olumsuzlukları önlemesidir. Bunların yanı sıra sıvı kaplamalar kuru kaplama işlemleri için bir ön işlem olarak da uygulanmakta olup ürünün lezzet ve yapı özellikleri ile besin değerini yükseltmektedir [78]. Sıvı kaplamalar, kızartma esnasında nem kaybını düşürücü, yağ absorpsiyonunu azaltıcı etki göstermektedir.





Şekil 1. 1.Kaplamalı Tavuk Üretim Akış Şeması

Sıvı kaplamalar çoğunlukla balık ve tavuk ürünlerinin kaplanmasında tercih edilmektedir. Kaplama formülasyonunda bulunan buğday unu (yapısındaki

nişasta, protein, gluten vb.) kimyasal kabartma ajanının etkisiyle oluşan gazın tutulmasını ve böylece kaplamada geçirgen bir yapının ve arzu edilen tekstür ve gevrekliğin oluşumunu sağlamaktadır. Kaplamadaki gluten oranının artması kızartılan ürünün gevrekliğini ve kızartma rengini geliştirmektedir. Ayrıca ürün yüzey pürüzlülüğünü azaltarak üründeki gevrekliği arttırmakta fakat bu durumda kırılabilirliğe yol açarak kaplamanın çatlamasına ve yapıdan kolayca ayrılmasına neden olabilmektedir [75].

Sıvı kaplama formülasyonunda mısır unu ve türevlerinin kullanımı sıvı kaplama sistemlerinde istenilen rengin, lezzet ve tekstürün oluşumu, nem kaybı ve yağ absorpsiyonunun azaltılması gibi çok yönlü fonksiyonel avantajlar sağlamaktadır. Bunların yanında mısır ununun, kaplama adhezyonu ve yüzey görünümüne de olumlu etkileri mevcuttur. Mısır unu özellikle kaplama karışımının viskozite kontrolünde ve kaplamaya gevreklik kazandırmada önemli rol oynamaktadır [79, 80].

2.4.1.3. Kuru kaplama

Kuru kaplamalar (breading) gıda ürünlerinde ürünün değerini artırmak, ürün çeşitliliği sağlamak ve gıdayı dış etmenlere karşı dayanıklı forma getirmek amacıyla uygulanmaktadır. Kuru kaplama formülasyonları ve uygulama yöntemleri ürünün şekil ve gevrekliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Geleneksel formda kuru kaplama karışımları çoğu zaman sert, granül ve kırılgan yapıdan oluşmakta ve kütleye tutunma yüzdeleri yüksek olmaktadır [81]. Genellikle buğday, galeta ve nişasta unlarından biri veya birkaçını yanında çeşitli baharatlar, şeker ve tuz kuru kaplama karışımlarını oluşturmaktadır [82].

2.5. Kaplanmış Et Ürünlerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Kaplamalı et ürünlerinde yapılan çalışmalar, çoğunlukla ürün kalite parametrelerinin geliştirilmesine ve tüketicilerin sağlık ile ilişkili endişelerine neden olabilecek proses aşamasındaki değişimlerin kontrol altına alınmasına yönelik gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda ürün rengi, tekstürü ve lezzetinin geliştirilmesine yönelik uygulamaların ürünün kızartma sırasında absorbe ettiği yağ miktarına, kullanılan yağın performansına, kullanım ömrüne ve ürünün raf ömrü üzerine etkileri sıklıkla araştırılmaktadır.

Derin yağda kızartma işlemi sırasında; üründe ve kızartma yağında oksidasyon, hidroliz ve polimerleşme gibi istenen veya istenmeyen reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Bu değişimlerin yanı sıra en önemli problemlerden birisi de kızartma sırasında ürün içerisine yağ geçişinin gerçekleşmesi ve ürünün yağ içeriğinin artmasıdır. Tüketicilerin daha sağlıklı ürünlere olan talebi yağ içeriği azaltılmış kaplamalı ürünlerin geliştirilmesi yönündeki çalışmaları da teşvik etmektedir [83, 84].

Derin yağda kızartılmış et ürünlerinde kızartma sırasında ürün içerisine giren yağın miktarını azaltmak için ön kurutma, haşlama, kaplama formulasyonunun modifikasyonu gibi ön işlemler, kızartma süresi ve sıcaklığı, kızartma yağının özelliklerinin modifikasyonu ve kızartma sonrasında hızlı soğutma, santrifüjleme ve absorbanların kullanımı gibi işlemler üzerinde yoğunlaşmaktadır [85].

Kaplama uygulaması yağ alımını azaltmak için uygun bir yoldur ve gıdaların yüzey özellikleri yağ alımına büyük ölçüde etki etmektedir. Hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklardan elde edilen proteinler derin yağda kızartılmış gıdalardaki yağ içeriğini azaltmak için kaplama materyali olarak kullanılabilir. Protein bazlı kaplamaların derin yağda kızartılmış yiyeceklerdeki yağ alımını diğer hidrokolloidlerden daha fazla azalttığı belirtilmektedir [86].

Ananey-Obiri ve ark. (2020) derin yağda kızartılmış tavuk etinde yağ alımını azaltmak için yenilebilir kaplama formülasyonunda tavuk eti proteini kullanmıştır. %10 ve %15 tavuk proteini içeren örnekler kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde daha az yağ çekmiştir. Araştırmacılar kaplama içeriğindeki protein konsantrasyonunun artışıyla ilgili olarak kaplamalı ürünlerde yağ alımının azaldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada yenilebilir tavuk proteini tavuk baget örneklerinin kaplanması için kullanılmış ve ürünün renk değerleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre örnekler arasında L^* değerlerinde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak kontrol grubu örneklerin L^* değerleri daha yüksek bulunmuştur [87].

Kaplama materyali formülasyonunda zein ve soya proteini izolatu ile karboksimetilselüloz kullanımının ve kızartma süresinin son ürün ve kızartma yağı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada tavuk etinden üretilen

nuggetlar zein ve soya proteini izolatu kullanılarak ön kaplama işlemine tabi tutulmuş, daha sonra belirli seviyede (% 0.1, % 0.2 ve % 0.3) karboksimetilselüloz içeren çözeltilere daldırılmış ve son olarak galeta unu ile kaplanmıştır. Bu araştırmada yağların peroksit, konjuge dien yağ asitleri, *p*-anisidin değerlerinde ve lipoliz seviyelerinde farklılığa sebep olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda zein kullanımının peroksit değerini arttırdığı kızartma sürelerinin uzamasının ise bu değeri azalttığı belirlenmiştir [88]

Kaplamalı et ürünlerinin dokusal özelliklileri, esas olarak kaplamanın ve ürünün gevrekliği ve sertliği ile tanımlanmakta ve karakterize edilmektedir [83]. Kaplanan numunelerin sertlik değerlerinin düşük olması çoğunlukla yüksek nem içeriğinden ve yenilebilir kaplamadan dolayı kızartılmış numunelerde daha yumuşak kabuk oluşumundan kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda kızartılmış et ürünlerindeki farklı yağ içeriklerinin et ürünlerinin dokusal hassasiyetini etkilediği ileri sürülmüştür [87].

Gerçekleştirilen bir başka çalışmada ticari kaplama karışımı ve yağsız pamuk tohumu unu içeren bir kaplama formülasyonu ile hazırlanan nugget örnekleri ticari antioksidan içeren pamuk tohumu yağında kızartılmıştır. Yağsız pamuk tohumu unu içeren kaplamalı nugget örneklerinde lipid hidrolizi, oksidasyonu ve renk koyulaşması daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Aynı zamanda yağsız pamuk tohumu unu içeren kaplamalı nugget örneklerinde kızartma işlemindeki oksidatif stabilite artarken bu durumun kızartma yağının parçalanmasını da azaltabileceği tespit edilmiştir [89].

Farklı oranlarda (%0, %20, %40, %60, %80 ve %100) hidrojene kanola yağı ile karıştırılan kanola yağları ile kaplamalı tavuk kanatlarının kızartılmasının ürün kalite parametrelerindeki etkisi araştırılmıştır. 190 °C'de 30, 60, 90, 120, 180, 240 ve 300 s kızartılan tavuk nugget örneklerinin renk, doku, yağ ve nem içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda kızartma süresindeki artış ile parlaklık değerinin (L^*) azaldığı, kırmızılık (a^*) ve sarılık değerinin (b^*) ise arttığı belirlenmiştir. Ürünlerin yağ içeriği ise tavuk örneklerinin kızartma süresinin artması ile kademeli olarak artarken, nem içeriği azalmıştır [90].

Soya yağı (SB), kanola yağı (CA), palm yağı (PA) ve hayvansal yağ (domuz, LA) gibi farklı kızartma ortamlarında tavuk nugget örneklerinin kızartılması neticesinde yağların peroksit değeri, asit değeri ve yağ asidi bileşimlerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen asit değeri ve peroksit değeri sırasıyla SB'de 5.14 mg KOH/g ve 66.03 meq/kg, CA'da 4.47 mg KOH/g ve 71.04 meq/kg, PA'da 2.66 mg KOH/g ve 15.48 meq/kg ve LA'da 5.37 mg KOH/g ve 62.92 meq/kg olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar yasal mevzuatta asit değeri (<2.5) ve peroksit (<50) değeri için yer alan tazelik ve tekrar kullanılabilirlik değerlerini göz önünde bulundurarak tahmini kızartma sürelerinin SB için 41 sn, LA için 38 sn, CA için 53 sn ve PA için 109 sn olduğunu bildirmiştir [91].

Ahmad ve ark. (2021) farklı bitkisel yağlarla yapılan kızartma işleminin dana nugget ürünlerinde akrilamid oluşumu üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmada palm yağı, kırmızı palm yağı, ayçiçek yağı ve soya fasulyesi yağı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında örneklerde peroksit değeri (PV), p-anisidin değeri (p-AV), serbest yağ asidi (FFA), toplam polar bileşik (TPC), polar bileşik fraksiyonları ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Aynı zamanda toplam oksidasyon (TOTOX) değeri hesaplanmış ve nugget örneklerindeki akrilamid içeriği tespit edilmiştir. Sonuçlar yağ çeşidinden bağımsız olarak tüm örneklerde PV, p-AV ve TOTOX değerlerinin başlangıçta arttığını ancak daha sonra kademeli olarak azaldığını göstermiştir. FFA ve TPC değerleri 80 kızartma döngüsü boyunca gelişmeye devam etmiştir. Kızartılmış nugget örneklerinde en düşük akrilamid içeriği palm yağı kullanılan örneklerde, en yüksek akrilamid içeriği ise kırmızı palm yağı kullanılan örneklerde belirlenmiştir. Yağ türü sadece kızartma döngüsünü (yağın tekrar kullanım sayısı veya ömrü) değil aynı zamanda ürünün akrilamid konsantrasyonunu da önemli ölçüde etkilemiştir [92].

Torquato ve ark. (2021) tavuk nugget örneklerinin ön kızartma işleminde palm yağı ve soya yağı kullanımının ürünlerin kimyasal ve duyuşsal karakterizasyonları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda soya fasulyesi yağı kullanımının ürün içeriğinde *trans* yağ asitleri miktarında önemli seviyede artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda tavuk nuggetlerinin endüstriyel olarak üretiminde ön kızartma işleminde palm yağı kullanımının daha olumlu sonuçlar vereceği önerilmiştir [93].

Gerçekleştirilen diğ er bir araştırmada, kaplamalı tavuk ürünlerinden olan nuggetların ve patateslerin derin yağda kızartılması sırasında, palm yağı ve palm-kanola yağı karışımı kullanılarak yağların stabiliteleri karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında tavuk nugget ve patates örnekleri palm yağı ve palm yağı-kanola yağı (1:1) karışımı içerisinde 180°C sıcaklıkta derin yağda kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Kanola yağı ve palm yağı karışımında gerçekleştirilen kızartma işlemi neticesinde belirlenen renk, viskozite, toplam polar bileşikler ve serbest yağ asitleri değerleri palm yağına kıyasla kızartma yağında daha az dekompozisyon gerçekleştiğini göstermiştir. Tavuk nugget örnekleri için en düşük yağ içeriği ve yüksek sertlik değerleri palm yağı ile kızartma işlemi gerçekleştirilen örneklerde elde edilmiştir. Ayrıca patates örnekleri için incelenen kalite unsurları bakımından palm-kanola yağı karışımında gerçekleştirilen kızartma işleminin daha olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir [94].

3. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kızartma yağı olarak kullanılan ve oleojel üretiminde kullanılan ayçiçek ve palm yağları yerel bir marketten (Besler Gıda ve Kimya San. Tic. Aş., İstanbul) satın alınmıştır. Oleojel üretiminde kullanılan karnauba vaksı ise yerel bir işletmeden temin edilmiştir.

Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılmak üzere ticari etlik piliç göğüs (*M. Pectoralis major*) etleri 24 saat post-mortem ve kemiksiz olarak yerel bir işletmeden (İtimat Et Galerisi, Nevşehir) sağlanmıştır. Etler üzerindeki bağ doku ve yağ doku gibi istenmeyen kısımları uzaklaştırıldıktan sonra kaplamalı tavuk üretimi için uygun şartlarda saklanmıştır.

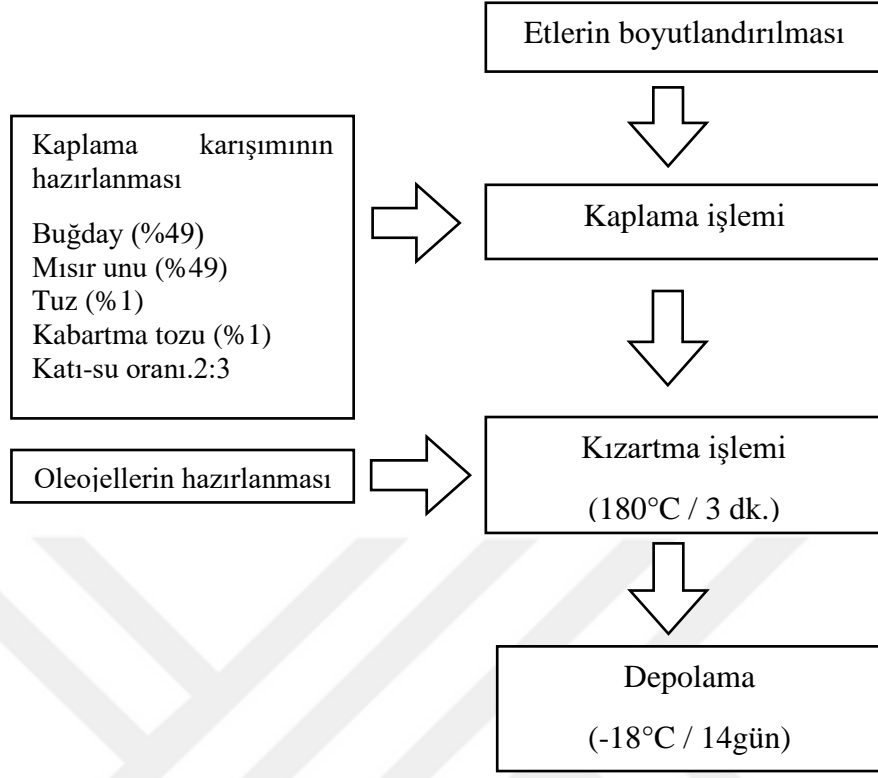
3.2. Yöntem

Tez çalışması 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kızartma işleminde kullanılacak oleojel formundaki yağlar hazırlanmış ve özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra ise bu yağlar kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılması işleminde kullanılmıştır.

Tez çalışması kapsamında deneme düzeneği 2 tekerrürlü olarak Şekil 1.2.'de belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Oleojellerin Hazırlanması

Kızartma işleminde kullanılacak oleojeller, Lim ve ark. [8]'nin kullandıkları metot üzerinde bazı değişiklikler gerçekleştirilerek hazırlanmıştır. Hazırlanacak oleojel miktarına bağlı olarak ayçiçek yağı bir erlenmayer içerisine tartılarak, üzerine kütlece (w/w) belirlenen oranlarda (%0.5, %1, %1.5 ve %2) karnauba vaksı ilave edilmiş ve ağzı hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Her bir deneme grubu için 2 kg oleojel hazırlanmıştır.



Şekil 1. 2. Kaplamalı tavuk üretim akış şeması

Yağ içerisinde ilave edilen karnauba vaksları 90 °C sıcaklıkta tamamen çözünmesi için sürekli çalkalanarak yaklaşık 8-10 dk bekletilmiştir (Resim 3.1.).



Resim 3. 1. Farklı (%1, 1.5, 2) oranlarda karnauba vaksı ile hazırlanan oleojeller

Karnauba vakslarının tamamen çözünmesi ile birlikte yağlar hızlı bir şekilde oda sıcaklığına (22-24 °C) soğutularak kaplamalı tavuk üretimine kadar saklanmıştır.

3.2.2. Kaplamalı Tavuk Üretimi

24 saat post-mortem olarak temin edilen etler soğuk zincir altında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümü laboratuvarlarına ulaştırılmıştır. Tavuk etleri 5×2×1 cm boyutlarında kesilerek olabildiğince eşit büyüklük ve ağırlıktaki et parçaları elde edilmeye çalışılmıştır (Resim 3.2.).



Resim 3. 2. Kaplamalı tavuk üretimi için boyutlandırılmış tavuk parçaları

Et parçalarının kaplanması için buğday unu (%49), mısır unu (%49), tuz (%1) ve sodyum karbonat (%1)'dan oluşan kaplama harcı hazırlanmıştır. Kaplama harcının hazırlanmasında katı-su oranı 2:3 olarak ayarlanmıştır. Tüm bileşenler eklendikten sonra kaplama harcının elde edilmesi için karışım 2 dakika boyunca ev tipi mikser kullanılarak karıştırılmış ve homojen bir yapı elde edilmiştir. Hazırlanan tavuk parçaları kaplama karışımına daldırılmış ve 60 saniye kaplama karışımında bekletildikten sonra 30 saniye fazla harcın üründen uzaklaştırılması için bekletilmiştir (Resim 3.3.).



Resim 3. 3. Boyutlandırılmış tavuk parçalarının kaplama aşaması

Daha sonra kaplama işlemi tamamlanmış tavuk parçaları aşağıda belirtilen deneme gruplarına (Tablo 3.1.) uygun olan kızartma yağları içerisinde sanayi tipi fritöz kullanılarak 180°C sıcaklığa ısıtılmış kızartma yağları içinde 3 dakika kızartma işlemine tabi tutulmuştur (Resim 3.4.). %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranlarında karnauba vaksı ilave edilerek üretilen oleojeller 4 deneme grubunda (%0.5, 1, 1.5, 2) kullanılmıştır. 2 deneme grubunda ise ayçiçek (A) ve palm (P) yağı kızartma yağı olarak kullanılmıştır.

Tablo 3. 1. Deneme Grupları

| Gruplar | Kızartma Yağları |
|---------|------------------|
| %0.5 | %0.5 oleojel |
| %1 | %1 oleojel |
| %1.5 | %1.5 oleojel |
| %2 | %2 oleojel |
| A | Ayçiçek yağı |
| P | Palm yağı |



Resim 3. 4. Kaplamalı tavuk parçalarının kızartma aşaması

Kızartma işlemi sonrasında oda sıcaklığına kadar soğutulan örneklerin bir kısmı analizler için ayrılırken kalan örnekler vakum ambalajlama işlemi uygulandıktan sonra -18 °C sıcaklıkta 14 gün boyunca depolanmıştır (Resim 3.5.).



Resim 3. 5. Farklı oranlarda karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılmış kaplamalı tavuk örnekleri

Örneklerin pH, TBARS, ve renk analizleri depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde belirlenmiştir. Ayrıca kızartılmış örneklerin nem, kül, protein ve yağ miktarı, tekstür profil ve pişme özellikleri tespit edilmiştir. Kızartma yağlarının ise kızartma öncesi ve sonrasında iyot, peroksit ve serbest yağ asitliği değerleri belirlenmiştir.

3.2.3. Analizler

3.2.3.1. pH Analizi

Örneklerinin pH ölçümleri, her bir tekerrür de üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Her gruptan 10 g örnek alınarak 100 ml saf su ile 1-2 dk homojen bir form elde edilene kadar parçalanmıştır ve pH metre cihazı kullanılarak pH ölçümü yapılmıştır [95].

3.2.3.2. Renk Analizi

Kaplamalı tavuk örneklerinin tüm gruplarında depolama süresince renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) belirlenmiştir. $+L^*$ açıklık, $-L^*$ koyuluk, $+a^*$ kırmızılık, $-a^*$ yeşillik, $+b^*$ sarılık ve $-b^*$ mavilik değerlerini ifade etmektedir. Her bir tekerrür için farklı örneklerin dış yüzeyinin 3 farklı noktasından ölçüm alınmıştır. Ölçüm, kalibre edilmiş ($Y=92.7$, $x=0.3133$, $y=0.3193$) Minolta kolorimetre (Minolta kamera, CR 300, Japan) cihazı ile gerçekleştirilmiştir [96].

3.2.3.3. Protein Analizi

Örneklerdeki protein miktarı Kjeldahl yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir [97]. Kjeldahl balonları içerisine yaklaşık 1 gr örnek tartılmış ve üzerine $CuSO_4$ katalizörü, bir miktar cam boncuk ve 25 ml derişik sülfürik asit ($d=1.32$ g/ml) ilave edilerek mavi-yeşil renk oluşuncaya kadar yakılmıştır. Balonlar oda sıcaklığına soğutulduktan sonra içlerine 400'er ml saf su ve 80'er ml %40'lık aşırı doymuş NaOH çözeltisi ilave edilmiş ve sonra distilasyon ünitesine alınarak içlerinde 50 ml %4'lük borik asit ve 2-3 damla metil kırmızısı indikatörü bulunan erlenlerde 200-250 ml civarında distilat toplanana kadar distile edilmiştir. Destilasyon gerçekleştikten sonra erlen içindeki distilat 0.1 N HCl asit çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan HCl çözeltisi miktarına göre aşağıdaki formül ile protein miktarı (%) hesaplanmıştır.

$$N (\%) = [0.014 \times N \times (V1 - V2) \times 100] / m$$

$$\text{Protein (\%)} = 6.25 \times \% N$$

$V1$ = Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

$V2$ = şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

N = Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

M = Alınan örneğin ağırlığı, g

3.2.3.4. Yağ Miktarı Analizi

Yağ miktarı soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir [97]. Örnekler önce etüvde 105 °C'de 4 saat süreyle kurutulup örnek ağırlıkları kaydedilmiştir. Sonrasında ekstraktöre aktarılmış ve cihaz 8 saat süreyle çalıştırılıp yağ ekstrakte edilmiştir. Etüvde 2 saat kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra örneklerin ağırlıkları tartılmıştır. Örneklerden ekstrakte edilen yağ miktarına göre aşağıdaki formül ile yağ miktarı (%) hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ Miktarı (\%)} = (\text{Kaybedilen Ağırlık}/\text{Örnek Ağırlığı}) * 100$$

3.2.3.5. Nem ve Kül Miktarı Analizi

Üründe nem ve kül miktarı tayini AOAC [97]'e göre gerçekleştirilmiştir. 2-3 g örnek 105°C'de kurutulup, soğutulan ve darası alınan kül kabına tartılmıştır. Sonra kademeli olarak sıcaklığı 550°C'ye çıkarılan kül fırınında yakılmıştır. Kül kaplarının tartımları arasındaki fark alınarak, aşağıdaki formül kullanılarak kül miktarı (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kül Miktarı (\%)} = (\text{Yakma Sonrası Ağırlık}/\text{Örnek Ağırlık}) * 100$$

Nem tayini için ise yaklaşık 10 gram örnek kurutma kaplarına konularak 105 °C'de, nemi tamamen uzaklaşana dek kurutulmuştur. Örnek ağırlığı sabit tartıma geldikten sonra aşağıdaki formül kullanılarak nem miktarı (%) hesaplanmıştır.

$$\text{Nem Miktarı (\%)} = (\text{Kurutma Sonrası Ağırlık}/\text{Örnek Ağırlık}) * 100$$

3.2.3.6. Serbest Yağ Asitliği Tayini

Kaplamalı tavukların kızartılması işleminde kullanılan yağların serbest yağ asidi (SYA) değerleri kızartma öncesi ve sonrasında belirlenmiştir. Yağ örneğinden 1 g erlenmayere tartılmış ve üzerine 10 ml nötrale işlemi yapılmış etanol (%95'lik) eklenerek homojenize edilmiştir. Çözeltiye fenol fitaleyn indikatörü eklendikten sonra 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Serbest yağ asidi değeri mg KOH/g yağ birimi ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [98].

$$\text{Asit sayısı} = V/m * 5.6 \text{ mg KOH/g yağ}$$

V:harcanan NaOH miktarı

m: analizde kullanılan yağın miktarı

3.2.3.7. Peroksit Sayısı

Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kızartma öncesi ve sonrası yağlarda peroksit analizi AOAC [97] göre yapılmıştır. Kızartma öncesi ve sonrası yağlarda tahmin edilen peroksit sayısına göre 1 g yağ örneği 0.001g duyarlılıkla erlenmayere tartılmıştır. Örnek üzerine 10 ml kloroform aktarılmış ve hızla çalkanarak yağ çözülmüştür. Erlenmayer içerisine sırasıyla 15 ml asetik asit ve 1 ml KI ilave edilmiş ve 1 dk boyunca tekrar çalkalanmıştır. Daha sonra 10 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Karanlık ortamda bekletilen örnekler üzerine 75 ml saf su ve 1 ml nişasta çözeltisi ilave edilmiştir. Beklenen peroksit sayısı 12.5'den az ise 0.002 N, 12.5 veya daha fazla ise 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon işlemi çözeltideki mavi-mor renk kaybolana kadar gerçekleştirilmiştir. Titrasyon sonucu harcanan sodyum tiyosülfat miktarı kaydedilerek aşağıdaki formül kullanılarak peroksit sayısı hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit sayısı} = (a/b) * N * 1000 / A$$

a: yağ için harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

b: şahit için harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

A: örnek miktarı (g)

3.2.3.8. İyot Sayısı

Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kızartma öncesi ve sonrası yağlarda iyot sayısı analizi AOAC [97] göre belirlenmiştir. İyot sayısı 100 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını belirlemektedir. Ayrıca yağın doymuş ve doymamış yağ oranında öngörülebilir bulunmaktadır. Kızartma öncesi ve sonrası yağlarda beklenen iyot sayısı için 1g yağ örneklerinden erlenmayer içerisine tartılmıştır. Yağ örneklerinin çözünmesi için erlenmayer içerisine 15ml karbontetraklorür ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Daha sonra 25ml wijs çözeltisi ilave edilmiş ve erlenmayer kapağı kapatılarak iyice çalkalanmıştır. Eğer beklenen iyot sayısı 150'inin altında ise 1 saat, iyot sayısı 150'nin üzerinde ise 2 saat karanlık ortama bırakılmıştır. Karanlık ortamda bekletilen örneklerin üzerine süre sonunda 20 ml KI çözeltisi ve 150 ml saf su ilave edilmiştir. Son olarak 1 ml nişasta çözeltisi

ilave edilmiş ve 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon işlemine çözelti renksiz hale gelinceye kadar devam edilmiştir. Aynı işlemler birde şahit için yapılmıştır. Titrasyon sonucu harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisine göre aşağıdaki gibi hesaplama yapılmıştır.

$$İS = ((V2-V1)/m) \times 1.269$$

V2= şahit deneme için harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

V1= örnek için harcanan 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi (ml)

m= örnek ağırlığı (g)

3.2.3.9. Pişme Özellikleri

Kaplamalı tavuk örneklerinde kaplamanın yüzeye yapışma derecesi ve ürünün kızartma sonrası yağ çekme miktarları belirlenmiştir. Yüzey yapışma derecesi Kılınççeker [99] tarafından belirtildiği şekilde aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzey yapışma derecesi (\%)} = (A-B)/A * 100$$

A: çiğ örnek ağırlığı

B: kaplanmış örnek ağırlığı

Kaplamalı tavuk örneklerinin yağ çekme (%) değerleri ise ürünün kızartmadan önceki ve sonraki halinde belirlenen yağ miktarlarının oranlanması ile aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ çekme (\%)} = (A-B)/A * 100$$

A: çiğ örneğin yağ miktarı

B: kızartılmış örneğin yağ miktarı

3.2.3.10. Tekstür Analizi

Kızartma işlemi uygulanan 5×2×1 boyutundaki örnekler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra Tekstür Analiz Cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, UK) 100 mm çaplı alüminyum baskı plakası (p/100) ile birlikte kullanılarak tekstür profil

analizleri gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizinde kullanılan test koşulları şu şekildedir; ön test hızı 3 mm/s, test hızı 1mm/s ve test sonrası hızı 10 mm/s, sıkıştırma oranı %50, tetiklenme gücü 20 g, bekleme süresi 2s'dir. Bu şartlar altında yürütülen test sonucu elde edilen kurveden sertlik (hardness, n), kohezivlik, bağlılık/yapışkanlık/yapısal bütünlük, (cohesiveness), esneklik (springiness), elastikiyet (resilience), sakızimsılık (gumminess, n) ve çiğnenebilirlik (chewiness, n) değerleri tespit edilmiştir [100].

3.2.3.11. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi

Kaplamalı tavuk ürünlerinde oksidasyon stabilitesinin belirlenmesi için tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir. TBARS analizi Kilic and Richards [100]'ya göre gerçekleştirilmiştir.

2 g kaplamalı tavuk örneği üzerine 12 ml trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi aktarılmıştır. Elde edilen karışım 15 s boyunca ultraturrax yardımıyla homojenize edilmiş ve sonrasında karışım Whatman No:1 filtre kâğıdı ile filtrelenmiştir. Filtre işlemi sonunda süzüntüden 1ml alınarak 1 ml tiyobarbitürik asit (TBA) çözeltisi ile karıştırılmış ve iyice vortekslenmiştir. Daha sonra karışım 100°C'de 40 dakika süreyle sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler oda sıcaklığında soğutulmuş ve 4000 g de 5 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüjlenen örneklerden elde edilen supernatant kısım alınarak 532 nm dalga boyunda absorbansları elde edilmiştir. Elde edilen absorbans değerleri kullanılarak, daha önceden hazırlanan standart eğri yardımıyla TBARS değerleri ($\mu\text{mol MAD/kg et}$) hesaplanmıştır.

3.2.3.12. İstatistiksel Analizler

Araştırma sonucunda elde edilen ham veriler SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi (One-way ANOVA) ile %95 güven aralığında incelenmiştir. Deneme gruplarına ait ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı varyans analizi sonrası yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir ($P<0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde sunulmuştur.



4. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Hammadde Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında üretilen kaplamalı tavuk ürünlerinin üretiminde kullanılan tavuk etinin fizikokimyasal özelliklerini belirlemek üzere gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 4.1.'de sunulmuştur.

Tablo 4. 1. Çiğ tavuk örneklerinde analiz sonuçları

| Fizikokimyasal özellikler | |
|---------------------------|------------|
| pH | 6.03±0.02 |
| <i>L*</i> | 53.32±3.06 |
| <i>a*</i> | 2.43±0.73 |
| <i>b*</i> | 8.65±2.39 |
| Nem Miktarı (%) | 76.48±1.67 |
| Kül miktarı (%) | 1.47±0.14 |
| Yağ miktarı (%) | 2.13±0.06 |
| Protein miktarı (%) | 19.11±0.60 |

Kullanılan tavuk etinin pH'sı ortalama 6.03 olarak belirlenmiştir. Bu değer literatürde taze tavuk göğüs eti için sunulan pH değerine oldukça benzerdir. Aynı zamanda elde edilen nem, protein, yağ ve kül değerleri de yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir [101]. Düşük pH değeri bakteriyel gelişimi sınırlandırarak tavuk eti kalitesine ve raf ömrüne olumlu etkide bulunmaktadır [102].

Gerçekleştirilen bir çalışmada taze tavuk etlerinin pH değerlerinin çalışmamızda tespit edilen değerlere oldukça benzer olduğu tespit edilmiş olup, pH değerinin et kalitesini arttıran en önemli unsurlardan birisi olduğu belirtilmiştir [103]. Bir başka çalışmada ise taze tavuk göğüs etlerinin pH değerlerinin 5.71 ve 6.01 arasında olduğu ve bu değerler arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı bildirilmiştir [104].

Et ürünlerinin parlaklığının (*L** değeri) ortamdaki su miktarına, et proteini içeriğine ve pH değerlerine bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir. pH değeri et proteinlerin izoelektrik noktalarının (pI aktin 4.7 ve miyosin 5.4) altına

düştüğünde, bu proteinler denatüre olarak yapıları değişmekte ve ışığı yansıtma ve soğurma özelliklerine etki etmektedir [105]. Etin pişirilmesi esnasında; rengi, boyutu, tekstürü, yağ miktarı, protein fraksiyonları değişmekte, aynı zamanda üründe lezzet oluşumu, pH'da artış, mineral madde miktarında azalma görülmektedir. Meydana gelen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik birçok değişim etin kalitesini önemli şekilde etkilemektedir [106].

Kanatlı et ve et ürünlerinde, genetik yapı ve özellikle çevresel şartlar, kesim sonrası hızlanmış glikolize sebep olmakta ve bu durumda laktik asit üretimi artarak pH değeri düşmektedir [107]. Literatürde tavuk göğüs eti az yağlı, protein değeri yüksek, mineral ve vitamin bakımından zengin bir et ürünü olarak tanımlanmaktadır. Tavuk eti, doymamış yağ asidini kırmızı ete göre bünyesinde daha fazla bulundurmaktadır. Karbonhidrat oranı diğer etlere göre daha düşüktür. B vitamini yönünden zengin olmakla birlikte özellikle niasin bakımından zengindir. Aynı zamanda tavuk eti besleyicilik oranı en yüksek ekonomik kaynaklardan birisi olarak kabul edilmektedir [108].

4.2. pH Analizi

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılması sonucunda ve depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.2.'de sunulmuştur.

Çiğ ve kızarmış tavuk örneklerinin pH değerleri kıyaslandığında; kızartma işlemi ile birlikte pH değerinde önemli miktarda artış olduğu belirlenmiştir. Benzer sonucun belirlendiği bir çalışmada çiğ tavuk göğüs etinin pH değeri 6.14 iken pişmiş tavuk etlerinin pH değerinde artış gözlenmiş ve 6.23 ile 6.42 arasına yükseldiği tespit edilmiştir [109]. Yapılan bir başka çalışmada da benzer olarak nugget örneklerinin kızartılması sonucu pH değerinde artış belirlenmiştir. Isıl işlem sonucu pH değerinde meydana gelen yükselişin pişirme sırasında meydana gelen protein denatürasyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür [78].

Vittadini ve ark. [110] pişirme sonucu pH değerinde meydana gelen değişimin pişirme tekniklerine bağlı olarak da farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Ürün yüzeyinin son sıcaklığındaki değişime bağlı olarak protein denatürasyonunda farklılıklar olduğu ve neticesinde pH değişiminde farklılıklar gerçekleştiği bildirilmiştir.

Tablo 4. 2. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin pH değerleri değişimi

| | 0.gün | 7.gün | 14.gün |
|------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| %0.5 | 6.52±0.01 ^{ba} | 6.51±0.04 ^{baA} | 6.41±0.04 ^{ba} |
| %1 | 6.61±0.02 ^{aA} | 6.59±0.01 ^{aA} | 6.54±0.02 ^{baA} |
| %1.5 | 6.42±0.03 ^{cA} | 6.49±0.01 ^{baA} | 6.49±0.10 ^{baA} |
| %2 | 6.37±0.02 ^{cA} | 6.41±0.04 ^{ba} | 6.36±0.02 ^{ba} |
| Ay | 6.53±0.04 ^{ba} | 6.63±0.04 ^{aA} | 6.65±0.10 ^{aA} |
| P | 6.53±0.01 ^{ba} | 6.60±0.03 ^{aA} | 6.52±0.10 ^{baA} |

a-c (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)
A-B (→) Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Araştırmacılar pH'nın proteinlerin izoelektrik nokta altına düşmesi, denature olması veya farklı yapısal değişimlerine bağlı olarak ürünün rengi ve su içeriğinin de farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir [105]. pH değerlerinin karşılaştırıldığı farklı bir çalışmada kaplamalı tavuk ürünlerinden olan nuggetın pH değerinde diğer kaplamalı tavuk çeşitlerine göre (schnitzel ve cordon bleu) derin yağda kızartma ortamında daha fazla artış olduğu tespit edilmiştir [102].

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasından sonra elde edilen pH değerleri incelendiğinde; %1.5 ve %2 vaks içeren oleojeller ile kızartılan örneklerin pH değerlerinin diğer örneklere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Bu pH düşüşünün oleojelin hazırlanması için kullanılan karnauba vaksının içeriğinde serbest formda bulunan asit ve alkollerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresi boyunca oleojel içeren bazı gruplarda artış ve azalışlar olmasına karşın örneklerin pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli değişimler tespit edilmemiştir. pH değerinde meydana gelen düşüşlerin depolama sırasında, genellikle depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça, gelişen mikroorganizmaların oluşturduğu laktik asit gibi metabolitlerden, pH değerinde meydana gelen artışların ise protein ve aminoasitlerin parçalanmasına bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir [111] [112].

Belirlenen pH değerlerinin Ananey-Obiri, Matthews [113] sunmuş olduğu sonuçlara benzer olduğu belirlenmiştir. Kaplamalı tavuk örneklerinin -18°C 'de depolanması nedeniyle kızartma işlemi uygulanmış tavuk örneklerinin

içeriğindeki bileşenlerde kimyasal reaksiyonların hızının sınırlandırıldığı ve bu nedenle fizikokimyasal değerlerde önemli farklılıklar görülmediği düşünülmektedir. Ancak bunun aksine bazı çalışmalarda düşük sıcaklıklarda da et proteinlerinin deaminasyonu ve bakterilerin gelişimi ile ortaya çıkan metabolitlerin oluşmasına bağlı olarak pH değerinde değişiklikler olabileceği vurgulanmaktadır [114]. Tüm bunların yanında çalışmada kullanılan oleojeller ve içeriğinde bulunan karnauba vaksına bağlı olarak da pH değerlerinde bazı küçük değişimler olabildiği düşünülmektedir.

4.3. L^* , a^* , b^* Renk Analizi

Üretilen kaplamalı tavuk ürünlerinin depolama süresince renk değerlerinde (L^* , a^* ve b^*) meydana gelen değişim Tablo 4.3.'de sunulmuştur.

Karnauba vaksı kullanılarak hazırlanan oleojeller ile kızartılan kaplamalı tavuk örnekleri ile ayçiçek ve palm yağı ile kızartılan örneklerin L^* değeri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Ayrıca tüm gruplarda yer alan örneklerin L^* değerleri depolama süresince aynı seviyede kalmıştır. Literatürde kaplamalı ürünlerde L^* değerini etkileyen en önemli faktörlerden birinin kaplama formülasyonu olduğunu ve formülasyonda kullanılan un veya protein kaynağı çeşitliliğinin L^* değerinde farklılığa yol açtığını göstermektedir [63]. Örneğin, yenilebilir kaplama olarak tavuk eti proteinlerini kullanıldığı derin yağda kızartılmış tavuk baget örneklerinde L^* değerinde önemli farklılıklar belirlenmemiştir [113]. Ayrıca kızartma süresi de L^* değerini önemli seviyede etkilemektedir [90]. Kaplamalı ürünlerde uygulanan derin yağda kızartma işleminde, genellikle L^* değerinde bir azalma gerçekleşmekte olup bu azalma kızartma süresinin artışı ile artmakta ve tavuk örneklerinde koyulaşmaya sebep olmaktadır [115].

Tablo 4. 3. Kızartılmış kaplamalı tavukların L^* , a^* , b^* değerleri

| L^* | 0.gün | 7.gün | 14.gün |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| %0.5 | 67.42±7.04 ^{aA} | 73.32±0.30 ^{aA} | 70.72±1.80 ^{aA} |
| %1 | 69.48±3.10 ^{aA} | 71.32±1.40 ^{aA} | 60.32±9.10 ^{aA} |
| %1.5 | 69.83±1.80 ^{aA} | 69.90±1.20 ^{aA} | 70.09±1.63 ^{aA} |
| %2 | 73.77±1.31 ^{aA} | 71.99±1.70 ^{aA} | 71.7±3.33 ^{aA} |

| | | | |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Ay | 68.55±6.49 ^{aA} | 68.96±1.20 ^{aA} | 67.45±6.54 ^{aA} |
| P | 70.24±1.70 ^{aA} | 67.80±9.80 ^{aA} | 64.92±0.80 ^{aA} |
| a* | | | |
| %0.5 | 0.77±0.04 ^{aA} | -2.35±0.20 ^{cB} | -1.28±0.90 ^{aB} |
| %1 | 0.10±1.35 ^{aA} | -1.61±0.70 ^{bcA} | -2.03±1.54 ^{aA} |
| %1.5 | -0.20±1.10 ^{aA} | 1.86±0.80 ^{aA} | 0.20±1.52 ^{aA} |
| %2 | -0.03±0.60 ^{aA} | -0.21±1.10 ^{bA} | -0.06±0.60 ^{aA} |
| Ay | -0.60±1.00 ^{aA} | -0.97±0.30 ^{bcA} | 0.20±1.32 ^{aA} |
| P | 1.08±1.10 ^{aA} | -1.16±0.50 ^{bcA} | 0.80±3.22 ^{aA} |
| b* | | | |
| %0.5 | 22.23±2.20 ^{bA} | 26.89±0.90 ^{abA} | 28.66±3.93 ^{aA} |
| %1 | 35.57±2.70 ^{aA} | 29.65±3.00 ^{abA} | 31.34±4.42 ^{aA} |
| %1.5 | 30.39±0.10 ^{aAB} | 34.09±1.00 ^{aA} | 27.32±3.16 ^{aB} |
| %2 | 33.10±5.50 ^{aA} | 31.38±5.00 ^{aA} | 26.77±8.14 ^{aA} |
| Ay | 34.25±2.40 ^{aA} | 24.88±7.80 ^{abA} | 25.13±1.56 ^{aA} |
| P | 31.10±2.24 ^{aA} | 20.78±0.70 ^{bB} | 23.15±3.07 ^{aB} |

a-c (↓) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)
A-B (→) Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Karnauba vaksı içeren oleojeller, ayçiçek yağı ve palm yağı ile kızartma işlemi sonrasında gerçekleştirilen ölçümlerde kaplamalı tavuk örneklerinin a^* değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Depolamanın 7. gününde %1.5 vaks içeren oleojel ile kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin ayçiçek yağı ve palm yağı ile kızartılan örneklerden daha yüksek a^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak depolamanın son gününde ise örneklerin a^* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmemiştir.

Kaplanmış tavuk örneklerinin a^* değerindeki değişimin ısı işlem sırasında gerçekleşen maillard reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle kızartma işleminde kullanılan yağın seçimi a^* değerini önemli ölçüde etkilemektedir [90]. Farklı hidrojenasyon derecelerine sahip yağlarla gerçekleştirilen kızartma işlemlerinde hidrojenasyon derecesinin azalması ve kızartma süresinin artmasına bağlı olarak a^* değerinin arttığı belirtilmiştir [75, 116]. Bir başka çalışmada ise kızartmada kullanılan yağ türünün, domuz filetoalarının a^* üzerinde önemli bir etkisi olduğu bildirilmiştir [117].

Patateslerin kızartılması üzerine yapılan çalışmalar renk değerlerinin kızartma sıcaklığından etkilendiğini ve bu durumun kızartma sırasında meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile ilgili olduğunu belirtmektedir. Kızartma sıcaklığı arttıkça patates dilimlerinin daha koyu ve kızartma süresinin artması ile de giderek arttığı bildirilmiştir. Patates dilimlerinin a^* değerlerinin kızartma koşullarına bağlı olarak katlanarak arttığını görülmüştür [118, 119].

Örneklerin depolama süresince b^* değerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde %1 vaks ile hazırlanan oleojel ile kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin diğer gruplara kıyasla daha yüksek b^* değerine sahip olduğu görülse de istatistiksel olarak gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Bu sonuçlara göre, kızartma yağı olarak farklı oranlarda karnauba vaksı ile hazırlanan oleojellerin kullanımın kaplamalı tavuk ürünlerinde tüketiciler tarafından arzu edilen ve önemli bir kalite unsuru olarak görülen sarı renk üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı söylenebilir.

Ayçiçek yağı ve ayçiçek yağı ile hazırlanan oleojeller ile kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin b^* değerlerinde depolama süresince önemli bir değişiklik olmamıştır. Diğer renk parametrelerinde olduğu gibi b^* değerindeki değişimin en önemli sebepleri kızartma sırasında gerçekleşen başta Maillard olmak üzere birtakım reaksiyonlardır [115, 120]. Bu durumda ayçiçek yağı ve ayçiçek yağı ile hazırlanan oleojellerin bu reaksiyonlara karşı daha az duyarlı olduğu ve üretilen ürünlerin daha stabil olduğu düşünülmektedir.

Sonuç itibarıyla kaplamalı tavuk örneklerinin hazırlanan oleojeller ile kızartılması sonucunda L^* , a^* ve b^* değerlerinde tüketicin görsel olarak da fark edebileceği, önemli değişiklikler olmadığı ve renk değerlerinin kontrol grubuna benzer ve kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir. Bu sonuca benzer olarak, daha yüksek oranda karnauba ve balmumu vaksı kullanılarak hazırlanan oleojeller ile kızartılan patates örneklerinin de renk değerlerinde önemli değişiklikler olmadığı bildirilmiştir [85], [121].

4.4. Kaplamalı Tavukların Fizikokimyasal Özellikleri

Araştırma kapsamında üretilen kaplamalı tavuk örneklerinin belirlenen protein, yağ, nem ve kül içerikleri özellikleri Tablo 4.4.'de sunulmuştur.

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında farklı oranlarda karnauba vaksı içeren oleojellerin kullanımı ürünlerin protein, nem ve kül değerleri bakımından önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Örneklerin yaklaşık %31.35 oranında protein, %56 oranında nem ve %2,11 oranında kül içerdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4. 4. Kaplamalı tavuk örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

| Gruplar | Protein | Yağ | Nem | Kül |
|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| %0.5 | 31,87±0,24 ^a | 11,28±0,13 ^a | 54,82±0,39 ^b | 2,03±0,08 ^a |
| %1 | 31,61±0,29 ^a | 10,91±0,08 ^b | 55,22±0,29 ^b | 2,26±0,11 ^a |
| %1.5 | 31,70±0,27 ^a | 9,46±0,16 ^c | 55,71±0,38 ^b | 2,13±0,16 ^a |
| %2 | 31,21±0,18 ^a | 9,24±0,11 ^c | 57,55±0,67 ^a | 2,00±0,09 ^a |
| Ay | 30,90±0,15 ^a | 11,10±0,12 ^a | 55,77±0,91 ^b | 2,24±0,07 ^a |
| P | 30,80±0,21 ^a | 10,78±0,09 ^b | 56,42±0,95 ^{ab} | 2,00±0,16 ^a |

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

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında farklı oranlarda karnauba vaksı içeren oleojellerin kullanımı ürünlerin yağ değerlerini önemli seviyede etkilemiştir ($P<0.05$). Ayçiçek yağı ve %0.5 oranında karnauba vaksı içeren oleojel kullanılarak kızartma işlemi gerçekleştirilen örneklerin en yüksek yağ içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Palm yağı ile kızartma işlemi gerçekleştirilen örneklerin yağ miktarı ise ayçiçek yağı kullanılan örneklerden daha düşük bulunurken, %1.5 ve %2 oranlarında vaks içeren oleojel gruplarının tamamından daha yüksek miktarda tespit edilmiştir ($P<0.05$). Ayrıca oleojel içeriğindeki karnauba vaksı oranındaki artış ile orantılı olarak kaplamalı tavuk ürünlerindeki yağ miktarı azalmıştır ($P<0.05$).

Literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik bulunmaktadır. Kızartma ortamı olarak oleojellerin kullanıldığı bir çalışmada, oleojeller ile kızartılmış eriştelerin yağ miktarları palm ve soya yağı ile kızartılan örnekler ile kıyaslanmıştır. Oleojel kullanımının eriştelerin yağ miktarını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Spesifik olarak derin yağda kızartma işleminde 10/100g oleojel kullanımında palm yağında kızartılmış eriştelerle kıyasla eriştelerin yağ alımını yaklaşık %16 oranında azalttığı bildirilmiştir [8]. Karnauba ve balmumu vaksı ile hazırlanan oleojeller kullanılarak kızartılan patates örneklerinde de

örnekler içerisinde yağ alımının kontrol örneklerine kıyasla önemli seviyede düşük olduğu belirtilmiştir [85], [121].

Bir başka çalışmada ise ayçiçeği vaksı bazlı oleojel kullanılarak kızartılan patateslerin, kolza yağı ile kızartılan patateslere göre daha az yağ çektiği belirtilmiştir [122]. Araştırmacılar vaksların kızartma sırasında parmak patateslerinin yüzeyine tutunduğu küçük partiküllere benzer lifli morfolojisi ile ince bir tabaka halinde bariyer görevi gördüğü ve bu şekilde yağ alımını azalttığını belirtmektedir [122]. Benzer bir başka çalışmada ise hazırlanan balmumu bazlı susam yağı oleojeli sığır burger köftelerinde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanılmış ve oleojelin vaks içeriğinin artışına paralel olarak köftelerin kızartılması sırasında yağ emilimini azalttığı belirtilmiştir [62].

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kül ve protein miktarları incelendiğinde farklı yağlar ve oleojeller ile kızartma işleminin gerçekleştirilmesinin örneklerin kül ve protein içeriklerinde önemli değişime sebep olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların birçoğunda derin yağda kızartma işleminin ürünlerin kül içeriklerinde oransal bir artış meydana getirdiği ve kızartma işlemi mineral bileşenlerin bir kısmında kayıplar gerçekleştiği bildirilmektedir [83, 113, 123].

Çalışma kapsamında ayrıca ürün üzerindeki kaplamanın nem ve yağ değeri de belirlenmiştir (Tablo 4.5). Kaplamaların nem ve yağ içerikleri incelendiğinde sonuçların birbirleri ile paralellik gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4. 5. Kaplamalı tavuk örneklerinde kaplamanın nem ve yağ değerleri

| Gruplar | Nem | Yağ |
|---------|--------------------------|-------------------------|
| %0.5 | 43.28±0.39 ^e | 15.17±0.28 ^c |
| %1 | 45.08±0.55 ^d | 16.26±0.19 ^c |
| %1.5 | 45.96±0.46 ^d | 18.34±0.16 ^b |
| %2 | 48.18±0.41 ^b | 19.04±0.27 ^a |
| Ay | 44.75±0.22 ^{ed} | 15.83±0.38 ^c |
| P | 51.08±0.78 ^a | 14.96±0.22 ^d |

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

Palm yağı kullanılarak kızartılan örneklere ait kaplamaların nem içeriği en yüksek değere sahip iken ($P<0.05$), ayçiçek yağı ve %0.5, 1 ve 1.5 oranında

karnauba vaksı ile hazırlanan oleojellerin kullanıldığı örneklerde kaplamaların nem değerinin en düşük oldukları belirlenmiştir ($P<0.05$).

Bu sonuçlar ile ilişkili olarak kaplamaların yağ içerikleri incelendiğinde ise nem değeri ile paralel ancak ters orantılı bir ilişki belirlenmiştir. Palm yağı ile gerçekleştirilen kızartmada kaplamanın yağ içeriğinin diğer gruplar ile kıyaslandığında daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Bu durumun olejel üretiminde kullanılan karnauba vaksından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürde sıvı kaplama formülasyonlarında gamların kullanılması durumunda yağ ve su geçirgenliği üzerine etkisi olan bir bariyer olduğu belirtilmektedir. Gamların film oluşturma kabiliyetleri ve termal jel özelliklerinden dolayı ortaya çıkan bu bariyer tabakası yağ ve nem geçişini engelleyerek kendi üzerinde tutmaktadır. Ayrıca yağ ve neme benzer olarak bazı gazların ve hidrokarbonların da bu tabaka üzerinde tutulduğu da belirtilmektedir [75].

Derin yağda kızartma işlemi uygulanan kaplamalı tavuk ürünleri üzerine yapılan çalışmalarda özellikle ürünün yağ ve nem değerinin sağlıklı beslenme ve duyu kalitesi yüksek gıdaların tüketilmesi bakımından önemli unsurlar olduğu vurgulanmaktadır. Kaplamalı tavuk ürünleri gibi fast food olarak nitelendirilen ürünlerde yağ oranı azaltılmaya ve nem oranı arttırılmaya çalışılmaktadır [120]. Dolayısıyla nem değerinin artışı ve yağ oranının azalması ile kalori değeri daha düşük ürünler de ortaya çıkmaktadır [124].

4.5. Pişme Özellikleri

Tez çalışması kapsamında üretilen ve farklı yağlar kullanılarak derin yağda kızartılan kaplamalı tavuk ürünlerinin yağ çekme ve kaplamanın yüzey yapışma oranları Tablo 4.6.'da sunulmuştur.

Tablo 4. 6. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin pişme özellikleri

| Gruplar | Yağ Çekme | Yüzey Yapışma Oranı |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| %0.5 | 41.44±0.02 ^c | 51.83±0.82 ^a |
| %1 | 42.65±0.48 ^b | 50.45±0.71 ^a |
| %1.5 | 34.94±0.24 ^d | 50.56±0.77 ^a |
| %2 | 34.91±0.25 ^d | 51.16±0.42 ^a |
| A | 41.65±0.28 ^c | 51.29±0.90 ^a |
| P | 44.07±0.38 ^a | 50.84±0.71 ^a |

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

Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin pişme özelliklerinin belirlenmesi için ürünlerin yağ çekme oranları ve kaplamanın yüzeye yapışma oranı belirlenmiştir. Örneklerin yağ çekme miktarları incelendiğinde palm yağı ile kızartılan örneklerin diğer gruplara kıyasla daha fazla yağ çektiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Hazırlanan oleojellerdeki yağ çekim oranı ise yağ içerisindeki karnauba vaksının miktarına bağlı olarak önemli seviyede azalmıştır ($P<0.05$). %2 ve 1.5 oranında karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılan örneklerin en az yağ çeken örnekler olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Bu durumun oleojel içeriğinde bulunan karnauba vaksının ürün çevresinde oluşturduğu hidrofobik bir tabaka nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Nitekim çalışmamızdaki bu sonuca oldukça benzer olarak, patates ve eriştelere kızartılması sürecinde kullanılan gam ve vaks içerikli oleojellere bağlı olarak yağ çekiminin azaldığı bildirilmiştir [122]. Eriştelere kızartılması sırasında 10g/100g vaks içeren oleojelin kullanılması durumunda palm yağına kıyasla yağ çekme değerinde yaklaşık %16 oranında azalma tespit edilmiştir [8].

Bazı araştırmacılar kızartma yağı viskozitesinin yağ çekme miktarını doğrudan doğruya etkilediğini ve yüksek viskozitenin yağ çekimini arttırdığını belirtmektedir [125]. Bu nedenle, pratikte, vaks ilavesi ile hazırlanan oleojellerin viskozitesinin yüksek olduğu ve yağ çekimini arttıracakı düşünülmektedir [8]. Ancak bu hipotezin aksine oleojel kullanımı sonucunda derin yağda kızartma işleminde yağ çekme miktarı azalmaktadır. Çünkü yağ çekimini etkileyen en

önemli parametrelerden birisi de kızartılan gıdanın yüzey özellikleridir [126]. Oleojel kullanılarak gerçekleştirilen kızartma işlemlerinde yüzeyin daha düzenli porlar ve pürüzsüz bir yüzey oluştuğu, palm ve soya gibi yağların kullanımında ise daha büyük porlar ve pürüzlü bir yüzey oluştuğu bildirilmektedir [8]. Kızartılan örneklerde pürüzlü yüzeyler daha yüksek miktarda yağ alımı ile ilişkilendirilmektedir [127].

Kaplamanın yüzeye yapışma miktarı kızartma ortamından daha çok kaplama formülasyonundan etkilenmektedir. Dolayısıyla tüm gruplarda aynı kaplama formülasyonunun uygulanması nedeniyle kaplamalı tavuk örneklerinde yüzey yapışma oranında örnekler arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durum kızartma işleminde oleojel kullanımının kaplamanın yapışma oranı üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı şeklinde de yorumlanabilir. Literatürde de oleojel kullanılarak yapılan kızartma işleminin kaplama yapışma oranı üzerine herhangi bir etkisinden bahsedilmemektedir [122].

4.6. Tekstür Analizi

Çalışma kapsamında farklı yağlar kullanılarak kızartılan kaplamalı tavuk ürünlerinin sertlik, esneklik, kohezivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerleri Tablo 4.7.'de sunulmuştur.

TPA sonuçları incelendiğinde farklı yağlar ile gerçekleştirilen kızartma işleminin kaplamalı tavuk ürünlerinin sertlik, kohezivlik, sakızimsılık ve elastikiyet değerlerinde önemli farklılıklara sebep olduğu belirlenmiştir. En düşük sertlik ve sakızimsılık değerlerine %0.5 karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Tablo 4.7 incelendiğinde %1.5 oranında karnauba vaksı içeren oleojel ile kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin sertlik, kohezivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinin diğer gruplardan önemli seviyede ($P<0.05$) yüksek iken esneklik değerinde önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir.

%1.5 oranında karnauba vaksı ile hazırlanan oleojel ile kızartılan örneklerin sertlik değeri, palm ve ayçiçek yağı ile kızartılan örnekler ile kıyaslandığında sırasıyla yaklaşık 1.5 ve 2 kat artmıştır. Güneşer ve ark. (2021) benzer olarak oleojel ile kızartılan patates örneklerinin sertlik değerinin balmumu vaksı

konsantrasyonuna bağlı olarak ortalama 4 kat arttığını bildirmiştir [85].Sertlik değerinde çalışmamız sonuçlarına olan benzerliğin aksine, araştırmacılar kohezivlik değerlerinde önemli farklılık oluşmadığını ancak esneklik değerinde farklılıklar oluştuğunu bildirmiştir. Araştırmacılar kıztartma sırasında oluşan kapiler boşluklara oleojel girmesi sonucunda örneklerin daha esnek bir hal aldığını ve bu nedenle esneklik değerlerinin daha yüksek olduğunu düşünmektedir. Ancak mevcut çalışmadan farklı olarak daha düşük oranlarda vaks kullanarak oleojel hazırlandığı için esneklik değerlerinde önemli bir farklılık oluşmadığı düşünülmektedir.

Sertlik değerlerinde ortaya çıkan farklılık, bu değerden türetilen sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde de farklılığa yol açmıştır [128], [129].

Oleojelin kıztartma ortamında veya kaplama formülasyonunda kullanıldığı birçok çalışmada ürünlerin tekstürel özelliklerinin etkilendiği ve genellikle daha sıkı ve sert bir formun ortaya çıktığı bildirilmektedir. Lim ve ark. (2017) karnauba vaksı kullanarak soya yağı ile hazırladıkları oleojeller ile kıztartılan eriştelerin sertlik değerlerinin palm ve soya yağı kullanılarak hazırlanan örneklerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir Araştırmacılar yüksek vaks seviyelerine sahip oleojellerin daha yüksek katı yağ benzeri yapılar sağladığı için ürünlerde daha sıkı bir dokuya sebep olduklarını belirtmiştir [8].

Tablo 4. 7. Kızartılmış kaplamalı tavuk örneklerinin tekstür analiz parametreleri

| Gruplar | Hardness | Springiness | Cohesiveness | Gumminess | Chewiness | Resilience |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 0.5% | 53.30±2.95 ^e | 0.77±0.21 ^a | 0.54±0.11 ^b | 24.09±0.20 ^e | 17.35±1.39 ^d | 0.19±0.01 ^b |
| 1% | 71.80±3.11 ^c | 0.73±0.05 ^{ab} | 0.52±0.02 ^{bc} | 36.57±0.94 ^c | 28.35±0.30 ^b | 0.18±0.02 ^b |
| 1.5% | 125.80±3.15 ^a | 0.74±0.03 ^a | 0.59±0.02 ^a | 74.30±0.22 ^a | 55.06±0.02 ^a | 0.27±0.02 ^a |
| 2% | 72.00±3.95 ^c | 0.73±0.05 ^{ab} | 0.47±0.07 ^d | 32.50±1.20 ^d | 23.83±2.62 ^c | 0.18±0.01 ^b |
| Ay | 64.21±0.43 ^d | 0.74±0.01 ^a | 0.50±0.07 ^{cd} | 31.74±0.30 ^d | 23.49±0.40 ^c | 0.19±0.01 ^b |
| P | 86.73±2.40 ^b | 0.64±0.02 ^b | 0.49±0.07 ^d | 42.54±1.54 ^b | 26.72±2.80 ^{bc} | 0.19±0.01 ^b |

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

Bu durumun karnauba vaksı konsantrasyonu ile artış eğilimi gösterdiği ve kızartma yapılan örneklerin daha yüksek kırılma gücüne sahip oldukları tespit edilmiştir [8]. Oleojellerin tekstürel özelliklerinin belirlendiği bir başka çalışmada oleojelatör konsantrasyonu ve çeşidinin oluşan oleojelin tekstürel özellikleri ve kararlılığı üzerine önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. Bu noktada en önemli değişim sertlik ve yapışkanlık değeri üzerinde gerçekleşmektedir [28, 130].

4.7. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi

Araştırma kapsamında farklı yağlar ile kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin depolama süresince lipid oksidasyonu (TBARS) seviyelerinde meydana gelen değişimler Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4. 8. Üretim ve depolama periyodunda kaplamalı tavuk örneklerinin TBARS ($\mu\text{mol TBARS/kg et}$) değeri varyasyonları

| Gruplar | -18°C Depolama | | |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0.gün | 7.gün | 14.gün |
| %0.5 | 3.26±0.13 ^{bC} | 4.00±0.24 ^{bB} | 6.02±0.27 ^{bA} |
| %1 | 2.51±0.16 ^{cC} | 3.61±0.16 ^{bcB} | 4.78±0.40 ^{cA} |
| %1.5 | 2.74±0.10 ^{cC} | 3.48±0.39 ^{bcB} | 4.55±0.16 ^{cdA} |
| %2 | 2.53±0.15 ^{cC} | 3.26±0.35 ^{cA} | 3.47±0.28 ^{eA} |
| Ay | 4.16±0.23 ^{aC} | 6.12±0.19 ^{aB} | 8.08±0.22 ^{aA} |
| P | 2.94±0.21 ^{bcB} | 3.92±0.17 ^{bcA} | 3.97±0.25 ^{deA} |

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

Lipid oksidasyonu analiz sonuçları incelendiğinde tüm grupların TBARS değerlerinin depolama süresi boyunca önemli seviyede artış gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$).

Depolamanın ilk gününde elde edilen TBARS değerleri birbirleri ile kıyaslandığında ayçiçek yağı kullanılarak kızartılan kaplamalı tavuk örneklerinin TBARS değerlerinin palm ve oleojeller ile kızartılan örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). İlk gün elde edilen sonuçlar oleojel içerisindeki karnauba vaksı miktarının TBARS değerini etkilemediğini ve tüm oleojel gruplarının aynı seviyede olduğunu göstermektedir. Nitekim depolamanın 7. ve 14. günlerinde de grupların TBARS değerleri benzer eğilim içerisinde değişiklik

göstermiştir. Depolamanın bu günlerin de ayçiçek yağı ile kızartılan örneklerin TBARS değeri diğer gruplardan yine önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Depolamanın son günün de elde edilen TBARS değerleri oleojel içerisindeki karnauba vaksı miktarının artışına bağlı olarak tavuk örneklerinin TBARS değerlerinin azaldığını göstermektedir ($P<0.05$). Depolamanın son gününde %1.5 ve %2 oranında karnauba vaksı içeren oleojel ile üretilen kaplamalı tavuk örneklerinin palm yağı ile kızartılan örnekler ile birlikte en düşük TBARS değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Oleojel formülasyonuna %0.5 ve %1 oranında karnauba ilavesi de örneklerin TBARS değerlerinin ayçiçek yağı ile hazırlanan örneklerden daha düşük seviyede olmasını sağlamıştır ($P<0.05$).

Güneşer ve ark. (2021) ayçiçek yağı kullanarak hazırladıkları oleojellerin oksidasyon stabilitesinin ayçiçek yağından daha yüksek olduğunu belirtmiştir [85]. Oleojellerin oksidasyon stabilitesinin daha yüksek olmasının nedeninin daha katı formdaki yapısı nedeniyle yağ içerisine oksijen penetrasyonunun daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [131, 132].

Lim ve ark. (2021) kanola yağı ve kanola yağından hazırladıkları oleojellerin karakterizasyonlarını inceledikleri çalışmalarında benzer oksidasyon sonuçlarını bildirmiştir. Hidrosipropil metilselüloz içeren kanola yağı bazlı oleojeller kanola yağına kıyasla TBARS değerinde önemli seviyede düşüşe neden olmuştur [130]. Kızartma sırasında ürün içerisinde dehidrasyon yoluyla su çıkışı gerçekleşir ve suyun yerine ürün içerisine yağ girişi olur. Kızartma ortamı olarak oleojel kullanıldığı durumlarda ise ürün çevresinde oleojelin oluşturduğu bariyer tabakasının özellikle ürün ve kaplama içerisine yağ geçişini sınırlandırdığı ve bu durumun oksidasyonu engellediği düşünülmektedir. Jouki ve Khazaei (2021) kaplama formülasyonuna ilave edilen ayva çekirdeği gamı ve karvakrol mikrokapsüllerinin benzer etkiyi göstererek derin yağda kızartılan nugget örneklerinde oksidasyonu sınırlandırdığını belirtmiştir [133].

Bu çalışmaların aksine gerçekleştirilen bir başka çalışmada susam yağı kullanılarak üretilen balmumu bazlı oleojelin sığır burgerinde hayvansal yağ ikamesi olarak uygulanması sonucunda örneklerin TBARS değeri önemli ölçüde

artmıştır. Sığır eti burgerlerinin oksidatif stabilitesindeki artış balmumu vaks oleojelinin bileşimine ve üretim yöntemine bağlanmıştır. Araştırmacılar, oleojelin hazırlanması sırasında gerçekleştirilen ısı uygulamasının serbest radikal oluşumunu teşvik ettiği ve bunun sonucunda oksidatif reaksiyonların hızlandığını düşünmektedir [62]. Bir başka çalışmada, oleojel varlığında kızartma işlemi yapılan parmak patateslerin TBARS analizi sonuçlarında örnekler arasında farklılık belirlenmemiş ancak lipid oksidasyonunu etkilediği görülmüştür. Araştırmacılar patateslerin kızartma öncesi ve sonrası depolama şartları ile oleojelin bileşimi ve özelliklerinin TBARS değerinin değişimini etkilediğini belirtmektedir [122]. Öğütücü ve ark. (2015) morina karaciğeri yağından oleojel üretiminde kullanılan karnauba vaksının oksidasyonu hızlandırdığını, balmumu vaksının ise oksidasyonu yavaşlattığını belirtmiştir [134]. Ancak bu sonuç ile de çelişkili olarak Yi ve ark. (2017) üzüm çekirdeği yağından karnauba vaksı ve balmumu vaksı ile oleojel üretiminde karnauba vaksının oksidasyon stabilitesinin arttığını ancak balmumu vaksının önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir [135]. Dolayısıyla tüm bu sonuçlardan yol çıkarak oleojelin formülasyonu, hazırlama tekniği, kullanılan oleojelatör ve yağın özellikleri ve miktarı gibi birçok parametrenin oleojelin oksidasyon kararlılığı üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

4.8. Serbest Yağ Asidi Analizi

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılması için kullanılan yağların kızartma öncesi ve sonrasında belirlenen serbest yağ asidi değerleri Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4. 9. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların serbest yağ asidi değerleri

| Gruplar | Serbest yağ asidi (%) | |
|---------|--------------------------|--------------------------|
| | Kızartma Önce | Kızartma Sonra |
| 0.5% | 0.19±0.02 ^{bA} | 0.19±0.02 ^{cA} |
| 1% | 0.21±0.04 ^{abA} | 0.16±0.01 ^{dA} |
| 1.5% | 0.25±0.04 ^{aA} | 0.27±0.01 ^{aA} |
| 2% | 0.25±0.02 ^{aA} | 0.25±0.02 ^{bA} |
| Ay | 0.11±0.01 ^{cA} | 0.13±0.02 ^{eA} |
| P | 0.13±0.02 ^{cA} | 0.14±0.02 ^{deA} |

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

Serbest yağ asidi değeri yağın kimyasal özelliklerini ve tazeliğini sorgulamak adına kullanılan bir parametredir. Birçok ülkede serbest yağ asidi değeri kızartma yağlarının kullanım ömrünü sınırlandırmak için kullanılan yasal bir limitleyicidir. Avrupa ülkelerinde kızartma yağının serbest yağ asidi değeri için yasal sınırlar en fazla %0.9-2.5 aralığında değişmektedir [136].

Kızartma öncesi ve sonrası elde edilen serbest yağ asidi değerleri incelendiğinde yağlarda önemli değişiklikler olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle kızartma süresi ve/veya yağın ısıya maruz kaldığı sürenin serbest yağ asidi değerini önemli seviyede arttırdığı bildirilmektedir [122]. Ancak çalışmamızda yağların serbest yağ asidi değerleri çoklu bir döngü içerisinde (birden çok kez kızartma işleminde kullanma) değil sadece tek kızartma işlemi sonrasında belirlendiği için yağların serbest yağ asidi değerleri aynı seviyede kalmıştır. Ancak oleojellerin ve oleojellerin üretildiği ayçiçek yağının serbest yağ asidi değerleri kıyaslandığında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Bu durum oleojelin hazırlanması sırasında yağların serbest yağ asidi değerinde artış gerçekleştiğini göstermektedir. Bu aşamada belirli sürede uygulanan sıcaklık nedeniyle dekompozisyon reaksiyonları ve neticesinde serbest yağ asidi oluşumu gerçekleştiği düşünülmektedir. Yuan (2020)'da benzer olarak, vaks esaslı oleojellerin üretimi sırasında serbest yağ asidi değerinin arttığını belirtmiştir [122]. Güneşer ve ark. (2021) balmumu ile hazırladıkları oleojellerin serbest yağ asidi değerlerinin kullanılan kontrol yağından daha fazla olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar bu durumun sebeplerinden birisinin de balmumu içeriğinde yer alan yağ asitlerinin olabileceğini belirtmiştir [85]. Benzer durum karnauba vaksı için de geçerlidir. Karnauba vaksının yaklaşık %80'ini yağ asidi esterleri oluşturmaktadır [45]. Dolayısıyla bu durumun serbest yağ asidi değerlerindeki artışın bir başka nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Kılınççeker ve Yılmaz (2016) sığır burger köftelerinde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanmak üzere hazırladıkları susam yağı esaslı oleojellerde kullanılan oleojelatör miktarına ve hazırlık süresine bağlı olarak serbest yağ asidi değerinin artabildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar oleojel içeriğindeki balmumu miktarının artması ve oleojelin hazırlanması aşamasında gerçekleştirilen soğuma

süresinin uzaması ile serbest yağ asidi değerinin önemli seviyede arttığını belirtmiştir [62]. Lim ve ark. (2017) ise bu sonuçların aksine oleojel üretimi sırasında ve oleojel ile uygulanan kızartma işlemi neticesinde serbest yağ asidi değerinde soya yağından farklı bir değişim olmadığını belirtmiştir [8].

4.9. Peroksit Sayısı Analizi

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılması için kullanılan yağların kızartma öncesi ve sonrasında belirlenen peroksit sayısı değerleri Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4. 10. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların peroksit sayısı değerleri

| Gruplar | Peroksit Sayısı | |
|---------|---------------------------|--------------------------|
| | Kızartma Önce | Kızartma Sonra |
| %0.5 | 17.95±2.05 ^{bB} | 37.37±1.89 ^{bA} |
| %1 | 19.74±2.91 ^{aB} | 30.94±0.03 ^{cA} |
| %1.5 | 19.28±0.66 ^{aB} | 28.27±2.49 ^{cA} |
| %2 | 18.08±0.67 ^{abB} | 41.85±1.21 ^{aA} |
| Ay | 19.71±0.13 ^{aB} | 22.55±1.10 ^{dA} |
| P | 18.15±0.58 ^{abA} | 21.25±2.27 ^{dA} |

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

Peroksit değeri yağların oksidasyonu seviyesini belirlemek için kullanılan bir parametredir. Kodeks Alimentarius Komisyonu (KAK) tarafından yağların peroksit değerinin en fazla 10-15 meq O₂/kg yağ seviyesinde olması tavsiye edilmektedir [137].

Kaplamalı tavuk örneklerini kızartmak için kullanılacak palm yağı, ayçiçek yağı ve ayçiçek yağı kullanılarak hazırlanan oleojellere ait peroksit sayısı değerleri karşılaştırıldığında, oleojelasyon işleminin peroksit sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tüm gruplar için kullanılan yağların peroksit sayıları birbiri ile benzer seviyededir.

Kızartma işleminin ise peroksit sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmuştur ve palm yağı dışındaki tüm gruplarda peroksit sayısı önemli seviyede artmıştır ($P<0.05$). Palm yağının yüksek doymuş yağ asidi içeriği nedeniyle oksidasyon stabilitesinin yüksek olduğu ve dolayısıyla peroksit değerinin daha düşük olduğu düşünülmektedir [8].

Kızartma sonrası elde edilen değerler incelendiğinde palm ve ayçiçek yağlarının en düşük peroksit sayısına sahip olduğu ($P<0.05$), %2 oranında karnauba vaksı ile hazırlanan oleojelin ise en yüksek peroksit değerine sahip olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Peroksit sayısı kısaca, yağların molekül yapısına bağlanan oksijen miktarını ifade etmekte ve oksidatif kararlılığı hakkında bilgi vermektedir [18]. Sonuçlar kızartma işlemi sırasında karnauba vaksı ile hazırlanan oleojellerin yapısına daha fazla oksijen katıldığını göstermektedir. Kılınççeker ve Yılmaz (2016) ısıtma işlem sonrası susam yağı kullanarak hazırladıkları oleojellerin peroksit sayısındaki artışın susam yağından çok daha fazla olduğunu belirtmiştir [62]. Jouki ve ark. (2010) peroksit değerindeki artışın aldehitler, hidrokarbonlar, alkoller, asitler ve esterler gibi bileşiklerin oluşumu ile paralel bir şekilde gerçekleştiğini ve bunun doymamış yağ asitlerinin oksidasyon sürecinde oluştuğunu belirtmiştir. Aynı zamanda yüksek sıcaklıkların (180°C 'de) ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumunun peroksit değerinin artmasına neden olduğu bildirilmiştir [133]. Güneşer ve ark. (2021) balmumu ile hazırladıkları oleojellerin peroksit sayısı değerlerinin kullanılan balmumu miktarına bağlı olarak arttığını ancak ısıtma işlem sonrasında belirlenen peroksit değerlerinin kontrol grubu olarak kullanılan yağın peroksit değerinin 2.65 kat daha düşük olduğunu bildirmiştir [85]. Araştırmacılar bu durumun oleojellerin kızartma yağı olarak kullanılması durumunda önemli bir avantaj olabileceğini belirtmiştir.

Öte yandan bir başka çalışmada oleojelasyon işleminin yağın oksidasyon duyarlılığını azalttığı ve bu nedenle daha düşük peroksit değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Oleojellerin kullanımı ile yağın oksidatif bozulmasının geciktiği ve sıvı formdaki yağa göre daha kararlı bir hale geçtiği düşünülmüştür [8]. Benzer sonuçlar kek ve sığır burger köfte formulasyonunda karnauba ve apidik asit esaslı oleojel kullanan Tabibiazar ve ark. (2020) tarafından da bildirilmiştir [56].

4.10. İyot Sayısı Analizi

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılması için kullanılan yağların kızartma öncesi ve sonrasında belirlenen peroksit sayısı değerleri Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4. 11. Kaplamalı tavuk ürünleri üretiminde kullanılan yağların iyot sayısı değerleri

| Gruplar | İyot Sayısı | |
|---------|----------------------------|---------------------------|
| | Kızartma Önce | Kızartma Sonra |
| %0.5 | 122.27±1.08 ^{aA} | 122.34±3.54 ^{aA} |
| %1 | 119.06±3.16 ^{aA} | 121.51±2.35 ^{aA} |
| %1.5 | 121.16±1.37 ^{aAB} | 122.16±1.44 ^{aA} |
| %2 | 120.38±2.60 ^{aA} | 122.30±2.34 ^{aA} |
| Ay | 121.06±2.17 ^{aA} | 125.19±1.19 ^{aA} |
| P | 53.21±0.11 ^{bA} | 54.06±0.13 ^{bA} |

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

A-B (→) Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$)

Kaplamalı tavuk örneklerinin kızartılması işleminde kullanılan yağların kızartma öncesi ve sonrasında belirlenen iyot sayısı değerlerinde önemli farklılıklar belirlenmemiştir. Aynı zamanda karnauba vaksı ile hazırlanan oleojellerin de iyot sayıları ayçiçek yağına benzer seviyede tespit edilmiştir.

İyot sayısı yağın doymuş ve doymamış yağ asidi içeriği hakkında bilgi veren bir parametredir. İyot sayısının yüksek olması yağ içeriğindeki doymamış yağ miktarının yüksek olduğu anlamına gelmektedir ve bu durum yağın kimyasal özelliklerini ve oksidatif kararlılığını da etkilemektedir. Oleojelasyon işlemi yağın fiziksel özelliklerini hidrojenasyon işlemine benzer şekilde değiştirmesine karşın, bu değişim yağın kimyasal yapısında meydana gelen bir değişim neticesinde gerçekleşmektedir. Ancak hidrojenasyon işleminde doymamış yağ asitlerinin hidrojen ile doyurulması ve dolayısıyla doymamış yağ asitlerinin kimyasal yapılarında meydana gelen bir değişim söz konusudur. Oleojelasyon işlemi sonucunda yağın doymuş/doymamış yağ asidi içeriğinde ve dolayısıyla iyot sayısında bir değişim gerçekleşmemektedir.

5. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİ

Gerçekleştiren tez çalışması kapsamında; kaplamalı tavuk üretimine yönelik yapılan derin yağda kızartma işlemlerinde %0.5, %1, %1.5 ve %2 karnauba vaks içeren oleojel kullanımı palm ve ayçiçek yağı ile karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda kaplamalı tavuk örneklerinin fizikokimyasal, tekstürel ve pişme özelliklerine, karnauba vaks içeren oleojel kullanılmasının etkileri belirlenmiştir. Aynı zamanda -18 °C’de 14 günlük depolama sürecinde örneklerin pH, renk ve TBARS değerlerindeki değişim incelenmiştir. Ayrıca derin yağda kızartma öncesi ve sonrasında kullanılan yağların serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve iyot sayısı değerlerindeki değişim belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan oleojeller ve içeriğinde bulunan karnauba vaks miktarına bağlı olarak pH değerlerinde değişimler olduğu belirlenmiştir. %1.5 ve %2 oranında karnauba vaks içeren oleojeller ile kızartılan örneklerin pH değeri en düşük seviyede tespit edilmiştir.

Kaplamalı tavuk örneklerinin renk analizi sonuçları değerlendirildiğinde oleojel kullanımının L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun özellikle tüketiciler tarafından arzu edilen kaplamalı ürün rengi üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

TBARS analizi sonuçlarına göre oleojel içerisindeki karnauba vaks miktarındaki artış tavuk örneklerinin lipit oksidasyonu değerinde azalmaya sebep olmuştur. Özellikle depolamanın son gününde %1.5 ve %2 oranında karnauba vaks içeren oleojel ile üretilen kaplamalı tavuk örnekleri tüm gruplar arasında en düşük TBARS değerine sahip olmuştur.

Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında oleojel kullanımı kül, protein ve nem içeriğinde önemli farklılığa sebep olmamıştır. Ancak ürünlerin yağ içeriklerinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. %1.5 ve %2 oranında karnauba vaks içeren oleojel ile üretilen kaplamalı tavuk örnekleri tüm gruplar arasında en düşük yağ içeriklerine sahip olmuştur. Benzer olarak sadece kaplama içeriklerinde gerçekleştirilen analizler de palm yağı kullanılan örneklerde nem içeriği en yüksek, %2 karnauba vaksı kullanılan örneklerde yağ içeriği en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Ayrıca palm yağı kullanılan örneklerin en fazla yağ çeken örnekler olduğu belirlenmiştir.

Tekstür analiz sonuçları, oleojellerin karnauba vaksı içeriğine bağlı olarak tekstürel kalite parametrelerinin değiştiğini göstermektedir. Özellikle vaks varlığının sertlik, çiğnenebilirlik, kohezivlik, sakızımsılık ve elastikiyet değerlerinde farklılığa yol açtığı belirlenmiştir.

Kızartma işleminde uygulanan yağların iyot sayısı değerlerinde farklılıklar oluşmamıştır, ancak serbest yağ asidi ve peroksit sayısı değerlerinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Karnauba vaksı miktarının artışı kızartma işlemi sonrasında serbest yağ asidi ve peroksit sayısının daha yüksek olmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, gerçekleştirilen çalışma fast food ürünleri arasında önemli bir yeri olan kaplamalı tavuk ürünlerinin özelliklerinin geliştirilmesi, fonksiyonel ve sağlıklı ürünlerin üretilmesi amacıyla oleojellerin kullanımının önemli bir alternatif olabileceğini göstermiştir. Çalışma sonuçları, gerçekleştirilecek optimizasyon çalışmaları ile daha etkin bir şekilde kaplamalı tavuk ürünlerinin yağ çekme oranının düşürülmesi, oksidasyon stabilitesinin arttırılması ve tekstürel gelişiminin sağlanmasında oleojellerin kullanılabilceğini göstermiştir.

Yapılan çalışma ile elde edilen veriler kullanılan oleojelin hazırlama yöntemi, formülasyonu ve kullanım oranının kaplamalı tavuk ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla oleojellerin hazırlanması ve uygulamaları üzerine yapılacak daha fazla çalışma ile kalite parametreleri bakımından geliştirilmiş daha kabul edilebilir kaplamalı tavuk ürünlerinin elde edilmesi sağlanabilir.



KAYNAKÇA

1. Berasategi, I., et al., Reduced-fat bologna sausages with improved lipid fraction. *J Sci Food Agric*, 2014. 94(4): p. 744-51.
2. F., J.n.C., Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 2000(56±66).
3. Ilgaz Ş., K.C., Fast food besinlerin sağlığa etkileri. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*, 2012: p. 40-43.
4. Öğrencilerin Okul Kantinlerindeki Tüketim Tercihleri Ve Kantinlerin Değerlendirilmesi. *Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı*, Ankara, 2008.
5. Bray, G.A., Can we reduce snack food intake? *Am J Clin Nutr*, 2009. 90(2): p. 251-2.
6. Yenioğlu Demiralp, Ş., E. Demirok Soncu, and N. Kolsarıcı, Oleojeller Ve Emülsifiye Et Ürünlerinde Kullanımı. *Gıda / the Journal of Food*, 2017. 42(5): p. 505-5013.
7. Parkash Kochhar, S. and C. Gertz, New theoretical and practical aspects of the frying process. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2004. 106(11): p. 722-727.
8. Lim, J., et al., Evaluation of soybean oil-carnauba wax oleogels as an alternative to high saturated fat frying media for instant fried noodles. *Lwt*, 2017. 84: p. 788-794.
9. Mensink, R.P., et al., Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr*, 2003. 77(5): p. 1146-55.
10. C., D., M.D. Klonoff, and FACP, Replacements for Trans Fats Will There Be an Oil Shortage? *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2007.
11. Demirkesen, İ., Farklı Mumlarla Oluşturulan Oleojellerin Reolojik ve Tekstürel Özellikleri. *Gıda / the Journal of Food*, 2017. 42(1).
12. Lupi, F.R., et al., Effect of organogelator and fat source on rheological properties of olive oil-based organogels. *Food Research International*, 2012. 46(1): p. 177-184.

13. Hughes, N.E., et al., Potential food applications of edible oil organogels. *Trends in Food Science & Technology*, 2009. 20(10): p. 470-480.
14. Kara, S., Karnauba Ve Balmumu Vaksları İle Hazırlanan Oleojellerin Dsc Ve Ft- Ir Spektroskopisi İle Karakterizasyonu. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programı, 2019.
15. Pérez-Monterroza, E.J., C.J. Márquez-Cardozo, and H.J. Ciro-Velásquez, Rheological behavior of avocado (*Persea americana* Mill, cv. Hass) oleogels considering the combined effect of structuring agents. *LWT - Food Science and Technology*, 2014. 59(2): p. 673-679.
16. Pieve, S., et al., Shear Nanostructuring of monoglyceride organogels. *Food Biophys.*, 2010.
17. Patel, A.R. and K. Dewettinck, Edible oil structuring: an overview and recent updates. *Food Funct*, 2016. 7(1): p. 20-9.
18. Akoh, C.C., *Food lipids : chemistry, nutrition, and biotechnology*. Fourth edition. ed. 2017, Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. xvii, 1029 pages.
19. Ghosh, M. and S. Bandyopadhyay, Studies on the crystal growth of rice bran wax in a hexane medium. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2005: p. 86(12), 1163.
20. Dassanayake, L.S.K., et al., Physical Properties of Rice Bran Wax in Bulk and Organogels. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2009. 86(12): p. 1163-1173.
21. Hwang, H.S., et al., Organogel Formation of Soybean Oil with Waxes. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2012. 89(4): p. 639-647.
22. Patel, A.R., et al., Shellac as a natural material to structure a liquid oil-based thermo reversible soft matter system. *Rsc Advances*, 2013. 3(16): p. 5324-5327.
23. Perneti, M., et al., Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 2007. 12(4-5): p. 221-231.
24. Rogers, M.A., Novel structuring strategies for unsaturated fats - Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. *Food Research International*, 2009. 42(7): p. 747-753.
25. Chopin-Doroteo, M., et al., The Effect of Shearing in the Thermo-mechanical Properties of Candelilla Wax and Candelilla Wax-Tripalmitin Organogels. *Food Biophysics*, 2011. 6(3): p. 359-376.

26. Patel, A.R. and K. Dewettinck, Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *Eur J Lipid Sci Technol*, 2015. 117(11): p. 1772-1781.
27. Ogutcu, M. and E. Yilmaz, Characterization of Hazelnut Oil Oleogels Prepared with Sunflower and Carnauba Waxes. *International Journal of Food Properties*, 2015. 18(8): p. 1741-1755.
28. Ogutcu, M. and E. Yilmaz, Comparison of the Pomegranate Seed Oil Organogels of Carnauba Wax and Monoglyceride. *Journal of Applied Polymer Science*, 2015. 132(4).
29. Wassell, P., et al., Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems - a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 2010. 45(4): p. 642-655.
30. Dassanayake, L.S.K., D.R. Kodali, and S. Ueno, Formation of oleogels based on edible lipid materials. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 2011. 16(5): p. 432-439.
31. Ojijo, N.K., et al., Effects of monoglyceride content, cooling rate and shear on the rheological properties of olive oil/monoglyceride gel networks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2004. 84(12): p. 1585-1593.
32. Perneti, M., et al., Structuring edible oil with lecithin and sorbitan tri-stearate. *Food Hydrocolloids*, 2007. 21(5-6): p. 855-861.
33. Tamura, T. and M. Ichikawa, Effect of lecithin on organogel formation of 12-hydroxystearic acid. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 1997. 74(5): p. 491-495.
34. Co, E.D. and A.G. Marangoni, Organogels: An Alternative Edible Oil-Structuring Method. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2012. 89(5): p. 749-780.
35. Alvarez-Mitre, F.M., J.F. Toro-Vazquez, and M. Moscota-Santillan, Shear rate and cooling modeling for. the study of candelilla wax organogels' rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 2013. 119(3): p. 611-618.
36. Sabale, V., P.M. Sabale, and C.L. Lakhotiya, Comparative Evaluation of Rice Bran Wax as an Ointment Base with Standard Base. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2009. 71(1): p. 77-79.
37. Scientific Opinion on the re-evaluation of carnauba wax (E 903) as a food additive. *EFSA Journal*, 2012. 10(10).

38. Kerr, R.M., et al., Crystallization Behavior of Anhydrous Milk Fat-Sunflower Oil Wax Blends. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011. 59(6): p. 2689-2695.
39. Tinto, W.F., T.O. Elufioye, and J. Roach, Waxes. *Pharmacognosy: Fundamentals, Applications and Strategies*, 2017: p. 443-455.
40. Laredo, T., S. Barbut, and A.G. Marangoni, Molecular interactions of polymer oleogelation. *Soft Matter*, 2011. 7(6): p. 2734-2743.
41. Patel, A., et al., Stabilisation and controlled release of silibinin from pH responsive shellac colloidal particles. *Soft Matter*, 2011. 7(18): p. 8549-8555.
42. Wei, X.Q., et al., Structure and properties of moisture-resistant konjac glucomannan films coated with shellac/stearic acid coating. *Carbohydrate Polymers*, 2015. 118: p. 119-125.
43. Chen, S., et al., Fabrication and characterization of binary composite nanoparticles between zein and shellac by anti-solvent co-precipitation. *Food and Bioproducts Processing*, 2018. 107: p. 88-96.
44. Patel, A.R. and K. Dewettinck, Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2015. 117(11): p. 1772-1781.
45. Freitas, C.A., et al., Carnauba wax p-methoxycinnamic diesters: Characterisation, antioxidant activity and simulated gastrointestinal digestion followed by in vitro bioaccessibility. *Food Chem*, 2016. 196: p. 1293-300.
46. Milanovic, J., et al., Microencapsulation of Flavors in Carnauba Wax. *Sensors*, 2010. 10(1): p. 901-912.
47. Ogutcu, M. and E. Yılmaz, Preparation Of Edible Oleogels And Evaluation Of Their Food Product Usabilities. . Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Doctoral Dissertation in Food Engineering, 2014: p. 299.
48. Hwang, H.-S., et al., Organogel Formation of Soybean Oil with Waxes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2011. 89(4): p. 639-647.
49. Herrero, A.M., et al., Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. *Food Chemistry*, 2012. 135(1): p. 133-139.

50. Selani, M.M., et al., Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 2016. 112: p. 69-76.
51. Saldana, E., et al., Influence of animal fat substitution by vegetal fat on Mortadella-type products formulated with different hydrocolloids. *Scientia Agricola*, 2015. 72(6): p. 495-503.
52. Lakmali Samuditha K. Dassanayake, Dharma R. Kodali, and S.U. a, Formation of oleogels based on edible lipid materials. 2011.
53. Shiota, K., et al., Sensory Evaluation of Beef Patties and Sausages Containing Lipids with Various Component Fatty-Acids. *Meat Science*, 1995. 40(3): p. 363-371.
54. Gomez-Estaca, J., et al., The effect of household storage and cooking practices on quality attributes of pork burgers formulated with PUFA- and curcumin-loaded oleogels as healthy fat substitutes. Institute of Food Science, Technology and Nutrition (CSIC), José Antonio Novais 10, 28040, Madrid, Spain, 2020.
55. Oh, I., et al., Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties. *Food Res Int*, 2019. 122: p. 566-572.
56. Aliasl khiabani, A., Tabibiazar, M., Roufegarinejad, L., Hamishehkar, H., Alizadeh, A., Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: A new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. Department of Food Science and Technology, , 2020.
57. Pérez-Álvarez, J., A., Roldán-Verdú, A., Martínez-Mayoral A., Sayas-Barberá E., Navarro-Rodríguez de Vera C., Viuda-Martos M., Fernández-Lopez, J., Chia Oleogel as a Potential New Ingredient for Healthy Cooked Meat Sausages. *Proceedings 2021*, 70, 76., https://doi.org/10.3390/foods_2020-07701, 2021.
58. Wolfer, T.L., et al., Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Sci*, 2018. 145: p. 352-362.
59. Franco, D., et al., Strategy towards Replacing Pork Backfat with a Linseed Oleogel in Frankfurter Sausages and its Evaluation on Physicochemical, Nutritional, and Sensory Characteristics. *Foods*, 2019. 8(9).
60. Tokis, A.V., et al., Diagnosis and arthroscopic treatment of primary synovial chondromatosis of the shoulder. *Arthroscopy*, 2007. 23(9): p. 1023 e1-5.

61. Ozer, O. and S. Celegen, 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. Nevşehir Hacı Bektaş Veli University Graduate School Of Natural And Applied Sciences, 2019.
62. Moghtadaei, M., N. Soltanizadeh, and S.A.H. Goli, Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Res Int*, 2018. 108: p. 368-377.
63. Gokce, R., et al., Effects of Different Batter Formulation on Some Quality Characteristics of Deep-Fat Fried Chicken Nuggets. *Journal of Agricultural Sciences-Tarim Bilimleri Dergisi*, 2016. 22(3): p. 331-338.
64. Albert, A., et al., Influence of Outer Layer Formulation on the Sensory Properties of Microwaved Breaded Nuggets. 2014: p. 17:4, 829-841.
65. Ngadi, M.O., K.C. Watts, and L.R. Correia, Finite element method modelling of moisture transfer in chicken drum during deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 1997. 32(1): p. 11-20.
66. Krokida, M.K., V. Oreopoulou, and Z.B. Maroulis, Water loss and oil uptake as a function of frying time. *Journal of Food Engineering*, 2000. 44(1): p. 39-46.
67. Debnath, S., K.K. Bhat, and N.K. Rastogi, Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology*, 2003. 36(1): p. 91-98.
68. Budzaki, S. and B. Seruga, Determination of convective heat transfer coefficient during frying of potato dough. *Journal of Food Engineering*, 2005. 66(3): p. 307-314.
69. Pedreschi, F. and P. Moyano, Oil uptake and texture development in fried potato slices. *Journal of Food Engineering*, 2005. 70(4): p. 557-563.
70. Ramirez, M.R. and R. Cava, Changes in colour, lipid oxidation and fatty acid composition of pork loin chops as affected by the type of culinary frying fat. *Lwt-Food Science and Technology*, 2005. 38(7): p. 726-734.
71. Mellema, M., Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2003. 14(9): p. 364-373.
72. Tangduangdee, C., S. Bhumiratana, and S. Tia, The role of moisture movement and crust thermal property on heat and mass transfer process during deep-fat

- frying. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 2004. 31(1): p. 73-84.
73. Akgün, A., The Sensory, Physical, Chemical and Microbiological Characteristics of Chicken Meatballs Coated Using Different Coating Formulations. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, 2006.
 74. Kumar, A.J., et al., Kinetics of colour and texture changes in Gulabjamun balls during deep-fat frying. *Lwt-Food Science and Technology*, 2006. 39(7): p. 827-833.
 75. Altunakar, B., S. Sahin, and G. Sumnu, Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 2004. 218(4): p. 318-322.
 76. Sanz, T., A. Salvador, and S.M. Fiszman, Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters - Application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloids*, 2004. 18(1): p. 127-131.
 77. Gennadios, A., M.A. Hanna, and L.B. Kurth, Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 1997. 30(4): p. 337-350.
 78. Sahin, A., İ., Gökce, R., Effect Of Wheat Germ Addition To Coating Material On Some Quality Properties Of Various Coated Chicken Products. Pamukkale University Institute Of Science Food Engineering, Denizli, December, 2019.
 79. Lee, S., P.K.W. Ng, and J.F. Steffe, Effects of controlled mixing on the rheological properties of deep-fat frying batters at different percent solids. *Journal of Food Process Engineering*, 2002. 25(5): p. 381-394.
 80. Frederix, S.A., C.M. Courtin, and J.A. Delcour, Influence of process parameters on yield and composition of gluten fractions obtained in a laboratory scale dough batter procedure. *Journal of Cereal Science*, 2004. 39(1): p. 29-36.
 81. Sahin, İ.A., Bazı Kaplamalı Tavuk Ürünlerinde Kaplama Materyaline İlave Edilen Farklı Oranlardaki Rüseymin Ürün Kalitesine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019.
 82. Kerimoglu, B. and M. Serdaroglu, A Study on the Use of Pumpkin Powder Instead of Wheat Flour in Chicken Nugget Formulations. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri*

- Dergisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova, İzmir, 2020: p. 7(3): 555–565.
83. Das, R., D.P. Pawar, and V.K. Modi, Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. *J Food Sci Technol*, 2013. 50(2): p. 284-92.
 84. Celik, G. and Y. Sahan, Determination Of Process Contaminants In Deep Oil Frying. Bursa Uludag University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Food Engineerin, 2020.
 85. Guneser, B.A., E. Yılmaz, and E.K. Uslu, Sunflower Oil-Beeswax Oleogels Are Promising Frying Medium for Potato Strips. *European Journal of Lipid Science and Technology*. , 2021.
 86. Izadi, S., et al., Production of low-fat shrimps by using hydrocolloid coatings. *J Food Sci Technol*, 2015. 52(9): p. 6037-42.
 87. Ananey-Obiri, D., L. Matthews, and R. Tahergorabi, Chicken processing by-product: A source of protein for fat uptake reduction in deep-fried chicken. Food and Nutritional Sciences Program, North Carolina Agricultural and Technical State University, Greensboro, NC, USA, 2020.
 88. Yılmaz, İ. and B. Yılmaz, Kaplamalı Tavuk Eti Ürünlerinin (Nugget, Schnitzel, Cordon Bleu) Fiziksel, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. NKUBAP.00.24.YL.14.13, 2017.
 89. Rhee, K.S., S.E. Housson, and Y.A. Ziprin, Enhancement of Frying Oil Stability by a Natural Antioxidative Ingredient in the Coating System of Fried Meat Nuggets. *Journal of Food Science*, 1992. 57(3): p. 789-791.
 90. Ngadi, M., Y.S. Li, and S. Oluka, Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenatation. *Lwt-Food Science and Technology*, 2007. 40(10): p. 1784-1791.
 91. Park, J.M. and J.M. Kim, Monitoring of Used Frying Oils and Frying Times for Frying Chicken Nuggets Using Peroxide Value and Acid Value. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 2016. 36(5): p. 612-616.
 92. Ahmad, S.N.S., et al., Selection of Vegetable Oils and Frying Cycles Influencing Acrylamide Formation in the Intermittently Fried Beef Nuggets. *Foods*, 2021. 10(2).

93. Torquato, A.S., et al., Palm olein and partially hydrogenated soybean oil used in industrial pre-frying of chicken nuggets: Chemical and sensory characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021. 45(2).
94. Enriquez-Fernandez, B.E., L.A.D.Y. Yanez, and M.E. Sosa-Morales, Comparison of the stability of palm olein and a palm olein/canola oil blend during deep-fat frying of chicken nuggets and French fries. *International Journal of Food Science and Technology*, 2011. 46(6): p. 1231-1237.
95. Chouliara, E., et al., Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 C. 2007. 24(6): p. 607-617.
96. Pedreschi, F., et al., Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Research International*, 2005. 38(1): p. 1-9.
97. AOAC, Official Methods of Analysis 19 ed. 2010, Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists
98. Gökalp, H.Y., Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. 1993.
99. Kilinceker, O., The Behaviour of Some Vegetable-Based Materials Used as Edible Coating on Chicken Nuggets. *Food Technology and Biotechnology*, 2011. 49(2): p. 237-243.
100. Kilic, B. and M.P. Richards, Lipid oxidation in poultry doner kebab: Pro-oxidative and anti-oxidative factors. *Journal of Food Science*, 2003. 68(2): p. 686-689.
101. Sales, J. and J. Horbanczuk, Ratite meat. *Worlds Poultry Science Journal*, 1998. 54(1): p. 59-67.
102. Yılmaz, B. and İ. Yılmaz, Kaplamalı Tavuk Eti Ürünlerinin (Nugget, Schnitzel, Cordon Bleu) Fiziksel, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. NKUBAP.00.24.YL.14.13, 2017.
103. Surmei E., U.M., Studies on freshness of refrigerated poultry meat. . *Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară*, 2012: p. 115-120. .
104. Erge, A., Cin, K., Seker, E., The use of plum and apple juice at chicken meat marination. *Gida The Journal Of Food E-ISSN 1309-6273, ISSN 1300-3070*, 43 (6): 1040-1052 doi: 10.15237/gida.GD18063, 2018.

105. Perez-Alvarez, J.A., et al., Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Research International*, 1999. 32(9): p. 599-607.
106. Taskiran, M. and K. Candogan, The Effect Of Microwave Oven Cooking On The Proteins Of Chicken Meat. Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Food Engineering, 2018.
107. Soyer, A., Et Teknolojisi Dersi.
108. İskender, H., Y. Kanbay, And E. Özcelik, Artvin Çoruh Üniversitesi Öğrencilerinin Tavuk Eti TüketimTercihleri. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.* <http://www.fusabil.org>, 2015: p. 2015; 29 (1): 09 - 13.
109. Savas, A., E. Oz, and F. Oz, Is oven bag really advantageous in terms of heterocyclic aromatic amines and bisphenol-A? Chicken meat perspective. *Food Chemistry*, 2021. 355.
110. Vittadini, E., et al., The effect of different convection cooking methods on the instrumental quality and yield of pork Longissimus dorsi. *Meat Science*, 2005. 69(4): p. 749-756.
111. Hwang, K.E., et al., Effect of Ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) on Oxidative Stability of Deep Fried Chicken Nuggets. *Food Science and Biotechnology*, 2011. 20(5): p. 1381-1388.
112. Verma, S.P. and J. Sahoo, Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. *Meat Science*, 2000. 56(4): p. 403-413.
113. Ananey-Obiri, D., L. Matthews, and R. Tahergorabi, Chicken processing by-product: A source of protein for fat uptake reduction in deep-fried chicken. *Food Hydrocolloids*, 2020. 101.
114. Guliyeva, F. and S. Turhan, Evaluation Of Lipid Oxidation And Color Stability Of Meatballs Produced By Using Pennyroyal (*Mentha Pulegium* L.) During Cold Storage. Ondokuz Mayıs University Institute of Graduate Studies Department of Food Engineering, 92, Samsun, 2020., 2020.
115. Cao, Y., et al., A Comparative Study of Physicochemical and Flavor Characteristics of Chicken Nuggets during Air Frying and Deep Frying. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2020. 97(8): p. 901-913.

116. Baixauli, R., et al., Effect of the addition of dextrin or dried egg on the rheological and textural properties of batters for fried foods. *Food Hydrocolloids*, 2003. 17(3): p. 305-310.
117. Pedreschi, F. and P. Moyano, Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *Lwt-Food Science and Technology*, 2005. 38(6): p. 599-604.
118. Krokida, M.K., et al., Deep fat frying of potato strips - Quality issues. *Drying Technology*, 2001. 19(5): p. 879-935.
119. Krokida, M.K., et al., Colour changes during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, 2001. 48(3): p. 219-225.
120. Kilinceker, O. and M.T. Yilmaz, Effects of Different Gums on the Some Properties of Fried Beef Patties. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 2016. 8(2): p. 63-70.
121. Matthäus, B., et al., Oleogels as alternatives for frying fats and oils. 2020. 31(7): p. 22-26.
122. Yuan, X., L., Stability of wax-based oleogel as novel frying medium of par-fried french fries. Bachelor of Technology (B.Tech) in the field of Food Technology, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia, 2020.
123. El-Anany AM, Ali RFM, and E. AMM, Nutritional and quality characteristics of chicken nuggets incorporated with different levels of frozen white cauliflower. *J Food Sci* 32:45–59, 2020.
124. Mallikarjunan P, et al., Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. *LWT- Food Science and Technology* 1997;30:709–714., 1997.
125. Dana, D. and I.S. Saguy, Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. *Adv Colloid Interface Sci*, 2006. 128-130: p. 267-72.
126. Ziaifar, A.M., et al., Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology*, 2008. 43(8): p. 1410-1423.
127. Thanatuksorn, P., et al., Effect of surface roughness on post-frying oil absorption in wheat flour and water food model. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2005. 85(15): p. 2574-2580.
128. Nishinari, K. and Y. Fang, Perception and measurement of food texture: Solid foods. *J Texture Stud*, 2018. 49(2): p. 160-201.

129. Li, P., et al., Applying sensory and instrumental techniques to evaluate the texture of French fries from fast food restaurant. *J Texture Stud*, 2020. 51(3): p. 521-531.
130. Lim, J., H.S. Hwang, and S. Lee, Oil-structuring characterization of natural waxes in canola oil oleogels: rheological, thermal, and oxidative properties. *Applied Biological Chemistry*, 2017. 60(1): p. 17-22.
131. Yilmaz, E., M. Ogutcu, and N. Arifoglu, Assessment of Thermal and Textural Characteristics and Consumer Preferences of Lemon and Strawberry Flavored Fish Oil Organogels. *Journal of Oleo Science*, 2015. 64(10): p. 1049-1056.
132. Yilmaz, E., M. Ogutcu, and Y.K. Yuceer, Physical Properties, Volatiles Compositions and Sensory Descriptions of the Aromatized Hazelnut Oil-Wax Organogels. *Journal of Food Science*, 2015. 80(9): p. S2035-S2044.
133. Jouki, M. and N. Khazaei, Effects of active batter coatings enriched by quince seed gum and carvacrol microcapsules on oil uptake and quality loss of nugget during frying. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 2021.
134. Ogutcu, M., N. Arifoglu, and E. Yilmaz, Storage stability of cod liver oil organogels formed with beeswax and carnauba wax. *International Journal of Food Science and Technology*, 2015. 50(2): p. 404-412.
135. Yi, B., et al., Physicochemical properties and oxidative stability of oleogels made of carnauba wax with canola oil or beeswax with grapeseed oil. *Food Sci Biotechnol*, 2017. 26(1): p. 79-87.
136. Hosseini, H., et al., A Review on Frying: Procedure, Fat, Deterioration Progress and Health Hazards. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 2016. 93(4): p. 445-466.
137. Codex, Codex Standard for Named Vegetable Oils. Codex Stan, 210, Codex Alimentarius Commission, Rome, Italy, 1999.