

**ATMOSFERİK VE BASINÇLI KIZARTMANIN HİNDİ
NUGGETLARININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ
İLE KIZARTMA YAĞI KALİTESİNE ETKİSİ**

Hatice KAPLAN

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ
2020
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATMOSFERİK VE BASINÇLI KIZARTMANIN HİNDİ
NUGGETLARININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE
KIZARTMA YAĞI KALİTESİNE ETKİSİ**

Hatice KAPLAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2020**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**ATMOSFERİK VE BASINÇLI KIZARTMANIN HİNDİ NUGGETLARININ
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE KIZARTMA YAĞI KALİTESİNE ETKİSİ**

Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ danışmanlığında, Hatice KAPLAN tarafından hazırlanan bu çalışma 31/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Mükerrem KAYA

İmza

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ

İmza

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Kübra ÇINAR TOPÇU

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **07.02**/2020 tarih ve **06**.../...**59**... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATMOSFERİK VE BASINÇLI KIZARTMANIN HİNDİ NUGGETLARININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE KIZARTMA YAĞI KALİTESİNE ETKİSİ

Hatice KAPLAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ

Araştırmada atmosferik ve basınçlı kızartmanın hindi nuggetlarının bazı kalite özellikleri ile kızartma yağı kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hindi nuggetları iki farklı yağ çeşidi (ayçiçek ve fındık yağı) kullanılarak atmosferik ve basınçlı koşullarda derin yağda kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Kızarmış nugget örnekleri pH, % nem, TBARS (tiyobarbutirik asit reaktif substans) ve renk (iç ve dış kesit yüzeyi) yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca nugget örnekleri enstrümental tekstür özellikleri açısından da test edilmiştir. Kızartma yağının kalitesini belirlemek için ise kızartma işleminden sonra serbest yağ asidi miktarı, peroksit sayısı ve toplam polar madde miktarı analizlerine tabi tutulmuştur. Hindi nuggetlarda basınçlı kızartma TBARS değerini düşürürken ayçiçek yağı bu değeri artırmıştır ($P<0,05$). Nugget örneklerinde nem değeri ise hem kızartma yönteminden hem de yağ çeşidinden etkilenmiştir ($P<0,01$). pH değeri ise yağ çeşidi faktöründen etkilenmiştir ($P<0,05$). Basınçlı kızartma nugget örneklerinin dış kesit yüzeyine ait L^* ve b^* değerlerini artırmıştır. Benzer şekilde basınçlı kızartma dış kesit yüzey a^* değerini de düşürmüştür ($P<0,05$). Diğer taraftan fındık yağı iç kesit yüzeyinde L^* değerini artırırken, dış kesit yüzeyinde düşürmüştür ($P<0,05$). Nugget örneklerinde basınçlı kızartma işlemi sertlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırırken ($P<0,05$), yapışkanlık, esneklik ve kohesivlik üzerinde kızartma yönteminin önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Fındık yağı kullanımı ise esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde artışa neden olmuştur ($P<0,05$). Yağ çeşidinin kızartma yağının serbest yağ asidi, peroksit değeri ve toplam polar madde miktarı üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın kızartma yöntemi, serbest yağ asidi miktarı üzerinde önemli etki ($P<0,05$) göstermiştir. Kızartma yağının toplam polar madde miktarı ise sadece yağ çeşidinden etkilenmiştir ($P<0,01$).

2020, 71 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nugget, kızartma, basınçlı kızartma, TPA, renk

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF ATMOSPHERIC AND PRESSURE FRYING ON QUALITY PROPERTIES OF TURKEY NUGGETS AND FRYING OIL QUALITY

Hatice KAPLAN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ

In the study, it was aimed to determine the effects of atmospheric and pressure frying on some quality characteristics of turkey nuggets and frying oil quality. For this purpose, turkey nuggets have been subjected to deep frying in atmospheric and pressure conditions using two different types of oil (Sunflower and hazelnut oil). Fried nugget samples were analyzed in terms of pH, % moisture, TBARS and color (internal and external surface). In addition, nugget samples were tested for instrumental texture properties. In order to determine the quality of frying oil, free fatty acid amount, peroxide number and total polar material amount were analyzed after frying. Pressure frying in turkey nuggets lowers the TBARS value while sunflower oil increased this value ($P<0,05$). The moisture value of nugget samples was affected by both frying method and oil type ($P<0,01$). The pH value was affected by the oil type factor ($P<0,05$). The pressure frying increased L^* and b^* values of the external surface of the nugget samples. Similarly, pressure frying also reduced the external surface a^* value ($P<0,05$). On the other hand, hazelnut oil increased the L^* value on the internal surface and decreased it on the external surface ($P<0,05$). While pressure frying process increased hardness, springiness, gumminess and chewiness values in the nugget samples ($P<0,05$), the frying method had no significant effect on adhesiveness, resilience and cohesiveness ($P>0,05$). The use of sunflower oil, on the other hand, caused an increase in resilience, cohesiveness, springiness and chewiness values ($P<0,05$). It has been determined that frying oil type has a very important ($P<0,01$) effect on free fatty acid, peroxide value and total polar material amount. In contrast, the frying method had a significant effect ($P<0,05$) on the amount of free fatty acid. The total amount of polar material of frying oil was only affected by the type of oil ($P<0,01$).

2019, 72 pages

Keywords: Nugget, frying, pressure frying, TPA, color

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında yürütülmesinde ve sonuçların değerlendirilmesinde hoşgörü ve sevgisiyle bilgi ve tecrübelerini aktaran, Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ'a minnettarlığımı bildirir, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında yine bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Mükerrerem KAYA, Sayın Hocam Prof. Dr. Güzin KABAN ve Sayın Hocam Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarımnda bana yardımcı olan Zehra DORU, Mevra AVCI, Elif Şeyda KONDEL ve Zerrin POLAT 'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her anımda yanımda olanbeni asla yalnız bırakmayan kıymetli aileme destek ve sabırlarından dolayı çok teşekkür ediyorum.

Hatice KAPLAN

Ocak 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	8
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1.Materyal.....	17
3.1.1.Et ve yağ.....	17
3.1.2.Katkı maddeleri	17
3.2. Metot	17
3.2.1. Deneme planı.....	17
3.2.2. Nugget üretimi.....	18
3.2.3. Nugget analizleri	20
3.2.3.a. pH değerinin belirlenmesi	20
3.2.3.b. Nem içeriği analizi	20
3.2.3.c. Tiyoobarbitirik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesi.....	20
3.2.3.d. Renk analizi.....	21
3.2.3.e. Tekstür profil analizi (TPA)	21
3.2.4. Yağ analizleri	22
3.2.4.a. Serbest yağ asidi	22
3.2.4.b. Peroksit sayısı tayini.....	22
3.2.4.c. Toplam polar madde miktarı	23
3.2.5. İstatistikî Analizler	23
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Nugget Analizleri	24
4.1.1. pH.....	24

4.1.2. Nem	26
4.1.3. TBARS	30
4.1.4. Renk değerleri	33
4.1.5. Tekstür profil analiz sonuçları.....	41
4.2. Yağ Analizleri	54
4.2.1. Serbest yağ asidi.....	54
4.2.2.Peroksit sayısı.....	57
4.2.3.Toplam polar madde miktarı	60
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
aw	Su aktivitesi
dak	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
KPa	Kilopascal
meq	Miließdeğer
ml	Mililitre
TBARS	Tiyobarbutirik asit reaktif substans
TPM	Toplam polar madde
W	Watt
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Hindi nugget örneklerinin % nem değeri üzerine kızartma yöntemi × yağ çeşidi interaksyonunun etkisi	30
Şekil 4.2. Hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinin L^* değeri üzerine kızartma işlemi × yağ çeşidi interaksyonunun etkisi.....	40
Şekil 4.3. Hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinin a^* değeri üzerine kızartma işlemi × yağ çeşidi interaksyonunun etkisi.....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme planı	18
Çizelge 3.2. Kızartma İşleminde Uygulanan Koşullar	19
Çizelge 4.1. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerleri	24
Çizelge 4.2. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.3. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	26
Çizelge 4.4. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerleri (%)	27
Çizelge 4.5. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.6. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	29
Çizelge 4.7. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$).....	31
Çizelge 4.8. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	32

Çizelge 4.9. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	33
Çizelge 4.10. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri	34
Çizelge 4.11. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.12. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	36
Çizelge 4.13. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri.....	37
Çizelge 4.14. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyindeki L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.15. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	39
Çizelge 4.16. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin tekstür değerleri	42
Çizelge 4.17. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analiz sonuçları	45

Çizelge 4.18. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değeri (N) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	46
Çizelge 4.19. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin yapışkanlık değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları ...	47
Çizelge 4.20. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin yapışkanlık değerlerine (mJ) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47
Çizelge 4.21. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.22. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin esneklik değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	48
Çizelge 4.23. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.24. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.25. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin elastikiyet değerlerine (mm) ait varyans analiz sonuçları....	51
Çizelge 4.26. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin elastikiyet değerlerinin (mm) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	51

Çizelge 4.27. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sakızımsılık değerlerine (N) ait varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.28. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sakızımsılık değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	52
Çizelge 4.29. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.30. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin çiğnenebilirlik (mJ) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	54
Çizelge 4.31. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi değerleri (% oleik asit)	55
Çizelge 4.32. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi(% oleik asit) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.33. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi (% oleik asit) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	57
Çizelge 4.34. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit sayısı değerleri (meq O ₂ /kg)	58
Çizelge 4.35. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget	

örneklerinin peroksit değerlerine (meq O ₂ /kg) ait varyans analiz sonuçları	59
Çizelge 4.36. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit değerlerine (meq O ₂ /kg) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	60
Çizelge 4.37. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerleri (%)	61
Çizelge 4.38. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	62
Çizelge 4.39. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerine (%) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	63

1. GİRİŞ

Kızartma evsel ve endüstriyel ölçekte yaygın olarak kullanılan bir pişirme yöntemi olup, en eski ve pratik bir gıda işleme tekniğidir (Adedeji *et al.*2009). Kızartılmış gıdalar renk, lezzet ve tekstür gibi duyuşal özelliklerinden dolayı tüketici tercihlerinde önemli rol oynamaktadır (Dobarganes *et al.* 2000). Genellikle gıdaya farklı duyuşal özellikler kazandırmak amacıyla uygulanan kızartma işlemi ayrıca sıcaklığın etkisiyle enzim ve mikroorganizma inaktivasyonuna neden olarak koruyucu etki de göstermektedir (Fellows 2009).

Pişirme yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan kızartma işlemi farklı şekillerde yapılabilmektedir. Tavada yağsız kızartma ve derin yağda kızartma olmak üzere genellikle iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Derin yağda kızartma genellikle gıdanın 165-190 °C gibi yüksek sıcaklıklardaki yağa daldırılması suretiyle gerçekleştirilen bir dehidrasyon ve pişirme işlemidir. Derin yağda kızartma işleminde gıda ile yağ arasındaki kompleks etkileşimlerin bir sonucu olarak eş zamanlı ısı kütle transferi gerçekleşmektedir. Nişastalı ürünlerde, su ve suda çözünür maddeler gıdadan uzaklaşırken, yağ da gıda içerisine nüfuz etmektedir (Ziaifar *et al.* 2008).

Kızartma işlemi sırasında yağ sıcaklığı, ürünün nem içeriği ve kompozisyonu, yapısı ve pişirme süresi gibi faktörlere bağlı olarak pek çok fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir (Moreira 2007). Kızartmada nem kaybı, yüzeyde koyu renk oluşumu, tekstürel değişim, lezzet ve aroma maddelerinin gelişimi gıdalarda meydana gelen önemli değişikliklerdir. Burada en önemli değişikliklerden birisi koyu veya koyu kahverengi yüzey rengi oluşumu ve kızartılmış ürünün lezzetinde etkili olan Maillard reaksiyonudur. Buna karşın yağda hidroliz, otoksidasyon, oksidatif ve termal polimerizasyon gibi kimyasal reaksiyonların yanısıra yağ renginin koyulaşması gibi değişiklikler de söz konusudur (Shahidi 2005).

Hidroliz, oksidasyon, ve polimerizasyon gibi reaksiyonlar neticesinde yağ ve son ürün kalitesini olumlu veya olumsuz yönde etkileyen sekonder ürünler oluşmaktadır (Nor *et*

al. 2008). Hidrolizde trigliseridler olarak da bilinen triaçilgliseroller su mevcudiyetinde parçalanarak serbest yağ asitleri ve diaçilgliserollere dönüşmektedir. Kızartma işlemi sırasında gerçekleşen diğer önemli bir reaksiyon ise otooksidasyondur. Okside yağ asitleri kızartılmış gıdalarda lezzet gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Kızartılmış gıda aromasının önemli bir etkisi olan bileşikler laktonlar ile bazı aldehitlerdir. Bu bileşiklerin çoğu linoleik asit kaynaklıdır. Diğer taraftan kızartma yağlarında termal ve oksidatif polimerler olmak üzere iki farklı polimer oluşumu da söz konusudur (Shahidi 2005; Zhang *et al.* 2015).

Kızartma işlemi sırasında yanlış uygulamalar, aynı yağın defalarca kullanımı, ortaya çıkan toksik bileşikler ve bozulma ürünleri yağın ve gıdanın tat ve kokusunda istenmeyen değişimlere neden olurken aynı zamanda raf ömrünü de kısaltmaktadır (Bhattacharya *et al.* 2008; Paul *et al.* 1997; Saka *et al.* 2002).

Derin yağda kızartma işleminde arzu edilen veya edilmeyen lezzet bileşikleri oluşmaktadır. Aynı zamanda kızartılmış gıdanın lezzet stabilitesi ve kalitesi ile renk ve tekstürel özelliklerinin yanısıra besinsel öğelerinde de değişimler söz konusu olmaktadır. Kızartma yağında yaygın olarak görülen hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon sonucu uçucu ve uçucu olmayan bileşikler oluşmaktadır. Uçucu bileşiklerin çoğu, atmosferik koşullarda kızartma işleminde sıcaklığın etkisiyle buharlaşmakta, geri kalan uçucu bileşikler ise ileri kimyasal reaksiyonlara dahil olmakta ve kızartılmış gıdaya absorbe olmaktadır. Yağdaki uçucu olmayan bileşikler ise yağın ve kızartılmış gıdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bu bileşikler depolama sırasında kızartılmış gıdanın lezzet stabilitesi ve kalitesi ile tekstürünü de etkilemektedir. Derin yağda kızartma yağın doymamış yağ asidi oranını düşürürken, köpürme, renk, yoğunluk, spesifik ısıyı ve ayrıca serbest yağ asidi, polar madde ve polimerik bileşiklerin içeriklerini ise artırmaktadır. Bu kimyasal reaksiyonlarda oksijenin varlığı oksidasyona, gıdada var olan nem hidrolize, oksijen ile yüksek sıcaklık ise termal değişime sebep olmaktadır (Choe and Min 2007; Saguy and Dana 2003). Hidroliz reaksiyonu sonucunda serbest yağ asidi, mono-, diaçilgliserol ve gliserol oluşmaktadır. Hidrolize göre daha hızlı gerçekleşen oksidasyon reaksiyonları sonucunda ise yağda sırasıyla hidroperoksitler,

aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler, alkanlar ve alkenler oluşmaktadır. Bu reaksiyon sonucu oluşan ransit tat, gıdanın duyuşal kalitesini düşürmekte ve aynı zamanda oluşan okside ürünler sağığı olumsuz yönde etkilemektedir (Man and Jaswir 2000; Nor *et al.* 2008; Jaswir *et al.* 2000).

Kızartma işleminde sırasında gerçekleşen reaksiyonlarda sıcaklık ve süre, kızartma yağı çeşit ve kalitesi, kızartılacak ürünün özellikleri, antioksidanlar, ürün/yağ oranı ve kızartma ekipmanının özellikleri oldukça etkilidir (Choe and Min 2007; Sanchez-Gimeno *et al.* 2008; Sugay and Dana 2003). Kızartma işleminde kullanılan yağ, iyi bir ısı transfer aracı olmasının yanı sıra, kızartılan ürüne kazandırdığı renk, tekstür ve lezzet özellikleri açısından büyük önem arz etmektedir (Shahidi 2005). Bundan dolayı kızartma yağının, serbest yağ asidi ve polar madde içeriğinin düşük, sürekli kullanım sırasında yüksek kırıma direncine sahip olması gerektiğı belirtilmektedir (Debnath *et al.* 2012). ‘Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliğı’ne göre yağ sıcaklığının en fazla 180°C, polar madde miktarının en fazla %25, serbest yağ asidi miktarının ise en fazla %2,5 olması gerekmektedir (Anonim 2012). Kızartma işleminde genellikle palm, mısır, pamuk, soya ve ayçiçek yağı kullanılmaktadır. Bununla birlikte linolenik yağ asidi içeriğı düşük olan zeytinyağı gibi yağların da kızartma işleminde kullanılabileceğı belirtilmektedir (Sanchez-Gimeno *et al.* 2008).

Kızartma yağlarının seçiminde ürün lezzeti, tekstürü ve görünüşü, ağızda bıraktığı his ve tat, ürünün raf ömrü, yağın bulunabilirliğı ve maliyeti ile beslenme gereksinimleri önemli faktörlerdir. Bununla birlikte tüketici açısından renk, aroma ve görünüş ilk üç sırada yer almaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra kızartılmış gıdalarda tüketici için tekstür, ağızda bıraktığı his ve tat da önemli parametrelerdir. Diğer taraftan ürünün raf ömrü hem kalite hem de ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Ayrıca yağın kalitesi ve lezzet stabilitesi ürünün depolama sırasındaki lezzetini de önemli ölçüde etkilemektedir. Belirtilen bu hususlardan dolayı kızartma yağlarının doymuş yağ oranı ve linolenik asit içeriğinin düşük, oksidatif ve lezzet stabilitesinin yüksek, hidrojene edilmiş yağ (trans yağ içermeyen) içermemesi gerektiğı belirtilmektedir (Kayahan 2002; Shahidi 2005; Stevenson *et al.* 1984).

Kızartma yağlarının seçiminde yağ asidi kompozisyonu önemli bir faktördür. Farklı yağ asidi kompozisyonuna sahip yağların kızartmada kullanılabilirliğine yönelik pek çok araştırma bulunmaktadır (Aladedunye and Przybylski 2009; Aladedunye and Przybylski 2014; Depnath *et al.* 2012; Przybylski *et al.* 2013). Bu araştırmalarda kızartma yağı olarak soya, pamuk, ayçiçeği ve mısır yağı ön plana çıkmaktadır. Kızartma yağının doymamışlık derecesi yağın bozulmasını etkileyen önemli bir faktördür. Hidroliz, kısa ve doymamış yağ asitlerini içeren yağlarda uzun ve doymuş yağ asitlerini içeren yağlara göre daha yüksek oranda görülmektedir. Kısa ve doymamış yağ asitleri uzun ve doymuş yağ asitlerine göre suda daha kolay çözünebilmekte ve hidroliz için gerekli suya daha kolay erişilebilmektedir (Nawar 1969). Kısmi hidrojene edilmiş yağlar termooksidatif parçalanmaya daha dirençli olup daha uzun kızartma ömrüne sahiptir. Diğer taraftan interesterifikasyon gibi yöntemler kullanılarak modifiye yağ asitleri ve diğer bileşenleri içeren yeni nesil kızartma yağları (daha düşük linolenik asit içeren)da geliştirilmiştir. Yeni nesil kızartma yağları, yağ asidi bileşiminden dolayı kızartmada daha etkin bir şekilde kullanılabilir (Przybylski *et al.* 2013). Yağlarda kızartma esnasında oluşan polimerizasyon sonucu oluşan dimer ve polimerler ise yağ tipine, sıcaklığa ve kızartma sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Linoleik asit içeriği yüksek olan yağlar oleik asit içeriği yüksek olan yağlara göre daha kolay polimerize olmaktadır (Choe and Min 2007).

Yağlar, kimyasal yapıları nedeniyle sıcaklık, ışık, oksijen, metal iyonları ve enzim faaliyeti gibi faktörler sonucunda kimyasal değişikliklere uğrayabilmektedirler. Özellikle bileşiminde doymamış yağ asitlerini bulunduran yağlar bu değişikliklere karşı daha hassastır. Ayrıca etkili bir diğer faktör de doymamışlığın derecesidir. Tekli doymamış yağ asitlerini içeren yağlar, çoklu doymamış yağ asidi içeren yağlara göre daha dayanıklıdır. Yüksek oranda linoleik ve linolenik asit içeren mısır ve ayçiçek gibi yağlar, yüksek oranda oleik asit içeren zeytinyağına göre daha az stabildir (Renner and Oysun 1984). Zeytinyağı gibi yüksek orandaki oleik asit içeren fındık yağı, tokoferol, flavonoidler ve steroller gibi antioksidan bileşikler içermesinden dolayı son yıllarda dikkat çeken önemli bir bitkisel yağ çeşididir. Bu yağ çeşidi genellikle pişirme, kızartma ve salata yağı olarak kullanılmaktadır (Alasalvar *et al.* 2003; Bacchetta *et al.* 2013;

Karabulut *et al.* 2005). Fındık yağının oleik asit içeriği % 85,0-88,1; linoleik asit içeriği %2,93-9,1; palmitik asit % 3,00-10,0 ve stearik asit % 1,0-1,6 arasında değişmektedir (Kayahan 2003). Yüksek orandaki linoleik asit içeriği (%60-70) ile karakterize edilen ayçiçek yağı da gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan diğer bir yağ çeşididir. Bu yağ çeşidinin diğer bir önemli özelliği ise yağda çözünür vitaminleri yüksek oranda içermesidir. Ayçiçek yağı fındık ve zeytinyağından daha az oranda oleik, daha yüksek oranda ise linoleik yağ asidi içermektedir. Bu yağ çeşidinin linoleik, oleik, palmitik ve stearik asit içerikleri sırasıyla % 51,5-73,5; % 14,7-36,7; % 5,2-7,2 ve % 2,0-6,5 arasında değişmektedir. Ayçiçek yağının diğer bir önemli özelliği ise toksik herhangi bir madde içermemesidir. Ayrıca çoklu doymamış yağ asitleri nedeniyle diyetle önemli bir esansiyel yağ asidi kaynağı olarak da değerlendirilmektedir (Kayahan 2003; Nas *et al.* 2003; Salunkhe *et al.* 1992). Mevcut bu çalışmada kızartma işleminde farklı yağ asidi kompozisyonuna sahip yağlar (ayçiçek ve fındık) kullanılarak işlemin bu yağ çeşitlerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Hazır yemek sanayinin ve “fast food” hızlı yemek sektörünün yaygınlaşması aynı zamanda işlem hızlılığı ve ürünün lezzetli olması birçok gıda maddesinin farklı pişirme yöntemleriyle tüketiciye sunulmasına sebep olmuştur. Bu yöntemler içerisinde derin yağda kızartma işlemi çok sayıda ürün grubunun hazırlanmasında kullanılan bir yöntem olması açısından önem arz etmektedir. Bu ürünler arasında patates, mısır cipsi, deniz ürünleri, nugget ve köfte gibi kanatlı ve kırmızı et ürünleri yer almaktadır (Gaduraju *et al.* 2015; Lawson 1995). Kanatlı et ve ürünlerine cazip fiyat, elde edilebilme kolaylığı ve hızlı hazırlanabilme gibi özelliklerden dolayı tüm dünyada hızla artan bir talep söz konusudur. Özellikle işlenmiş kanatlı et ürünleri kar oranlarının yüksek olması sebebiyle üreticiler tarafından, ürün çeşitliliğinin fazla olması sebebiyle de tüketiciler tarafından oldukça tercih edilmektedir. Bu ürünlerin içerisinde kaplamalı ürünler önemli yer tutmaktadır (Fiszman *et al.* 2010). Kaplamalı kanatlı ürünler içerisinde en çok tercih edilen piliç nugget olarak adlandırılan kanatlı et ürünleridir. Nuggetlar dış kaplama olarak ilk önce nişasta, buğday, mısır unu ve yumurta bulunan sıvı bir kaplamaya daha sonra ise genellikle tercih edilen galeta unu gibi kuru bir kaplama ile bulanarak elde edilen bir et ürünüdür (Albert *et al.* 2009; Altunakar *et al.* 2004; Fiszman and Salvador 2003;

Suderman 1983). Tavuk nuggetların pişirilmesinde en yaygın kullanılan metot kızartma işlemidir (Nurkhuzaiah *et al.* 2015). Kanatlı et üretiminde etlik piliç üretiminden sonra ikinci sırayı hindi eti almaktadır. Hindi etinin tavuk eti ve ürünlerine alternatif olmasında son yıllardaki kentleşme ve nüfus artışının yanısıra yeni tüketim alışkanlıkları da önemli ölçüde etkili olmuştur (Özer ve Özbey 2013). Bununla birlikte hindi eti kullanılarak üretilen nugget ile ilgili bir araştırmaya literatürde rastlanılmamıştır.

Kızartma işlemi genel olarak derin yağda ve temaslı (sığ) kızartma işlemi olarak iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Temaslı kızartma işleminde ısıtıcı yüzey ile ürün arasında ince bir yağ tabakası bulunmaktadır. Gıdanın tek bir yüzeyinin yağ ile temas etmesi nedeniyle homojen bir kızartma gerçekleşmemektedir. Derin kızartma işleminde ise gıda yüzeyi yağ tarafından tamamıyla temas ettiğinden her noktada ısı transferi eşit olup kızartma tek düze olmaktadır. Arzulanan renk tekstür ve lezzet özellikleri açısından derin kızartma temaslı kızartma yöntemine göre daha çok tercih edilmektedir (Devseren vd. 2016).

Derin yağda kızartma işlemi genellikle atmosferik koşullarda gerçekleştirilen bir pişirme işlemidir. Kızartılmış ürünlerin yüksek yağ içermesi, obezite, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok sağlık probleminde önemli risk faktörü olarak ön plana çıkmaktadır (Ananey-Obiri *et al.* 2018; Yılmaz ve Aydeniz 2011). Bu problemler atmosferik kızartmaya alternatif bir kızartma yöntem gerekliliğini ortaya koymaktadır. Derin yağda kızartma işlemi atmosferik, düşük (vakum) veya yüksek basınç koşullarında uygulanabilmektedir. 165-190°C gibi sıcaklıklarda gerçekleştirilen atmosferik koşullardaki kızartmada, üründe arzu edilen renk ve tekstür oluşmaktadır. Bu yöntem genellikle patates kızartması, mısır cipsleri, tatlı çörek, tempura ve balık kızartmada kullanılmaktadır (Yamsaengsung and Moreira 2002). Ancak bu yöntemde özellikle sebzeler ve bazı et ürünlerinde yüksek sıcaklığın ürüne verdiği zarardan dolayı basınç altında (düşük ya da yüksek) kızartma işleminin uygulanabilirliğine yönelik çalışmalar da son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Düşük basınç ya da vakum kızartma olarak bilinen yöntem, (<6,65 kPa) altındaki basınçlarda özellikle meyve ve sebzeler gibi hassas ürünlerde ürün yapısına zarar vermeden yaklaşık 90°C gibi sıcaklıklarda atmosferik kızartmadaki özelliklere benzer ürünler üretilmektedir. Yüksek basınçlı kızartma

işlemi ise yaklaşık 184 kPa basınç altında uygulanan bir yöntem olup genellikle kemikli piliç ürünlerinde kullanılmaktadır. Bu işlemde yüksek basıncın etkisiyle et hem nemli ve pişmiş hem de uygun çıtırılıkta olmaktadır (Ballard and Mallikarjunan 2006; Moreira 2014). Ürünlerden doğal olarak çıkan buhar kullanılarak yeterli basınç sağlanarak gerçekleştirilen yüksek basınçlı kızartmada, tüketici tarafından arzu edilen özellikler oluşmaktadır (Mohan and Delaney 1995). Bununla birlikte yüksek basınçlı kızartma işlemi ile ilgili araştırmalar sınırlı sayıda ürün üzerinde yürütüldüğünden bu yöntem henüz endüstride geniş bir kullanım alanı bulamamıştır. Diğer taraftan basıncın oluşumunda sorumlu olan ürün/yağ oranının çok iyi ayarlanması gerekmektedir (Innawong *et al.* 2006). Basınçlı kızartma işleminde, basınç artışına bağlı olarak pişirme süresi düşmekte ve atmosferik kızartmaya göre daha sulu, yumuşak, yağ emilimi düşük ve daha iyi tekstüre sahip olan ürünler üretilebilmektedir (Ballard and Mallikarjunan 2006; Das *et al.* 2013; Innawong *et al.* 2006). Ayrıca bu yöntemde atmosferik kızartma işlemine göre yağın özelliklerinde daha az değişim olduğu belirtilmektedir (Innawong *et al.* 2006).

Kanatlı et ürünleri içerisinde en yaygın tüketilen kanatlı ürünü olan nugget üretiminde farklı yağ çeşitlerinin etkilerine yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır (Przybyski *et al.* 2013). Bu araştırmalarda genellikle kızartma yağı olarak ayçiçek, mısır, kanola, soya gibi yağlar kullanılmıştır. Fındık yağının nugget kızartma işleminde kullanımına yönelik bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Diğer taraftan yöntem olarak genellikle atmosferik kızartma yöntemi kullanılmıştır. Basınçlı kızartma yönteminin araştırıldığı çalışma sayısı oldukça azdır (Ballard and Mallikarjunan 2006; Erdogdu ve Dejmek 2010; Innawong *et al.* 2006). Mevcut bu araştırmada iki farklı kızartma yöntemi (atmosferik ve basınçlı kızartma) ve iki farklı yağ çeşidinin (ayçiçek ve fındık) hindi eti kullanılarak üretilen nuggetların bazı fizikokimyasal (pH, nem, renk, TBARS) ve enstrümental tekstür (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, esneklik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik) özellikleri ile kızartma yağının bazı kalite özelliklerine (peroksit, serbest yağ asidi ve polar madde miktarı) etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tavuk nugget üretiminde mikrodalga ön pişirme işleminin derin yağda kızartma süresince ürünün kütle transferi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, yağ emilimi açısından en fazla azalmanın ön pişirme (6,7 W/g) ve 170°C'de kızartma kombinasyonunda görüldüğü, çekirdek nem içeriğinin ön pişirme ve kızartma sırasında az da olsa azaldığı, ön pişirme işlemine tabi tutulmuş tavuk nugget örneklerde yağ emiliminin kızartma sıcaklığı ve ön pişirme işleminden etkilendiği ve mikrodalga ön pişirme işleminin uygulanan tüm sıcaklıklarda tavuk nugget örneklerinin yağ emiliminde azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir (Adedeji *et al.* 2009).

Vakum kızartma ile üretilen havuç atıştırmalıklarında ön işlem olarak uygulanan yüksek basınçlı işleme veya dondurma teknolojilerinin ürünün duyusal, fizikokimyasal ve antioksidan parametrelerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yüksek basınç ve dondurma ön işlemlerinin ürün üzerinde önemli etki gösterdiği, uygulanan ön işlemler ile ürünün fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesinin korunduğu, ön muamele işlemleri uygulanarak üretilen örneklerin kontrol grubu örneklerle kıyasla daha gevrek olduğu ve dondurma ön işleminin örneklerin sertlik değeri ile yağ emilimini önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir. Ayrıca ön işlem uygulamalarının besin ve duyusal özelliklerin geliştirilmesi açısından önemli olduğu da bildirilmiştir (Albertos *et al.* 2016).

Akar (2016) tarafından, farklı yağların (solvent ekstrakte kanola yağı, oleik asit içeriği yüksek ayçiçek yağı ve soğuk preslenmiş kanola yağı) oksidatif stabilitesini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, her bir yağ çeşidi 5 gün boyunca ard arda 180°C'de kızartma işlemine tabi tutulmuş ve örnekler oksidatif stabilite indeksi, peroksit sayısı, serbest yağ asidi miktarı, toplam digliserid miktarı, yağ asidi bileşimi ve polar madde yönünden analiz edilmiştir. Analizler sonucunda yağ çeşitlerinde her kızartma işleminden sonra serbest yağ asitliğinde artış görüldüğü, yüksek oleik asit içeriğine sahip ayçiçek yağının serbest yağ asitliğinin kızartma işlemi sonrasında başlangıç değerine kıyasla yaklaşık 4 kat arttığı, solvent ekstrakte kanola ve soğuk preslenmiş kanola yağlarında ise serbest yağ asitliğinin başlangıç değerine kıyasla sırasıyla %80, %86 oranında artış

gösterdiği, yüksek oleik asit içerikli ayçiçek yağının peroksit değerinin 5 günlük kızartma sonunda 8,57 meq O₂/kg değerine ulaştığı, solvent ekstrakte kanola ve soğuk preslenmiş kanola yağlarında ise kızartma işlemi sonunda peroksit değerinin sırasıyla 3,94 meq O₂/kg 5,23 meq O₂/kg seviyelerinde olduğu, incelenen üç farklı kızartma yağından oksidatif ve hidrolitik stabilitesi ve total yağ kalitesi açısından solvent ekstrakte kanola yağının en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir.

Bıldırcın (%75) ve piliç eti (%25) kullanılarak üretilen nugget örneklerinin depolama stabilitesini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, 4°C ve -18°C’de depolanan örneklerin kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda örneklerin su, yağ ve protein içeriklerinin sırasıyla %55,97; %8,84; %16,17 ve %2,08 olduğu, linoleik (%21,55), linolenik (%21,78) ve palmitik (%19,18) yağ asitlerinin yağ asidi kompozisyonunda major yağ asitlerini oluşturduğu, depolama boyunca bıldırcın nugget örneklerinde lipit oksidasyonunun göstergesi olan TBA (Tiyobarbütirik asit) değerindeki önemli bir artışın olmadığı, depolama sırasında a_w değerinde düşüşlerin gerçekleştiği, a_w değerinde hem kontrol grubu hem de karışım örnek gruplarında her iki depolama koşulunda önemli bir değişim gözlenmediği, hem -4 C’de hem de -18°C’de depolanan nugget örneklerinde tekstür parametreleri açısından farklılıkların tespit edildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak da bıldırcın nuggetların fizikokimyasal, tekstürel ve duysal özellikler açısından piliç nugget örneklerine benzer sonuçlar verdiği vurgulanmıştır (Gülüm vd. 2019).

Ballard and Mallikarjunan (2006) tarafından yapılan çalışmada, 2 farklı kaplama materyali (metilselüloz ve peynir altı suyu protein izolatu) denenmiş ve pişirme işleminde azot gazı veya buhar gazı basınç kaynağı olarak kullanılmıştır. Kızartma işleminin ürünün nem ve yağ içerikleri ile gevreklik, sululuk ve renk özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu araştırmada, kalite özelliklerinin hem kaplama materyali hem de basınç kaynağından önemli ölçüde etkilendiği, azot gazı kullanılarak kızartılan tavuk nugget örneklerinin buharla kızartılmış örneklere göre, metilselüloz ile kaplanan örneklerin ise peynir altı suyu protein izolatu kullanılarak kaplanan örneklere göre gevreklik açısından

daha iyi sonuçlar verdiği ve metilselüloz- azot gazı kombinasyonunun gevrekliğin korunmasında en etkili yöntem olduğu rapor edilmiştir.

Ayçiçek yağı, zeytinyağı ve ayçiçeği/zeytinyağı karışımının kızartma yağı olarak kullanıldığı bir çalışmada, polar madde ve triaçilgliserol oligomer içerikleri açısından zeytinyağı ve ayçiçek yağı arasında önemli farklılıkların olduğu, zeytinyağında 32,2, ayçiçek yağında 22,5 ve karışım yağda 27,5 kez kızartma işleminden sonra polar madde içeriğinin 25 değerini aştığı, yağların triaçilgliserol oligomer içeriğindeki değişim açısından sınır değer olan %10 dikkate alındığında, zeytinyağı, ayçiçek yağı ve karışım yağının sırasıyla 25; 15; 17,7 kez kızartma işleminden sonra kullanılmaması gerektiği, zeytinyağının ayçiçek yağından daha iyi kalite özellikleri sergilediği ve karışım yağının ise hem kızartma ömrü hem de fiyat avantajı açısından alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Bastida and Sanchez-Muniz 2002).

Soya unu (%5) ve pirinç ununun (%5) kaplama materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada, derin yağda 180°C'de 3, 6, 9 ve 12 dakikalık süre ile kızartılan tavuk nugget örnekleri nem ve yağ içerikleri ile tekstür ve renk değerleri açısından incelenmiştir. Araştırmada hamur vizkozitesinin kaplama ile üretilen örneklerde kontrol grubu örneklerle kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği, ürün formülasyonuna dahil edilen soya ununun gevreklik ve renk parametreleri açısından önemli bir bileşen olduğu, hem soya unu hem de pirinç unu ilave edilerek hazırlanan örneklerin kontrol grubu örneklerle göre daha az yağ emilimine sebep olduğu belirtilmiştir (Doğan *et al.* 2005).

Kanola yağı kullanılarak kızartılan patateslerin ısı transfer katsayısı üzerine farklı basınçlarda (atmosferik ve basınçlı) yapılan kızartma işleminin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 2 bar basınç uygulaması ile kızartılan örneklerde atmosferik basınç uygulaması ile kızartılan örneklerle kıyasla ısı transfer katsayısının yaklaşık iki katına çıktığı ve basınçlı kızartmadaki ısı transfer katsayısının daha net ortaya konulabilmesi için basınçlı kızartmanın sıcaklık dağılımının doğru bir şekilde belirlenmesine ihtiyaç duyulduğu rapor edilmiştir (Erdogdu ve Dejmek 2010).

Giuffre *et al.* (2017) tarafından yürütülen araştırmada, sıcaklık ve süre kombinasyonlarının zeytinyağının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda zeytinyağının serbest asitlik, kırıma indisi, sıcaklık ve süreden önemli ölçüde etkilendiği, asit ve serbest yağ asidi değerleri ile stearik asit, miristik asit ve araşidonik asit içeriklerinin uygulanan değişkenlerin hiçbirinden önemli derecede etkilendiği, yüksek sıcaklık uygulaması, ısıtma süresi ve bu iki faktörün kombinasyonunun sızma zeytinyağının fizikokimyasal parametrelerini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Ancak aynı araştırmada sızma zeytin yağında sadece serbest asitlik ve asit değeri parametreleri ile miristik asit, stearik asit ve araşidonik asit içeriklerinin uygulanan değişkenlerin hiçbirinden önemli ölçüde etkilendiği, sızma zeytinyağının 240 °C’de 2 saatlik süre sonunda kalitatif özelliklerini kaybettiği ve sızma zeytinyağında belirlenen serbest asitlik ve peroksit değerlerinin maksimum değerlerin altında olduğu bildirilmiştir.

Azot gazının basınç kaynağı olarak tavuk nugget kızartma işleminde kullanımının örneklerin çeşitli kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, geleneksel basınçlı kızartma ile kıyaslandığında azot gazı uygulaması ile kızartılan ürünlerin daha yüksek oranda nem tuttuğu ve daha yumuşak bir ürün elde edildiği, tekstür ve sululuk açısından benzer ya da daha iyi sonuçların elde edildiği, kızartma işlemi sırasında basınç artışına paralel olarak kabuk yağı içeriğinin önemli ölçüde azaldığı, kızartma sıcaklığındaki artışla birlikte ürünün kabuk renginin önemli ölçüde koyulaştığı, azot gazı kullanılarak kızartılan örneklerin buharla kızartılan örneklerle göre daha koyu bir renge sahip olduğu, yağ sıcaklığı arttıkça ısı transferi oranının artmasına bağlı olarak örneklerin sertlik değerinde artışların gözlemlendiği rapor edilmiştir (Innawong *et al.* 2006).

Ngadi *et al.* (2007) farklı hidrojenasyon oranlarına sahip (%0, %20, %40, %60, %80 ve %100) kanola yağları ile kızartılarak üretilen tavuk nugget örneklerinin farklı kızartma sürelerindeki (30, 60, 90, 120, 180 240 ve 300 s) kalitatif özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak yürüttükleri çalışmalarında, kızartma süresindeki artışa paralel olarak ürünün L* değerinin azaldığını, a* ve b* değerinin arttığı, kızartma süresindeki artışla birlikte ürünün yağ içeriğinde artış ve nem içeriğinde ise azalma olduğunu, düşük

hidrojenasyon derecelerine (% 0-60) sahip yağda kızartılan örneklerin, yüksek hidrojenasyon derecelerine sahip yağda kızartılan örneklerle göre daha iyi tekstürel özellikler gösterdiğini ve hidrojenasyon derecesindeki artışa bağlı olarak örneklerin daha düşük nem değerleri verdiğini rapor etmişlerdir.

Derin yağda kızartılan tavuk nugget üretiminde mikrodalga ön işleminin ürünün kütle transferine etkisinin incelendiği bir araştırmada, ön muamele işlem süresinin artması ile örneklerin kızartma sonrasında nem içeriğinde azalma olduğu, tavuk nugget örneklerinin kaplama ve çekirdek tabakasındaki nem içeriğinin, uygulanan ön işlem ve kızartma süresindeki artışa paralel olarak azaldığı, mikrodalga ön işlem uygulanan örneklerde hem kaplama hem de çekirdek tabakasındaki yağ içeriğinin ön işlem uygulanmadan kızartılan örneklerle kıyasla belirgin ölçüde azaldığı ve genel olarak mikrodalga ön işlem uygulaması ile kızartma süresinin artmasının ürünün nem ve yağ içeriklerinde azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Ngadi *et al.* 2009)

Kaplamalı tavuk nugget üretiminde vakum kızartma işleminin ürünün kalitatif özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, atmosferik kızartma uygulaması ile vakum kızartma uygulaması sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda vakumla kızartılmış örneklerde atmosferik kızartılmış örneklerle göre daha fazla su kaybının görüldüğü, vakumla kızartma işleminde kızartma süresinin etkisiyle L^* değerinde azalma olduğu, kızartma sıcaklığı ve süresindeki artışa paralel olarak örneklerin a^* ve b^* değerlerinde artışların görüldüğü ve vakum kızartmada uygulanan sıcaklıkların (130, 140 ve 150°C) atmosferik kızartma sıcaklığına (165°C) göre daha düşük olması nedeniyle Maillard reaksiyonunun daha yavaş gerçekleştiği rapor edilmiştir. Araştırmada sonuç olarak vakumla kızartma işlemi ile hazırlanan nugget örneklerinin atmosferik kızartma ile hazırlanan örneklerle göre duyuusal açıdan önemli bir farklılık göstermediği ve bundan dolayı bu yöntemin atmosferik kızartmaya alternatif olabileceği kanaatine varılmıştır (Teruel *et al.* 2014)

Li *et al.* (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, restoranlarda farklı gıda maddelerinin farklı yağlar ile kızartılması sırasında toplam polar madde miktarındaki değişimler

incelenmiştir. Analizler neticesinde toplam polar madde miktarındaki değişimin % 24, %25 ve %27 oranlarında olduğu, kızartılmış gıda ve yağ çeşidinin kızartma yağının bileşimini önemli ölçüde etkilediği, yağ çeşidi faktörünün gıda çeşidine göre etkin rol oynadığı, trigliserit oligomer, trigliserit dimer, oksidize trigliserit monomer, digliserit ve serbest yağ asidi olmak üzere beş farklı polar bileşik grubunun tespit edildiği, bu bileşikler içerisinde en yüksek oranları trigliserit dimer ve digliseritin, en düşük oranı ise serbest yağ asitlerinin verdiği, toplam polar madde miktarının % 24- 27'ye ulaşması durumunda kızartma yağında en büyük risk olarak kabul edilen oksidize trigliserit monomer içeriğinin % 4,6 ile % 4,8 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Kızartma işleminde ışık ve ortam sıcaklığının yağın asit ve peroksit sayısına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; rafine ayçiçek yağında tekrarlı olarak patates kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. İncelenen örneklerde asit miktarında farklı ortamlarda saklanan yağ numunelerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı, sadece asitliğin kızartmada yağdaki kalite kaybının bir göstergesi olarak kullanılamayacağı ve birinci kızartma sonucunda tüm yağ örneklerinde 9 meq O₂/kg yağ üzerine çıkan peroksit sayısının peroksit bileşiklerinin parçalanması neticesinde 4 kızartma işleminden sonra düştüğü rapor edilmiştir (Ranned and Oysun 1984).

Mısır, ayçiçek, soya ve fındık yağlarının termal yöntemlerle oksidatif kararlılığını belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, fındık yağının en kararlı yağ çeşidi olduğu ve bu yağ çeşidini sırasıyla mısır, soya ve ayçiçek yağının takip ettiği, DSC (differensiyel taramalı kalorimetre) metodunun güvenilir, süre avantajına sahip, küçük örnek miktarlarında çalışma imkanı sunan, toksik kimyasalların kullanılmadığı bir yöntem olması nedeniyle oksidatif kararlılık belirleme çalışmalarında farklı bir yöntem olarak kullanılabileceği ortaya koyulmuştur (Şimşek ve Serindağ 2008).

Tüketime hazır gıda üreten işyerlerinde kullanılan kızartma yağlarının kalitesini değerlendirmek amacıyla yürütülen bir çalışmada, örnekler toplam polar madde, serbest yağ asidi, peroksit sayısı, viskozite, kırılma indisi, renk ve bulanıklık parametreleri açısından incelenmiş ve örneklerin genel olarak kalite kriterlerine uygun olduğu

bildirilmiştir. Bununla birlikte üç örneğin polar madde miktarının %25 sınırını aştığı, örneklerin serbest yağ asidi ve peroksit değerleri ortalamasının sırasıyla %2,09 ve 12,74 meq O₂/kg olarak tespit edildiği, renk ve bulanıklık ölçümlerinin ise oldukça değişiklik gösterdiği vurgulanmıştır (Yılmaz ve Aydeniz 2011).

Derin yağda kızartma et, balık ve kanatlı gibi et ürünlerinin de dahil olduğu pek çok gıdanın hazırlanmasında kullanılan en eski ve en yaygın termal proses tekniklerindendir . Bunun yanısıra basınçlı kızartmada pişirme süresini hızlandırmasından dolayı et, balık ve kanatlı ürünlerinin kızartılmasında kullanılan diğer bir yöntemdir. Bu yöntemde etin sıcaklık ile muamesinin az olması nedeniyle daha fazla su tutulmakta ve arzu edilen gevreklikte bir ürün elde edilmektedir. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada marine edilmiş piliç but ve göğüs etleri marinasyon işleminden sonra buğday ve mısır unları ile ön jelatinizasyon işlemine tabi tutulmuş pirinç unu ve baharat da içeren bir karışım ile muamele edildikten sonra geleneksel yöntem (atmosferik kızartma) ile basınçlı kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Örneklerin fizikokimyasal analizleri sonucunda kızartma sırasında büzülme derecesinin hem piliç göğüs etlerinde hem de piliç but etlerinde basınçlı pişirmede geleneksel yöntemle göre daha az gerçekleştiği, aynı şekilde basınçlı pişirmenin sululuk açısından her iki örnek grubunda da daha iyi sonuçlar verdiği, yine her iki ürün grubunda basınçlı pişirilmiş örneklerde yağ içeriğinin daha düşük olduğu, basınçlı kızartma işleminde lipid oksidasyonunun göstergesi olan TBA değerinin daha düşük sonuçlar gösterdiği ve tekstürel parametrelerden kesme kuvveti testinde geleneksel yöntemde basınçlı yöntemle göre daha yüksek değerler belirlendiği ve bu test açısından but ve göğüs örnekleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak ise basınçlı kızartmanın daha kullanışlı olduğu ve bazı özellikler açısından daha iyi sonuçlar verdiği de bildirilmiştir (Das *et al.* 2013).

Kızartma yağlarının kimyasal kompozisyonu ile fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri kızartma prosesinde önemli etkiye sahiptir. Kızartma işleminde palm, mısır, pamuk, soya, zeytinyağı ve ayçiçek yağı gibi yağlar kullanılmaktadır (Aladedunye and Przybylski 2009; Aladedunye and Przybylski 2014; Depnath *et al.* 2012; Przybylski *et al.* 2013). Kızartmada iki farklı yağ çeşidinin (Bajo Aragon sızma zeytinyağı ve yüksek oleik asit

içeren ayçiçek yağı) kızartma yağı olarak kullanıldığı bir çalışmada geçirgenlik spektrumu, viskozite, polar madde ve renk değişimleri incelenmiştir. Analizler sonucunda her iki yağ tipinde de kızartma sıklığı arttıkça polar madde miktarının arttığı ancak bu artışın yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağında daha fazla olduğu, zeytinyağının kızartma işleminden sonra geçirgenlik spektrum sonuçlarına göre sadece karotenoid ve klorofil ile ilgili piklerin kaybolması değil aynı zamanda oluşan klorofilin transformasyonunun da söz konusu olduğu, yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağının spekturumunda bir değişiklik olmadığı, kızartma işleminden sonra L* değeri zeytinyağında artarken ayçiçek yağında azaldığı, b* değeri açısından yapılan değerlendirmede ise her iki yağ çeşidinde kızartmadan sonra daha yeşil ve sarı rengin ortaya çıktığı, kızartma sırasında her iki yağın viskozitesinin kızartma sıklığına bağlı olarak linear bir artış göstermediği rapor edilmiştir. Ayrıca zeytinyağının benzer oleik asit miktarı göstermesine rağmen oksidasyona daha stabil olduğu ve her iki yağ çeşidi arasında bazı fiziksel farklılıkların söz konusu olduğu da vurgulanmıştır (Sanchez-Gimeno *et al.* 2008).

Derin yağda kızartılmış piliç nugget üretiminde kaplama materyalinde farklı nişasta tiplerinin (yüksek amilozlu nişasta, mısır, wax mısır ve prejelatinize edilmiş tapyoka) kullanımının kalite karakteristikleri (tekstür, nem ve yağ içeriği, kaplama materyalinin tutunabilirliği, pişirme verimi, hacim ve porozite) üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kızartma yağı olarak ayçiçek yağı kızartma materyali olarak ise piliç göğüs eti kullanılmıştır. Araştırmada nişasta içermeyen kaplama karışımı ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiş ve örnekler 180°C'de 3, 6, 9 ve 12 dak. süreyle kızartma işlemine tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda pişirme süresi arttıkça piliç nuggetlerin gevreklik ve yağ içeriğinin arttığı, buna karşın nem içeriğinin düştüğü, kaplama formülasyonuna nişasta ilavesinin kızartmanın son aşamasında ürünün gevrekliğini artırdığını, en yüksek porozite ve yağ içeriğinin mısır nişastasını kullanımı durumunda ortaya çıktığını, prejelatinize tapyoka nişastasının en düşük yağ oranı ve en yüksek nem, kaplama materyali tutunabilirliği ve hacim değerlerini verdiği bildirilmiştir (Altunakar *et al.* 2004).

Derin yağda kızartma, kızartma yağlarındaki oksidatif değişimlerin en önemli nedeni olan oksijenin mevcudiyetinde gerçekleşmektedir. Bu tip kızartma ile ürüne kızartılmış gıda

lezzeti, altın sarısı renk ve gevrek bir doku kazandırmaktadır. Bununla birlikte yüksek sıcaklık, hava ve nem mevcudiyetinden dolayı hem yağın hem de kızartılmış gıdanın duyuşsal ve besinsel özellikleri üzerinde etkisi olan pek çok kimyasal ve fiziksel değişiklikler söz konusu olmaktadır. Kızartma sırasında kızartma ile kızartılan gıda arasında yoğun bir kütle transferi vuku bulmaktadır. Böylelikle yağda mevcut bazı parçalanma ürünleri gıdaya geçmektedir. Yağın termooksidatif parçalanması sonucunda ortaya çıkan bileşikler sağlığı olumsuz yönde etkilerken, uçucu bileşikler pişirmeyi olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle kızartma sırasında oksijen varlığını amaçlayan alternatif yaklaşımların yağın oksidatif bozulmasının önlenmesinde iyi bir yol olacağı bildirilmiştir (Aladedunye and Przbylski 2009). Bu kapsamda karbondioksit ile muamele ve vakum kızartma işlemlerinin kanola yağının kızartmaya uygunluğunu belirlemeye yönelik bir çalışmada, toplam polar bileşik, anisidin değeri ve renk maddelerinin oluşumuna yönelik analizler uygulanmış ve yağ asidi kompozisyonundaki ve tokoferollerdeki değişimler belirlenmiştir. Standart kızartma koşullarına göre karbondioksit altında gerçekleştirilen kızartma işleminde toplam polar bileşiklerde %54, vakum koşullarda ise %76 oranında bir redüksiyon söz konusu olduğu, benzer sonuçların anisidin değerinde gözlemlendiği, kızartma işleminin sonunda doymamış yağ asidi içeriğindeki redüksiyonun karbondioksit, vakum ve standart pişirme yöntemlerinde sırasıyla %3.8, %1.9 ve %12.7 olduğu, vakum kızartmada tokoferol parçalanma oranının karbondioksit ve özellikle standart kızartma yöntemine göre çok daha yavaş olduğu rapor edilmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Et ve yağ

Araştırmada kullanılan hindi eti (but eti ızgara tava ve hindi göğüs eti) ulusal bir market zincirinden temin edilmiş ve $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 1 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Nugget hazırlanması için etler kıyma makinasının 3 mm'lik aynasından geçirilerek kıyma haline getirilmiştir. Kullanılan kızartma yağları ayçiçek yağı ve fındık yağı da Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

3.1.2. Katkı maddeleri

Araştırmada kullanılan baharat (sarımsak tozu, toz acı biber, toz tatlı biber, karabiber, zencefil) Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Galeta unu, buğday unu, tuz, soğan ve dış kaplamada kullanılan ekmek ve yumurta da yine Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan askorbik asit ise İstanbul piyasasından sağlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Araştırmada kızartma için iki farklı yağ çeşidi (ayçiçek yağı ve fındık yağı) kullanılmış ve iki farklı kızartma yöntemi (atmosferik kızartma ve basınçlı kızartma) uygulanmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Deneme planı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme planı

Yağ	Kızartma yöntemi	Blok
Atmosferik Kızartma	Ayçiçek Yağı	1
		2
	Fındık Yağı	1
		2
Basıncılı Kızartma	Ayçiçek Yağı	1
		2
	Fındık yağı	1
		2

3.2.2. Nugget üretimi

Nugget üretiminde her bir tekerrür için 1650 g göğüs eti, 600 g but eti kullanılmıştır. Her bir kg nugget hamuru için ise 135 g su, 60 g galeta unu, 25 g buğday unu, 17 g baharat 10 g soğan (12 g tuz, 2 g toz tatlı biber, 1 g toz acı biber, 1 g karabiber, 1 g zencefil) ve 3 g askorbik asit kullanılmıştır. Hamur iyice yoğurulduktan sonra 1 saat süreyle $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir. Bu işlemi müteakiben nugget kalıpları (6×3×3) kullanılarak nugget hamurlarına şekil verilmiş ve hazırlanan nuggetlar $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat süreyle bekletilmiştir. Dış kaplama için yumurta akına daldırılan nuggetlar ekmek kırıntıları ile muamele edildikten sonra -18°C 'de kızartma anına kadar muhafaza edilmiştir. Kızartma işleminden önce nuggetlar oda sıcaklığında 2-3 dak. bekletilmiştir. Kızartma işlemi derin yağda atmosferik koşullarda 180°C 'de 2.5 dak. veya basınçlı kızartma için 160°C 'de 3.5 dak. süreyle kızartma makinasında (MARKFRY 1014 PD) gerçekleştirilmiştir. Kızartma koşulları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Kızartılan nuggetlar oda sıcaklığında soğutulduktan sonra nem, pH, renk (iç ve dış renk), tiyobarbitirik asit reaktif maddeler (TBARS) ve tekstür profil analizi (TPA) için numuneler alınmıştır. Yağ analizleri (serbest yağ asidi, peroksit sayısı ve toplam polar madde miktarı) için de kızartma işleminden numune alınmıştır.

Çizelge 3.2. Kızartma İşleminde Uygulanan Koşullar

İşlemler	Koşullar
Kızartma Makinesi	MARKFRY 1014 PD tipi kızartma cihazı (sepet+kapak)
Kızartma Yöntemi	Atmosfer/Basınç koşullarında derin yağda kızartma
Yağ Cinsi	Ayçiçek yağı veya fındık yağı
Yağ Miktarı	11 lt
İşlem Sıcaklığı	Atmosferik-180°/Basıncılı-160°
Kızartma Süreleri	Atmosferik-2,5/Basıncılı-3,5 dak.
Basınç Koşulu	2 bar
Kızartma Sayısı	1
Kızartma Süresince Yağ İlavesi	Yapılmadı
Kızartma Ürünü	Nugget
Nugget Boyutları	6×3×3 cm

3.2.3. Nugget analizleri

3.2.3.a. pH değerin belirlenmesi

Örneklerin pH değerin belirlenmesi için 10'ar gram tartılıp üzerine 100 ml saf su ilave edilerek Ultra-Turrax (IKA Werk Tp 18-10 20.000 UpM) ile 1 dak. homojenize edilmiştir. Homojenizatların pH değeri ölçülmeden önce pH metre (Mettler Toledo Ion S220, İsviçre) pH 4.0 ve pH 7.0'lik tampon çözeltiler kullanılarak kalibre edilmiştir. (Gökalp vd 2004).

3.2.3.b. Nem içeriği analizi

Kurutulan ve darası alınan alüminyum kurutma kaplarına 10'ar g örnek tartılıp kurutma dolabında ($105\pm 1^{\circ}\text{C}$) sabit tartıma ulaşınca kadar kurutulmuştur. Örneklerdeki nem miktarı (%) kurutma sonucu meydana gelen ağırlık kaybı hesap edilerek belirlenmiştir (Gökalp vd. 2004).

3.2.3.c. Tiyoarbutirik asit reaktif maddelerin (TBARS) belirlenmesi

TBARS analizi için homojen hale getirilen örnekten 2 gram tartılarak üzerine 12 ml TCA (trikloroasetik asit) çözeltisi (%0,1 EDTA ve %0,1 Propil gallat (3 ml etanolle çözüldürülmüş) ilave edilmiştir. Ultra Turrax (IKA T 25, Germany) ile 35 s orta hızda homojenizasyon işleminden sonra karışım filtre kağıdından (Whatman 1) süzölmüştür. Süzöntüden deney tüplerine 3'er ml alınmış ve üzerlerine 3 ml 0,02 M TBA çözeltisinden ilave edilerek vortekslenmiştir. Deney tüpleri sıcaklığı 95°C 'de olan su banyosunda 40 dak. bekletilmiş ve müteakiben 5 dak. süreyle akan musluk suyunda soğutulmuştur. Bu işlemde sonra örneklerin absorban değeri spektrofotometrede (Shimadzu Spectrophotometer UV-120-01) 532 nm'lik dalga boyunda köre karşı ölçölmüştür. Elde edilen absorban değeri ve TEP (1,1,3,3 tetraethoxypropane) standardı kullanılarak belirlenmiş standart küreden elde edilen katsayı dikkate alınarak TBA (tiyoarbutirik asit) değeri belirlenmiştir (Lemon 1975). Sonuçlar $\mu\text{mol MDA/kg}$ örnek olarak verilmiştir.

3.2.3.d. Renk analizi

Nugget numunelerinin L^* , a^* ve b^* değerleri i ve dış kesit yüzeylerinden 3 paralelli olacak şekilde üç boyutlu renk ölümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIELAB) tarafından verilen kriterlere göre kolorimetre (Minolta CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.3.e. Tekstür profil analizi (TPA)

Nugget rneklerinin enstrümental tekstür özelliklerinin (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, esneklik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik) belirlenmesinde tekstür profil analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USE) kullanılmıştır. Silindirik boyutlu (20 mm çap ve 10 mm yükseklik) rnekler alınarak tekstür profil analiz cihazında silindirik prob kullanılarak sıkıştırılma çevrimi ile oda sıcaklığında analiz gerçekleştirilmiştir. TPA’da kullanılan işlem şartları; ön test hızı 1 mm/s, test sonrası hızı 2 mm/s, sıkıştırma oranı %50 ve iki sıkıştırma arası 5 s olacak şekilde uygulanmıştır. Tekstürel parametreler sertlik (hardness), elastikiyet (resilience), yapışkanlık (adhesiveness), kohesivlik (cohesiveness), esneklik (springiness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) bir g-süre grafiği kullanılarak belirlenmiştir (Bourne 1978).

3.2.4. Yağ analizleri

3.2.4.a. Serbest yağ asidi

Serbest yağ asidi tayini için Anonymous (1989)'da verilen metot kullanılmıştır. Örnek analiz edilmeden önce iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Homojenize edilen yağ örneklerinden 5 g analiz numunesi tartılmış ve örneğe 50 ml sıcak nötrale etil alkol ilave edilmiştir. 2 ml fenolftalein indikatör çözeltisi ilave edilmiş ve 0,1 N sodyum hidroksit ile pembe renk elde edilinceye kadar titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin serbest yağ asidi miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Serbest yağ Asidi (\% oleik asit)} = \frac{V \times N \times 28.2}{M}$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan NaOH çözeltisinin normalitesi (N)

M: Tartılan örnek miktarı (g)

28.2: $282 \text{ (oleik asidin molekül ağırlığı)} \times 100 / 1000$

3.2.4.b. Peroksit sayısı tayini

Homojen hale getirilen örnekten 250 ml'lik erlene $5,00 \pm 0,05$ g örnek tartılmıştır. 18 ml asetik asit ve 12 ml kloroform çözeltisi ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. 0,5 ml doymuş KI çözeltisi ilave edildikten sonra aralıklarla karıştırılarak 1 dak. süreyle bekletilmiş ve üzerine 30 ml saf su eklenip, 0,01 N sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Titrasyonda sarı renk kaybolunca 2 ml nişasta çözeltisi eklenmiş ve oluşan mavi renk görülmeyene kadar 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile tekrar titre edilmiştir. Aynı işlemler şahit numune için de uygulanmıştır. Sonuçlar meq O₂/kg yağ olarak verilmiştir (Anonymous 1989).

$$\text{Peroksit Sayısı (meq O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{M}$$

S:Örnek için titrasyonda harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisinin miktarı (ml)

B:Şahit için titrasyonda harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisinin miktarı (ml)

M:Tartılan örnek miktarı (g)

N:Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi (N)

3.2.4.c. Toplam polar madde miktarı

Kızartma yağı örneklerinin toplam polar madde miktarı polarimetre (Testo 270 Lenzkirch, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Polarimetre kullanılmadan önce 40°C’de tampon çözelti (3,9 %TPM) ile kalibre edilmiştir. Yağ örneklerinde tüm gruplarda ölçümler alınmıştır.

3.2.5. İstatistiki Analizler

Araştırmada kızartma yöntemi (atmosfer koşullarında kızartma, yüksek basınçlı kızartma), yağ çeşidi (fındık yağı, ayçiçek yağı) faktör olarak seçilmiş, denemeler 2×2 faktöriyel düzende şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar varyans analizine (IBM SPSS Statistics 20) tabi tutulmuştur. İstatistiki açıdan önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Nugget Analizleri

4.1.1. pH

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hindi nugget üretiminde kullanılan etlerde pH değerleri 6,11-6,13 arasında değişmiştir. Çizelgeden 4.1’den de anlaşılabacağı üzere hindi nugget örneklerinin pH değerleri atmosferik koşullarda yapılan kızartma işleminde 6,26-6,38 arasında değişirken, basınçlı kızartma işleminde bu değerler 6,26-6,37 arasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerleri

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	pH
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	6,36
			6,34
		2	6,28
			6,26
	Fındık yağı	1	6,38
			6,37
		2	6,27
			6,29
Basınç	Ayçiçek yağı	1	6,36
			6,37
		2	6,28
			6,26
	Fındık yağı	1	6,37
			6,37
		2	6,29
			6,30

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre kızartma yönteminin örneklerin pH değeri

üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). Aynı şekilde kızartma yöntemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonunun da pH değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Buna karşın kızartmada kullanılan yağ çeşidi faktörü pH değeri üzerinde $P<0,05$ düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 4.2). Das *et al.* (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, kaplanmış tavuk etlerinde derin yağda atmosferik ve basınçlı koşullarda gerçekleştirilen kızartma işlemleri arasında pH değeri açısından önemli bir farklılık olmadığı rapor edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	pH	
		KO	F
Kızartma Yöntemi (K)	1	0,000	1,35
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,001	9,16*
Blok(B)	1	0,030	257,98**
K $\times$ Y	1	6,250E6	0,05
Hata	11	0,000	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Hindi nugget örneklerinin pH değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Farklı kızartma yöntemlerinin (atmosferik ve basınçlı) kızartılmış hindi nugget örneklerinin pH değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Buna karşın fındık yağı kullanılarak kızartılan nugget örneklerinin pH değerleri ayçiçek yağı ile kızartılan örneklere göre daha yüksek pH değeri vermiştir. Hwang *et al.* (2011) ise derin yağda kızartılan tavuk nuggetlarında depolanma başlangıcında pH değerini 6,41 olarak belirlemişlerdir. Bu farklılıkların hem hammaddenin başlangıç pH değeri hem de kullanılan yağ çeşidinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin pH değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Ph
Kızartma yöntemi	Atmosferik	6,32±0,05a
	Basınçlı	6,32±0,05a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	6,31±0,05a
	Fındık	6,33±0,05b

Aynı sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.1.2. Nem

Kanatlı etlerinde görünüş, sertlik, sululuk, tat ve koku, gevreklik, pişirme kaybı, yağ oranı, besin değeri ve mikrobiyal yük önemli kalite kriterleridir. Kanatlı karkaslarında farklı bölgelerdeki kimyasal kompozisyon değişiklikler göstermektedir. Hindi göğüs etlerinde % su miktarı 72,74-73,51 arasında değişirken, but etlerinde bu oran 72,24-72,91 arasında değişmektedir (Aksu ve Kaya 2010). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin % nem değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılabacağı üzere basınçlı kızartma işlemi atmosferik kızartma işlemine göre daha yüksek nem değerleri vermiştir. Benzer şekilde fındık yağı kullanılarak yapılan kızartma işleminde nem değerleri açısından ayçiçek yağı kullanılarak yapılan kızartma işlemine göre daha yüksek değerler tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerleri (%)

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	%Nem
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	55,24
			55,85
		2	57,64
			57,68
	Fındık yağı	1	57,19
			56,80
		2	59,48
			59,27
Basınç	Ayçiçek yağı	1	57,55
			57,12
		2	59,85
			59,76
	Fındık yağı	1	57,16
			57,61
		2	59,55
			59,45

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin % nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynaklarının tümünün hindi nugget örneklerinin (%) nem değeri üzerinde çok önemli düzeyde etkileri olmuştur ($P<0,01$).

Çizelge 4.5. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	%Nem		
	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	4,955	91,67**
Yağ Çeşidi(Y)	1	2,100	38,85**
Blok(B)	1	20,601	381,09**
K×Y	1	2,930	54,20**
Hata	11	0,054	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

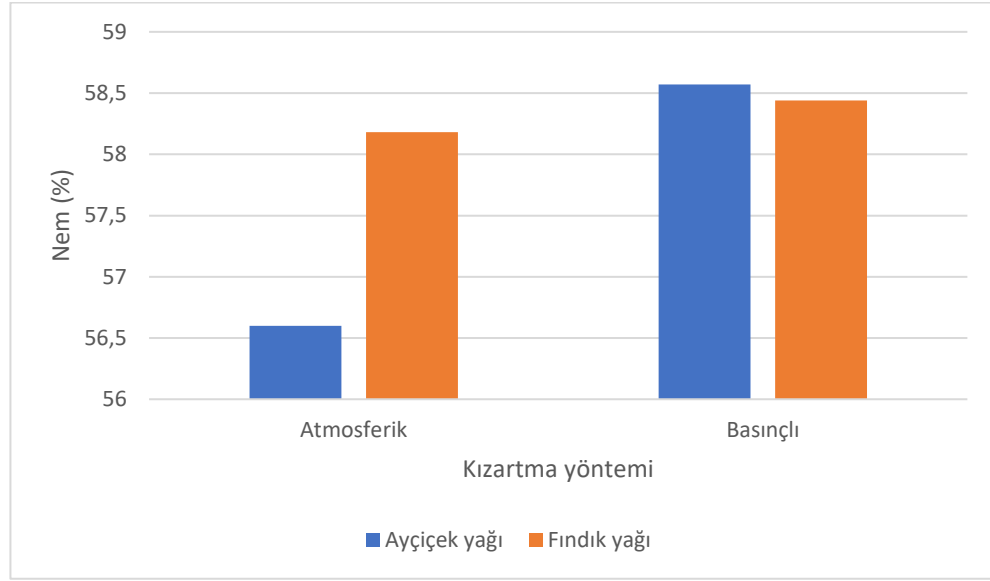
Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin % nem değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre kızartma işleminde yağ olarak fındık yağı kullanımı örneklerin nem değerinde artışa neden olmuştur. Benzer şekilde % nem içeriği basınçlı kızartılmış nuggetlarda (%58,50), atmosferik koşullarda kızartılan nuggetlara (%57,39) göre daha yüksek tespit edilmiştir. Basınçlı kızartmada belirlenen bu yüksek nem içeriğinin kızartmanın daha düşük sıcaklıkta yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kızartma işleminde nem içeriği; kızartma yağının sıcaklığı ve kızartma işlemi esnasındaki basınç koşullarından etkilenmektedir. Kızartma işlemi sırasında yağ sıcaklığında meydana gelen artış ile üründe dehidrasyon oranı yükselmekte, üründen nem çıkışı hızlanmaktadır (Innawong *et al.* 2006). Basınçlı ve atmosferik koşullarda gerçekleştirilen kızartma işleminin tavuk etlerinin nem içeriğine etkisinin belirlendiği benzer bir çalışmada nem içerikleri sırasıyla %52,5-53,9 ile %48,5-51,3 olarak tespit edilmiştir (Das *et al.* 2013). Konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise farklı basınç kaynakları (buhar ve azot) kullanılarak gerçekleştirilen basınçlı kızartma işleminde %nem değerleri buharda kızartmada % 61,56-63,55, azot gazında kızartmada ise % 62,06-62,91 olarak belirlenmiştir (Innawong *et al.* 2006).

Çizelge 4.6. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin nem değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		%Nem
Kızartma yöntemi	Atmosferik	57,39±1,48a
	Basınçlı	58,50±1,24b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	57,58±1,63a
	Fındık	58,31±1,22b

Aynı sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin % nem değeri üzerinde çok önemli (P<0,01) etkiye sahip olan kızartma yöntemi×yağ çeşidi interaksiyonunun etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere hindi nugget örneklerinde % nem değerleri basınçlı koşullarda kızartma işlemi hem ayçiçek hem de fındık yağı kullanılan gruplarda artış göstermiştir. Ayçiçek yağı kullanılarak kızartılan hindi nuggetlardaki bu nem artışı fındık yağı ile kızartılan örneklere göre daha fazla olmuştur.



Şekil 4.1. Hindi nugget örneklerinin % nem değeri üzerine kızartma yöntemi × yağ çeşidi etkisi

4.1.3. TBARS

Kızartılmış gıdalarda lipid oksidasyonu, sağlık endişeleri ve tüketicilerin artan fonksiyonel ve güvenli gıda talepleri nedeniyle son üründe kalite ve güvenliği belirleyen önemli bir faktördür. Lipid oksidasyonunun önemli bir göstergesi olan TBARS, ette aroma ve kötü tat oluşumuna katkıda bulunan aldehitler gibi sekonder oksidasyon ürünlerinin bir ölçüsüdür (Hwang *et al.* 2011). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buna göre örneklerin TBARS değerleri atmosferik yöntemle kızartma işleminde basınçlı kızartma yöntemine göre daha yüksek değerler vermiştir. Ayrıca fındık yağı kullanılarak kızartılan nuggetlarda TBARS değerleri daha düşük belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$)

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	TBARS
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	28,03
			27,20
		2	22,64
			21,14
	Fındık yağı	1	26,70
			27,66
		2	19,80
			21,12
Basınç	Ayçiçek yağı	1	23,91
			26,13
		2	19,52
			20,21
	Fındık yağı	1	23,60
			25,01
		2	18,27
			18,06

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Lipid oksidasyonunun önemli bir göstergesi olan TBARS değeri üzerinde ana varyasyon kaynaklarından kızartma yöntemi çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahiptir. Bir diğer ana varyasyon kaynağı olan yağ çeşidi ise TBARS değeri üzerinde önemli ($P<0,05$) etkiye sahipken, kızartma yöntemi×yağ etkileşimi nuggetların TBARS değeri üzerinde önemli bir etkide bulunmamıştır ($P>0,05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	TBARS	
		KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	23,956	33,61**
Yağ Çeşidi(Y)	1	4,590	6,44*
Blok(B)	1	140,812	197,55**
K×Y	1	0,076	0,11
Hata	11	0,713	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Sonuçlara göre atmosferik koşullarda gerçekleştirilen kızartma işlemi ile hindi nuggetların TBARS değeri ($24,29 \pm 3,43$ $\mu\text{mol MDA/kg}$), basınçlı koşullarda ($21,84 \pm 3,18$ $\mu\text{mol MDA/kg}$) gerçekleştirilen kızartma işlemine göre daha yüksek bir değer vermiştir (Çizelge 4.9). Yağın kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri lipid oksidasyonu olup, kızartma sırasında oksidatif bozunmayı etkileyen temel neden ise oksijendir. Bu nedenle oksidasyonu önlemenin en iyi yollarından biri kızartma ortamındaki oksijeni azaltmaktır (Devresen *et al.* 2016). TBARS değerindeki düşüşün basınçlı kızartma işleminde oksijen mevcudiyetinin atmosferik koşullardaki kızartma işlemine göre daha düşük seviyede olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Das *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar belirlenmiş, kızartılmış tavuk etlerinin TBA değerleri atmosferik ve basınçlı koşullarda sırasıyla 0,35-0,56 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ile 0,28-0,31 $\mu\text{mol MDA/kg}$ arasında değiştiği ve basınçlı kızartmanın atmosferik kızartmaya iyi bir alternatif olabileceği belirtilmiştir. Kızartma işleminde pek çok çeşit yağ kullanılabilir. Kızartma yağının bozulma karakteristiklerinde yağın doymamışlık derecesi önemli bir faktördür. Hidrojene edilmemiş yüksek oranda doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi içeren yağlar oksidasyona daha hassas olup kızartma işlemine uygun değildir (Paul and Mittal 1997). Kızartma işleminde ayçiçek yağı kullanımı ile TBARS değeri artmıştır. Buna karşın fındık yağı kullanımı TBARS değerini düşürmüştür (Çizelge

4.9). Bu durumun fındık yağının yüksek oranda oleik asit içermesi buna karşın ayçiçek yağının yüksek oranda linoleik asit içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kızartmada iki farklı yağ çeşidinin (Bajo Aragon) (sızma zeytinyağı ve yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı) kızartma yağı olarak kullanıldığı bir çalışmada zeytinyağının benzer oleik asit miktarı göstermesine rağmen oksidasyona daha stabil olduğu ve her iki yağ çeşidi arasında bazı fiziksel farklılıkların söz konusu olduğu belirtilmiştir (Sanchez-Gimeno *et al.* 2008).

Çizelge 4.9. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin TBARS değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		TBARS
Kızartma yöntemi	Atmosferik	24,29±3,43a
	Basınçlı	21,84±3,18b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	23,60±3,25a
	Fındık	22,53±3,75b

Aynı sütunda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.1.4. Renk değerleri

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Fındık yağı kullanılarak kızartılan örnekler genellikle daha yüksek L* değerleri vermiştir. Buna karşın a* değeri açısından ise atmosferik kızartma işlemine tabi tutulan örnekler genellikle daha yüksek değerler vermiştir. Örneklerin b* değerleri ise birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerleri

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	L*(iç)	a*(iç)	b*(iç)
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	58,15	6,99	18,06
			58,79	6,28	17,84
		2	58,69	5,42	18,62
			58,49	6,25	17,80
	Fındık yağı	1	59,68	7,42	17,57
			59,25	6,71	18,84
		2	60,87	4,84	19,31
			60,72	5,01	17,57
Basınç	Ayçiçek yağı	1	58,67	6,41	19,15
			58,17	6,66	18,82
		2	60,85	4,60	17,72
			60,22	4,42	17,56
	Fındık yağı	1	59,82	5,79	19,57
			59,42	5,98	19,00
		2	60,89	4,76	17,99
			60,59	4,35	18,32

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerinin ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Buna göre ana varyasyon kaynaklarından yağ çeşidinin L* değeri, kızartma yöntemi ise a* değeri üzerinde çok önemli düzeyde etkileri olmuştur ($P < 0,01$). Sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b* değerinde ise hiçbir faktörün önemli bir etkisi gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Aynı şekilde kızartma yöntemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonu her üç renk parametresi üzerinde de önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	L*			a*			b*		
	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Varyans Kaynakları									
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,995	3,91	1	2,213	11,09**	1	0,397	0,84
Yağ Çeşidi(Y)	1	5,302	20,82**	1	0,294	1,47	1	0,422	0,89
Blok(B)	1	5,487	21,55**	1	9,907	49,65**	1	0,980	2,08
K×Y	1	0,806	3,16	1	0,004	0,02	1	0,027	0,06
Hata	11	0,255		11	0,200		11	0,472	
Genel	16			16			16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Kanatlı türleri ve hatta aynı türün kasları arasında beyaz ve kırmızı kas liflerinin miktarı açısından önemli farklılıklar sözkonusudur. Tavuk ve hindi göğüs etleri ile tavuk but eti daha açık renklidir. Buna karşın hindi but eti genellikle koyu renklidir (Aksu ve Kaya 2011). Parlaklığın göstergesi olan L* değeri üzerinde kızartma yönteminin önemli bir etkisi olmamıştır. Buna karşın fındık yağı kullanımı L* değerini artırmıştır. Diğer bir ifade ile fındık yağı daha parlak ürün oluşumuna neden olmuştur. Çizelge 4.12’den de görüldüğü üzere ayçiçek yağında kızartılan örneklerde ortalama L* değeri 59,00 fındık yağında kızartılan örneklerde ise 60,15 olarak belirlenmiştir. Kırmızı renk yoğunluğunun göstergesi olan a* değeri ise atmosferik kızartmada artış göstermiştir. Yağ çeşidinin ise bu parametre üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (P>0,05) (Enríquez-Fernandez *et al.* 2011).

Çizelge 4.12. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		L*	a*	b*
Kızartma yöntemi	Atmosferik	59,33±1,02a	6,12±0,94a	18,20±0,65a
	Basınçlı	59,83±1,01a	5,37±0,94b	18,52±0,73a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	59,00±0,99a	5,88±0,96a	18,20±0,59a
	Fındık	60,15±0,68b	5,61±1,06a	18,52±0,77a

Aynı sütunda ve aynı bölümde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Kızartılmış gıdaların en önemli kalite özelliklerinden biri renktir. Renk üzerinde ürüne uygulanan kızartma süre ve sıcaklığının yanı sıra protein denatürasyonu, nişastanın jelatizasyonu ve yüzeyde gerçekleşen Maillard reaksiyonu da oldukça etkilidir. Atmosferik basınçla yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen kızartma işleminde ısı işlem daha etkin olmakla birlikte ürün tamamen pişmeden kararma ve arzu edilmeyen reaksiyonlar söz konusu olabilmektedir (Devseren *et al.* 2016; Innawong *et al.* 2006). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait L*, a* ve b* değerleri çizelge 4.13’de verilmiştir. Basınçlı ve atmosferik kızartma işlemleri uygulanarak hazırlanan örneklerde L* değeri sırasıyla 40,44-45,54 ve 35,40-38,95 arasında değişim göstermiştir. Buna karşın basınçlı pişirme genellikle daha düşük a* değerleri vermiştir. Örneklerin b* değeri açısından ise L* değerinde olduğu gibi basınçlı kızartma yöntemi genellikle daha yüksek değerler vermiştir (Çizelge 4.13). Innawong *et al.* (2006) kızartma sıcaklığı ve basınç uygulamasının benzer şekilde merkez nokta L* ya da b* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ancak basınçlı kızartma işleminde atmosferik kızartmaya göre a* değerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Basınçlı kızartma işleminde azot gazı veya buhar (gıdadan çıkan) kullanımının kaplanmış nuggetlara etkisinin belirlendiği bir çalışmada araştırmacılar; azot gazı ile basınçlı kızartma işleminde kaplanmış (metil selüloz ve buğday protein izolatu) nuggetların kaplanmamış ürünlere göre daha yüksek L* değerleri verdiğini, buharla kızartılan ürünlerin L*

değerinin ise azot gazı ile kızartılan ürüne göre daha düşük seviyede kaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.13. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerleri

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	L*(dış)	a*(dış)	b*(dış)
Atmosferik	Ayçiçek	1	35,40	11,99	18,15
			36,55	12,14	19,08
	yağı	2	37,86	10,39	18,85
			37,46	11,79	18,42
	Fındık yağı	1	38,32	10,33	18,80
			37,40	10,71	17,67
		2	38,95	8,91	18,25
			38,22	9,14	19,66
Basınç	Ayçiçek	1	45,23	6,90	18,87
			45,54	7,98	21,53
	yağı	2	43,24	7,23	19,64
			43,88	9,06	22,22
	Fındık yağı	1	40,52	11,05	19,64
			40,44	9,89	19,86
		2	41,77	8,67	20,30
			40,79	10,06	20,69

Farklı kızartma yöntemleri ve farklı kızartma yağları kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeylerine ait L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’ de verilmiştir. Parlaklığın göstergesi olan L* değeri üzerinde kızartma yöntemi $P<0,01$, yağ çeşidi ise $P<0,05$ seviyesinde etkili olmuştur. Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değerinin ise kızartma yönteminden etkilendiği tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bu değer üzerinde yağ çeşidinin ise önemli bir etkisi olmamıştır ($P>0,05$). L* ve a* değerleri üzerinde çok önemli etkisi saptanan kızartma yöntemi b* değerinde de aynı etkiyi sergilemiştir. Kızartma yöntemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonu ise hem L* hem de a* değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkide bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyindeki L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	L*			a*			b*		
Varyans Kaynakları	SD	KO	F	SD	KO	F	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	106,35	129,65**	1	12,28	15,70**	1	12,02	13,92**
Yağ Çeşidi(Y)	1	4,78	5,83*	1	0,20	0,27	1	0,22	0,26
Blok(B)	1	0,48	0,58	1	1,69	2,17	1	1,22	1,42
K×Y	1	24,97	30,45**	1	16,5	21,20**	1	0,17	0,20
Hata	11	0,82		11	0,77		11	0,86	
Genel	16			16			16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

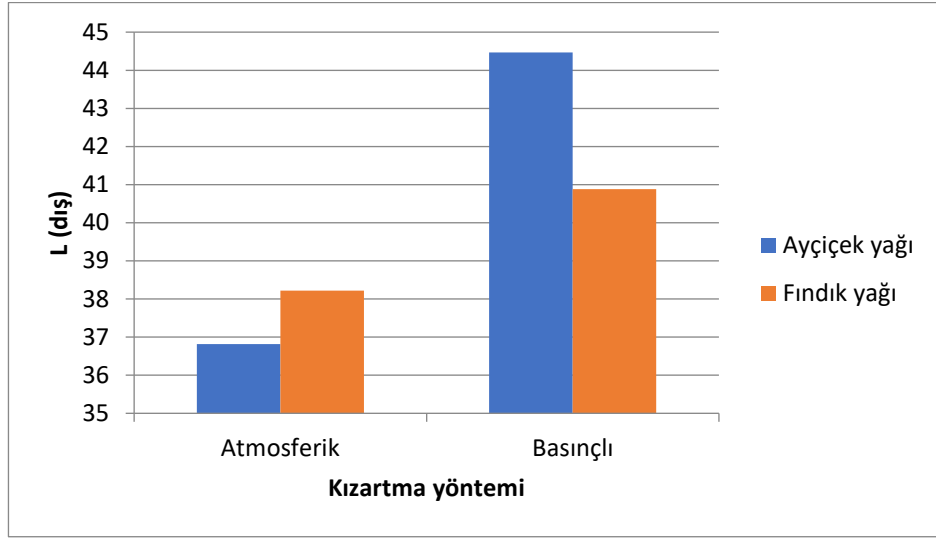
Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinde belirlenen L*, a* ve b* değerleri ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’te verilmiştir. Buna göre basınçlı kızartma atmosferik kızartmaya göre daha yüksek bir L* değeri vermiştir. Innawong *et al.* (2006) kızartma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak örneklerin kabuk renginin daha düşük L* ve b*, daha yüksek a* değeri verdiğini belirtmiştir. Yağ çeşidi açısından ise ayçiçek yağı daha yüksek L* değeri göstermiştir (Çizelge 4.15). Bununla birlikte Şekil 4.2’de verilen kızartma işlemi×yağ çeşidi interaksyonuna ait grafikten de görüldüğü üzere en yüksek L* değeri basınçlı kızartma işleminde ayçiçek yağı kullanılarak yapılan kızartma işleminde belirlenmiştir. Buna karşın atmosferik kızartma yönteminde en yüksek L* değeri fındık yağı kullanılarak

yapılan kızartma işleminde tespit edilmiştir. Kızartılmış et ürünlerinin rengi üzerinde basınçlı kızartma L^* değerinde artışa neden olurken, a^* değerinde düşüşe neden olmuştur (Çizelge 4.15). Ancak Şekil 4.3'den de görüldüğü üzere basınçlı kızartma işlemine tabi tutulan nugget örneklerinde dış yüzeyde en yüksek a^* değerini fındık yağı kullanılarak yapılan kızartma işleminde belirlenmiştir. Buna karşın atmosferik kızartma yönteminde en yüksek a^* değeri ayçiçek yağı kullanılarak yapılan kızartma işleminde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre basınçlı kızartmada Ayçiçek yağı daha parlak renk oluşumuna sebep olurken aynı kızartma yönteminde fındık yağı kırmızı renk yoğunluğunu artırmaktadır. Buna karşın b^* değeri üzerinde incelenen hiçbir faktörün önemli bir etkisi olmamaktadır.

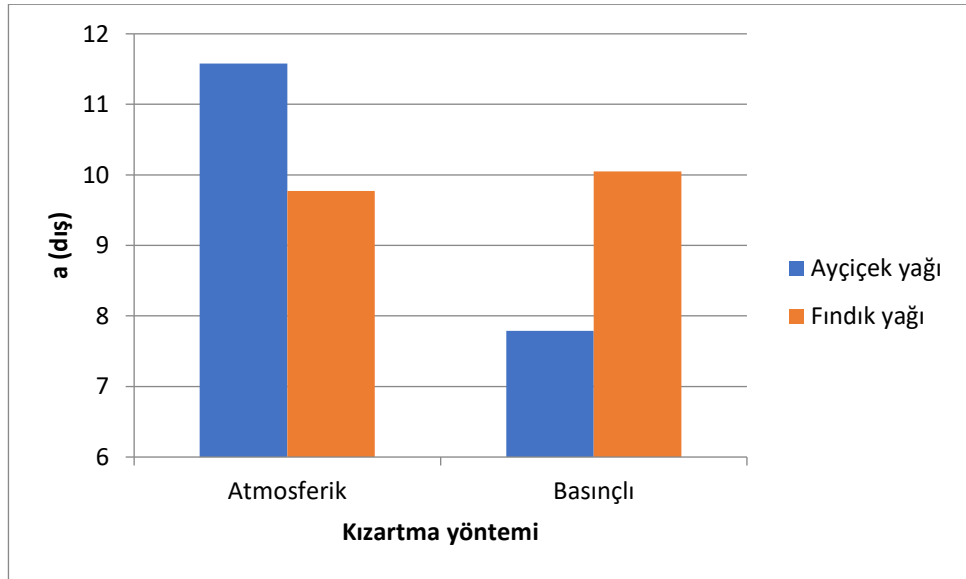
Çizelge 4.15. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinde belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		L^*	a^*	b^*
Kızartma yöntemi	Atmosferik	37,52±1,12a	10,68±1,24a	18,60±0,85a
	Basınçlı	42,68±2,09b	8,92±1,52b	20,12±0,47b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	40,65±4,21a	9,69±2,18a	19,60±1,49a
	Fındık	39,55±1,53b	9,91±0,90a	19,36±1,03a

Aynı sütunda ve aynı bölümde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P>0,05$).



Şekil 4.2. Hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinin L^* değeri üzerine kızartma işlemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonunun etkisi



Şekil 4.3. Hindi nugget örneklerinin dış kesit yüzeyinin a^* değeri üzerine kızartma işlemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonunun etkisi

4.1.5. Tekstür profil analiz sonuçları

Kızartılmış gıdalarda arzu edilen en önemli özellikler kabuğu (dış tabaka) gevrek ve yağlı iç kısmın (çekirdek) ise nemli ve pişmiş olmasıdır. Arzu edilen tekstürel özelliklerin sağlanması açısından kızartmada uygulanan sıcaklık ve süre kombinasyonu öne çıkmaktadır (Devresen *et al.* 2016). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin tekstür parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir.



Çizelge 4.16. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin tekstür değerleri

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (mJ)
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	61,73	0,40	0,14	0,42	5,46	26,71	140,20
			52,07	0,10	0,13	0,37	5,56	19,24	107,40
			52,47	0,10	0,16	0,40	5,70	21,18	120,70
			58,26	0,00	0,15	0,40	5,65	23,54	133,00
			53,69	0,00	0,12	0,35	5,57	18,87	105,10
			56,54	0,20	0,13	0,37	5,97	21,16	126,30
			60,90	0,20	0,14	0,42	6,08	25,43	154,6
			65,90	0,00	0,15	0,41	5,88	27,13	159,5
		2	49,72	0,00	0,16	0,38	5,47	18,68	102,20
			49,72	0,70	0,18	0,40	4,99	20,07	100,10
			60,85	0,20	0,16	0,40	5,67	24,50	138,90
			56,39	0,00	0,15	0,39	5,45	22,25	121,20
			48,89	0,20	0,12	0,33	5,69	16,16	91,90
			48,49	0,10	0,14	0,34	5,70	16,32	93,00
			61,68	0,00	0,16	0,42	5,56	26,03	144,70
			49,18	0,00	0,15	0,38	5,93	18,88	112,00
	Fındık yağı	1	59,92	0,10	0,15	0,41	5,84	24,51	143,10
			60,95	0,20	0,17	0,43	6,16	26,37	162,40
			61,93	0,20	0,19	0,47	6,33	29,11	184,30
			52,12	0,30	0,19	0,47	6,22	24,59	153,00
			63,89	0,00	0,14	0,40	5,10	25,76	131,40
			61,54	0,00	0,16	0,45	6,16	27,80	171,30
			60,61	0,10	0,18	0,48	5,89	29,14	171,60
			58,25	0,40	0,14	0,41	5,92	23,80	140,90

Çizelge 4.16. (devam)

Basınç		2	47,17	-0,10	0,20	0,41	5,78	19,54	112,90
			43,88	0,40	0,14	0,40	5,79	17,44	101,00
			43,79	0,00	0,13	0,37	6,14	16,38	100,60
			42,32	0,20	0,13	0,38	5,85	16,15	94,50
			46,39	0,40	0,18	0,44	5,99	20,44	122,40
			38,44	0,30	0,21	0,50	6,24	19,31	120,50
			39,13	0,30	0,15	0,40	6,01	15,48	93,00
			47,22	0,30	0,14	0,38	5,60	17,91	100,30
			69,92	0,20	0,19	0,43	6,13	30,18	185,00
			64,33	0,40	0,15	0,38	5,98	24,15	144,40
	Ayçiçek yağı	1	60,95	0,20	0,15	0,39	6,50	23,86	155,10
			68,65	0,30	0,15	0,37	6,09	25,55	155,60
			62,27	0,30	0,14	0,41	5,96	25,26	150,50
			70,61	0,40	0,15	0,43	5,75	30,18	173,50
			69,04	0,00	0,15	0,42	5,79	29,22	169,20
		2	71,49	0,10	0,13	0,38	6,09	27,27	166,10
			67,03	0,20	0,15	0,41	6,01	27,79	167,00
			58,89	0,10	0,17	0,44	6,73	26,06	175,40
			61,78	0,10	0,15	0,41	6,11	25,11	153,40
			72,96	0,00	0,16	0,43	6,63	31,43	208,40
			65,12	0,20	0,13	0,35	5,97	22,82	136,20
			58,50	0,30	0,14	0,39	6,70	22,94	153,70
			60,36	0,60	0,16	0,39	6,46	23,56	152,20
			57,12	0,50	0,12	0,36	6,69	20,44	136,70

Çizelge 4.16. (devam)

Fındık yağı	1	63,89	0,40	0,16	0,44	6,50	28,26	183,70
		71,74	0,10	0,15	0,40	6,84	28,82	197,10
		67,32	0,50	0,13	0,36	6,64	23,98	159,20
		71,25	0,20	0,17	0,44	6,74	31,41	211,70
		61,39	0,00	0,18	0,43	7,16	26,64	190,70
		62,86	0,20	0,17	0,41	6,68	25,99	173,60
		63,89	0,00	0,15	0,40	6,73	25,40	170,90
		63,20	0,00	0,23	0,59	6,61	37,52	248,00
	2	47,22	0,30	0,16	0,39	7,22	18,64	134,60
		58,64	0,00	0,16	0,46	6,38	26,83	171,20
		54,28	0,60	0,15	0,38	6,98	20,61	143,90
		45,01	0,00	0,19	0,47	7,88	21,29	167,80
		53,64	0,20	0,23	0,54	7,88	28,72	226,30
		52,07	0,30	0,14	0,40	6,25	20,68	129,30
		50,11	0,00	0,21	0,51	7,04	25,33	178,30
		56,68	0,00	0,17	0,46	7,36	26,05	191,70

Nugget ve benzeri taze işlenmiş et ürünlerinde renk gibi tekstürel özellikler de ürün kalitesini etkileyen önemli parametrelerdir.

Sertlik bir örneği sıkıştırmak için sarf edilen maksimum kuvvetin göstergesi olan önemli bir tekstürel parametredir (Herrero *et al.*2007). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Hem kızartma yöntemi hem de yağ çeşidi sertlik değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etki göstermiştir. Buna karşın kızartma yöntemi×yağ çeşidi interaksiyonunun sertlik değeri üzerinde önemli bir etkiye ($P>0,05$) sahip olmadığı bildirilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değerlerine (N) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	1123,758	41,850**
Yağ Çeşidi(Y)	1	374,229	13,937**
Blok(B)	1	1510,294	56,246**
K×Y	1	21,275	0,792
Hata	59	26,852	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değeri (N) ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere basınçlı kızartma yöntemi sertlik değeri (N) üzerinde önemli bir artışa neden olmuştur. Teruel *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada ise vakum altında

kızartma işleminde gevrekliğin arttığı rapor edilmiştir. Mevcut bu araştırmada kızartma yağı olarak fındık yağı kullanımı durumunda sertlik değeri (N) düşmüştür.

Çizelge 4.18. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sertlik değeri (N) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Sertlik
Kızartma yöntemi	Atmosferik	53,56±7,67a
	Basınçlı	61,94±7.32b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	60,17±7,17a
	Fındık	55,33±9,23b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Yapışkanlık (mJ), sıkıştırıcı pistonu numuneden uzaklaştırmak için gerekli kuvvetin bir göstergesi olarak dikkate alınan bir parametredir (Andress *et al.* 2006). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin yapışkanlık değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’de, ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelge 4.19 den de görüldüğü üzere hindi nuggetlarda yapışkanlık değeri (mJ) üzerinde hiçbir varyasyon kaynağı istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmamıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak ortalamalar arasındaki farklılıklar da istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (P>0,05) (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin yapışkanlık değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,031	0,93
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,001	0,02
Blok(B)	1	0,010	0,30
K×Y	1	0,062	1,89
Hata	59	0,033	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.20. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin yapışkanlık değerlerine (mJ) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Yapışkanlık
Kızartma yöntemi	Atmosferik	0,17±0,16a
	Basınçlı	0,21±0,18a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	0,19±0,18a
	Fındık	0,18±0,18a

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Buna göre yağ çeşidi esneklik üzerinde çok önemli (P<0,01) düzeyde etki göstermiştir. Çizelge 4.22’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüleceği üzere fındık yağı kullanımı sertlik

parametresinin (N) aksine esneklik değerini artırmıştır. Deformasyona maruz kalan bir örneğin geri kazanımı olarak tanımlanan esneklik (Dilber 2011) üzerinde kızartma yöntemi ile kızartma yöntemi yağ çeşidi etkileşimini ise önemli bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,001	1,17
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,006	11,26**
Blok(B)	1	0,000	0,293
K×Y	1	0,000	0,293
Hata	59	0,01	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.22. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin esneklik değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Esneklik
Kızartma yöntemi	Atmosferik	0,15±0,02a
	Basınçlı	0,16±0,03a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	0,15±0,02a
	Fındık	0,17±0,03b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Kohesivlik örneğin kopmadan önceki deformasyon derecesinin bir ölçüsü olarak tanımlamaktadır (Herrero *et al.* 2007). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23 'de verilmiştir. Yağ çeşidi kohesivlik üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etki göstermiştir. Çizelge 4.24'de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından da görüleceği üzere fındık yağı kullanımı esneklik parametresinde olduğu gibi kohesivlik değerini artırmıştır. Kohesivlik değeri üzerinde kızartma yöntemi ile kızartma yöntemi×yağ çeşidi interaksyonu ise önemli bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.24). Das *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada da basınçlı ve atmosferik kızartma işleminin kohesivlik üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin kohesivlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,004	2,15
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,027	15,398**
Blok(B)	1	0,001	0,475
K×Y	1	7,656E-5	0,044
Hata	59	0,002	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.24. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin kohesivlik değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Kohesivlik
Kızartma yöntemi	Atmosferik	0,40±0,04a
	Basınçlı	0,42±0,05a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	0,39±0,03a
	Fındık	0,43±0,05b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P>0,05$).

Elastikiyet (mm) örneğe uygulanan deformasyon kuvveti ortadan kalktıktan sonra örneğin orijinal şekline dönme yeteneği olarak tanımlanan diğer önemli bir tekstürel parametredir (Herrero *et al.* 2007). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin elastikiyet değerlerine (mm) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Buna göre hem kızartma yöntemi hem de yağ çeşidi elastikiyet üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Basınçlı kızartma işlemi ürünün elastikiyet değerinde artışa neden olmuştur. (Çizelge 4.26) Buna karşın konu ile ilgili yürütülen diğer bir çalışmada elastikiyet değeri açısından kızartma yönteminin bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (Das *et al.* 2013). Mevcut bu çalışmada ayçiçek yağı elastikiyet değerini artırmıştır.

Çizelge 4.25. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin elastikiyet değerlerine (mm) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	9,867	81,24**
Yağ Çeşidi(Y)	1	3,995	32,89**
Blok(B)	1	0,312	2,570
K×Y	1	0,683	5,621*
Hata	59	0,121	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.26. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin elastikiyet değerlerinin (mm) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Elastikiyet
Kızartma yöntemi	Atmosferik	5,79±0,131a
	Basınçlı	6,58±0,54b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	5,94±0,42a
	Fındık	6,43±0,64b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Sakızımsılık (N) bir örneğin kopması için gereksinim duyulan enerji olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 4.27’de verilen varyans analiz sonuçlarından da görüldüğü üzere kızartma yöntemi sakızımsılık değeri (N) üzerinde çok önemli etkiye sahiptir. Yağ çeşidi ve kızartma yöntemi×yağ çeşidi etkileşimi ise bu parametre üzerinde önemli bir etki göstermemiştir.(P>0,05). Çizelge 4.28’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma test

sonuçlarından da görüleceği üzere basınçlı kızartmada 25,99 N olarak tespit edilen sakızimsılık değeri atmosferik kızartmada 21,87 N'ye düşmüştür. Das *et al.* (2013) yaptıkları çalışmada, but ve göğüs etlerinde sakızimsılık değerinin basınçlı kızartmada 15-26,2 N, atmosferik kızartma işleminde ise 6,3-24,3 N arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.27. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sakızimsılık değerlerine (N) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	272,704	23,61**
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,983	0,08
Blok(B)	1	324,856	28,12**
K×Y	1	0,817	0,071
Hata	59	11,551	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.28. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin sakızimsılık değerlerine (N) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Sakızimsılık
Kızartma yöntemi	Atmosferik	21,87±4,17a
	Basınçlı	25,99±3,88b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	23,81±3,97a
	Fındık	24,06±5,05b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Çiğnenebilirlik (mJ) numunenin parçalara ayrılıp yutmaya hazır duruma getirilmesi için gerekli enerjiyi ifade eden bir parametredir. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’de verilmiştir. Buna göre çiğnenebilirlik parametresi kızartma yönteminden çok önemli ($P<0,01$), yağ çeşidinden ise önemli düzeyde etkilenmiştir. Atmosferik kızartmaya ait ortalama 126,69 mJ olarak belirlenirken, bu değer basınçlı kızartmada 170,74 mJ’ye yükselmiştir. Benzer şekilde fındık yağı da elastikiyet, kohesivlik ve esneklik parametrelerinde olduğu gibi çiğnenebilirlik değerini de artırmıştır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.29. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine (mJ) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	30905,640	57,10**
Yağ Çeşidi(Y)	1	3136,000	5,79*
Blok(B)	1	9115,476	16,843**
K×Y	1	320,410	0,592
Hata	59	541,209	
Genel	64		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Çizelge 4.30. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin çığnenebilirlik (mJ) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Çığnenebilirlik
Kızartma yöntemi	Atmosferik	126,69±26,37a
	Basınçlı	170,64±27,20b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	141,66±28,16a
	Fındık	155,66±39,22b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.2. Yağ Analizleri

4.2.1. Serbest yağ asidi

Kızartma işlemi esnasında yağda hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları meydana gelmektedir. Bu kızartma yönteminde gıdadan ayrılan su yağın hidrolize uğramasına sebep olmakta ve neticede serbest yağ asitleri, monogliseritler, digliseritler ve gliserol oluşmaktadır. (Nor *et al.* 2008). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Atmosferik kızartmada en düşük değer (0,20 % oleik) fındık yağında, basınçlı kızartmada ise en düşük değer (0,20 % oleik) yine fındık yağında tespit edilmiştir. Ayçiçek yağı hem atmosferik hem de basınçlı kızartma yönteminde daha yüksek değerler vermiştir(Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi değerleri (% oleik asit)

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	SYA (%oleik asit)
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	0,24
			0,25
		2	0,23
			0,24
	Fındık yağı	1	0,20
			0,20
		2	0,22
			0,22
Basınç	Ayçiçek yağı	1	0,23
			0,23
		2	0,22
			0,23
	Fındık yağı	1	0,20
			0,20
		2	0,20
			0,21

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (Ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kızartma yöntemi serbest yağ asidi miktarı üzerinde önemli($P<0,05$), yağ çeşidi ise çok önemli ($P<0,01$) seviyede etkili olmuştur. Kızartma yöntemi×yağ çeşidi interaksiyonunun ise serbest yağ asidi üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır($P<0,05$) (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi(% oleik asit) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,000	5.266*
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,04	59,310**
Blok(B)	1	7,050E-005	1,185
K×Y	1	4,773E-005	0,802
Hata	11	5,950E-005	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir. Buna göre atmosferik kızartma basınçlı kızartmaya göre daha yüksek serbest yağ asidi değerine neden olmaktadır. Bu sonuç muhtemelen basınçlı ortamdaki oksijen seviyesinin atmosferik koşullara göre daha düşük olmasından ileri gelmektedir. Hindi nuggetlarının kızartıldığı yağlarda serbest yağ asidi açısından en düşük değer fındık yağında belirlenmiştir. Akar (2016) tarafından yapılan bir çalışmada da kızartma işleminde tekli doymamış yağ asidi içeren yağların serbest yağ asidi değerlerinde daha düşük değerler tespit edilmiştir. Çeşitli yağların kızartma işlemindeki performansını belirlemeye yönelik bir çalışmada, serbest yağ asidi miktarının tüm yağlarda yasal düzenlemelerde belirtilen limitlerin altında kaldığı, kızartma sonunda palm olein yağında serbest yağ asidi miktarının diğer modifiye yağlardan 1,7 kat hızla arttığı bildirilmiştir (Aladedunye and Przybylski 2014). Palm olein veya kanola/palm olein karışım yağlarının kızartmada kullanımına yönelik yapılan bir çalışmada ise tavuk nuggetların 5 kez kızartma işleminden sonra serbest yağ asidi miktarı sırasıyla 0,45 ve 0,40 (oleik asit) olarak tespit edilmiştir (Enriquez-Fernandez *et al.* 2011).

Çizelge 4.33. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin serbest yağ asidi (% oleik asit) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Serbest Yağ Asidi
Kızartma yöntemi	Atmosferik	0,22±0,02a
	Basınçlı	0,20±0,01b
Yağ çeşidi	Ayçiçek	0,23±0,01a
	Fındık	0,20±0,01b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.2.2. Peroksit sayısı

Lipit oksidasyonunun önemli bir göstergesi olan peroksit tayini yağ kalitesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Oksidasyon sonucu hidroperoksitler ile aldehit keton gibi uçucu bileşikler oluşmaktadır. Kızartma ortamındaki oksidasyonu etkileyen en önemli faktör ise oksijendir. Diğer bir faktör ise uygulanan sıcaklıktır. Yağların doymamışlık derecesi de yine lipit oksidasyonunu etkileyen çok önemli bir faktördür. (Nawar 1969; Oysun 1984). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit sayısı değerleri Çizelge 4.34’de verilmiştir. Atmosferik ve basınçlı kızartma yöntemleri genellikle benzer sonuçlar verirken ayçiçek yağı fındık yağına göre daha yüksek peroksit değeri vermiştir.

Çizelge 4.34. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit sayısı değerleri (meq O₂/kg)

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	Peroksit Sayısı
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	0,79
			0,75
		2	0,26
			0,24
	Fındık yağı	1	0,17
			0,19
Basınç		2	0,18
			0,17
	Ayçiçek yağı	1	0,70
			0,73
		2	0,24
			0,27
	Fındık yağı	1	0,14
			0,16
		2	0,11
			0,13

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere yağ çeşidi çok önemli seviyede etkili ($P < 0,01$) olmuştur. Buna karşın hem kızartma yöntemi hem de kızartma yöntemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonu peroksit sayısı üzerinde önemli bir etki sergilememiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.35. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit değerlerine (meq O₂/kg) ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,005	0,217
Yağ Çeşidi(Y)	1	0,467	22,248**
Blok(B)	1	0,260	12,391**
K×Y	1	0,000	0,017
Hata	11	0,021	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit değerlerine ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.36’de verilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere ayçiçek yağı fındık yağına göre daha yüksek bir ortalama peroksit değeri vermiştir. Bu sonuç ayçiçek yağının fındık yağına göre daha yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi içermesinden kaynaklanmaktadır. Enriquez-Fernandez *et al.* (2011) tarafından yapılan bir çalışmada tavuk nuggetlarda kızartma işlemi sonucunda peroksit sayıları palm olein kullanılarak yapılan kızartma işleminde 2,35 olarak belirlenirken, kanola/palm olein karışım yağı kullanılarak yapılan kızartma işleminde bu değer 5,87 olarak belirlenmiştir. Akar (2016) tarafından yapılan bir çalışmada kızartma işleminde en düşük peroksit sayısı değerleri tekli doymamış yağ asidi içeren yağlarda belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin peroksit değerlerine (meq O₂/kg) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Peroksit değeri
Kızartma yöntemi	Atmosferik	0,29±0,24a
	Basınçlı	0,28±0,24a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	0,45±0,24a
	Fındık	0,12±0,04b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

4.2.3. Toplam polar madde miktarı

Kızartma işleminde gıda ve yağdaki değişimler gıdanın yapısına, yağın çeşidine, yağın yüzey/hacim oranına ve yağda bulunan havanın reaksiyona katılım hızına, sıcaklığa, pişirme süresine ve kızartıcı ekipmanının çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bunlara ilaveten yağın kullanılma sıklığı da bu değişkenler üzerinde oldukça etkilidir. Kızartma sonucunda yağda gerçekleşen reaksiyonlardan biri olan polimerizasyon sonucu yüksek molekül ağırlıklı ve yüksek polaritede bileşikler oluşmaktadır. Derin yağda kızartma işlemi sonucunda ortaya çıkan polimerler oksijenle zengindir. Okside olmuş polimerler de yağın oksidasyonunu teşvik etmektedir. Polar madde miktarı kızartma sırasında polaritesi trigliseritlerden daha yüksek bileşiklerin oluşumunu gösteren bir parametredir. (Li *et al.* 2019; Yaşdağ ve Tekin 2017). Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerleri Çizelge 4.37’de verilmiştir. Ayçiçek yağında bir kez yapılan kızartma sonucunda toplam polar madde miktarının 8,0-9,5 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fındık yağında ise daha düşük değerlerle (6-7) karşılaşılmıştır. Atmosferik kızartma ile yüksek basınçlı kızartmaya ait değerler ise genellikle benzerdir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerleri (%)

Kızartma Yöntemi	Yağ Çeşidi	Blok	Toplam Polar Madde
Atmosferik	Ayçiçek yağı	1	8,5
			9,0
		2	8,0
			8,5
	Fındık yağı	1	6,0
			6,5
Basınç		2	6,5
			7,0
	Ayçiçek yağı	1	9,0
			9,5
		2	8,5
			8,5
	Fındık Yağı	1	6,5
			7,0
		2	6,5
			7,0

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’te verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere varyasyon kaynaklarından sadece yağ çeşidi toplam polar madde üzerinde istatistik açıdan çok önemli farklılığa ($P<0,01$) neden olmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KO	F
Kızartma Yöntemi(K)	1	0,391	2,39
Yağ Çeşidi(Y)	1	17,016	104,16**
Blok(B)	1	0,141	0,86
K×Y	1	0,016	0,096
Hata	11	0,163	
Genel	16		

SD:Serbestlik Derecesi, KO:Kareler Ortalaması, **:P<0,01

Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerinin (%) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre ayçiçek yağının toplam polar madde miktarı, fındık yağının toplam polar madde miktarına (%) göre daha fazla yükselmiştir. Bununla birlikte her iki yağ çeşidinde de sınır değer olan %25 aşılmamıştır. Bu sonuç mevcut araştırmada yağların bir kez kullanılmasından ileri gelmektedir. Kullanılmış kızartma yağı örneklerinin (28 örnek) incelendiği bir çalışmada sadece üç örneğin polar madde limit değeri olan %25’i aştığı, tüm yağlarda ortalama polar madde miktarının $16,13 \pm 1,63$ olduğu belirlenmiştir (Yılmaz ve Aydeniz 2011). Konu ile ilgili bir diğer çalışmada da yağ ve gıda çeşidinin kızartma yağının polar madde miktarını önemli düzeyde etkilediği, polar madde miktarı üzerinde yağın gıdadan daha büyük önem arz ettiği belirtilmiştir (Li *et al.* 2019).

Çizelge 4.39. Farklı kızartma yöntemleri (atmosferik ve basınçlı) ve farklı kızartma yağları (ayçiçek ve fındık) kullanılarak üretilen hindi nugget örneklerinin toplam polar madde değerlerine (%) ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Toplam polar madde
Kızartma yöntemi	Atmosferik	7,5±1,19a
	Basınçlı	7,8±1,27a
Yağ çeşidi	Ayçiçek	8,7±0,54a
	Fındık	6,6±0,54b

Aynı satırda aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma iki farklı kızartma yönteminin (atmosferik ve basınçlı) ve iki farklı yağ çeşidinin (ayçiçek ve fındık) hindi nugget örneklerinin bazı kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuş ve yürütülmüştür. Araştırmada ayrıca kızartma yağında meydana gelen değişiklikler de bazı kalite parametreleri belirlenerek ortaya çıkarılmıştır. Kızarmış nugget örnekleri pH, % nem, TBARS ve renk (iç ve dış kesit yüzeyi) analizleri, kızartma yağı ise serbest yağ asidi miktarı, peroksit sayısı ve toplam polar madde miktarı analizlerine tabi tutulmuştur. Ayrıca nugget örnekleri enstrümental tekstür özellikleri açısından da test edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlardan aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır:

1. Farklı kızartma yöntemlerinin (atmosferik ve basınçlı) kızartılmış hindi nugget örneklerinin pH değeri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Buna karşın fındık yağı kullanılarak kızartılan nugget örnekleri ayçiçek yağı ile kızartılan örneklere göre daha yüksek pH değeri vermiştir.
2. Nugget örneklerinde % nem değeri hem kızartma yönteminden hem de yağ çeşidinden etkilenmiştir. Kızartma işleminde yağ olarak fındık yağı kullanımı örneklerin % nem değerinde artışa neden olmuştur. Benzer şekilde basınçlı kızartılmış nuggetlarda, atmosferik koşullarda kızartılan nuggetlara göre daha yüksek nem içeriği tespit edilmiştir.
3. Et ve et ürünlerinde otooksidasyonun bir göstergesi olan TBARS değeri atmosferik koşullarda gerçekleştirilen kızartma işleminde basınçlı koşullarda gerçekleştirilen kızartma işlemine göre daha yüksek değerler vermiştir. Kızartma işleminde ayçiçek yağı kullanımı ile TBARS değeri artmıştır.
4. Hindi nugget örneklerinin iç kesit yüzeylerinde, yağ çeşidi parlaklığın ölçüsü olan L* değerini, kızartma yöntemi ise a* değerini önemli ölçüde etkilemiştir. Buna karşın sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b* değeri üzerinde ise hiçbir faktörün önemli

bir etkisi gözlenmemiştir. Örneklerin dış kesit yüzeylerinde ise, L^* değeri üzerinde kızartma yöntemi ve yağ çeşidi, a^* ve b^* değerleri üzerinde ise sadece kızartma yöntemi yönteminin etkili olduğu, kızartma yöntemi $\times$ yağ çeşidi interaksyonu ise hem L^* hem de a^* değeri üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Basınçlı kızartma atmosferik kızartmaya göre daha yüksek bir L^* ve daha düşük a^* değeri vermiştir. Yağ çeşidi açısından ise ayçiçek yağı daha yüksek L^* değeri göstermiştir.

5. Kızartmalık yağın kalitesinde önemli bir gösterge olan serbest yağ asidi miktarı üzerinde kızartma yöntemi oldukça etkili olmuştur. Atmosferik kızartma yönteminde basınçlı kızartmaya göre daha yüksek serbest yağ asidi değeri vermiştir. Kullanılan yağlar açısından ise en düşük serbest yağ asidi değerini fındık yağı vermiştir.
6. Atmosferik ve basınçlı kızartma yöntemleri peroksit değeri açısından genellikle benzer sonuçlar vermiştir. Yağ çeşidinin peroksit sayısına etkisi çok önemli seviyede olmuş ve ayçiçek yağı fındık yağına göre daha yüksek peroksit değeri vermiştir.
7. Ayçiçek yağında bir kez yapılan kızartma sonucunda toplam polar madde miktarının fındık yağına göre daha yüksek değerler belirlenmiştir. Atmosferik kızartma ile yüksek basınçlı kızartmaya ait değerler ise genellikle benzerdir. Bununla birlikte her iki yağ çeşidinde de sınır değer olan %25 aşılmamıştır.
8. Nugget gibi kızartılmış et ürünlerinde önemli bir kalite parametresi olan tekstür özellikleri açısından örneklerde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Basınçlı kızartma işlemi sertlik, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırırken; yapışkanlık, esneklik ve kohesivlik üzerinde kızartma yönteminin önemli bir etkisi olmamıştır. Kızartma işleminde ayçiçek yağı kullanımı fındık yağı kullanımına göre daha yüksek esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri vermiştir.

Sonuç olarak basınçlı kızartmanın ürün yüzey parlaklığını, kırmızı renk yoğunluğu ve lipid oksidasyonu açısından atmosferik kızartmaya göre daha iyi sonuçlar verdiği, bu yöntemin bazı tekstürel parametreleri geliştirdiği, fındık yağının serbest yağ asidi,

peroksit sayısı ve toplam polar madde yönünden daha düşük değerler verdiği, bu yağ çeşidinin çiğnenebilirlik başta olmak üzere bazı tekstürel parametrelerin değerlerinde artışa sebep olduğu ve bu sonuçlardan dolayı basınçlı kızartma ile fındık yağının kızartmada alternatif bir uygulama olabileceği ancak konu ile ilgili daha detaylı çalışmalara da ihtiyaç olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adedeji, A.A., Ngadi, M.O., Raghavan, G.S.V., 2009. Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*, 91(1), 146-153.
- Akar, M., 2016. Evaluation of frying performance of canola and sunflower oil. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksu, M.İ.W., Kaya, M., 2010. Kanatlı Etleri ve Ürünleri. Et ve et Ürünlerinin Kalite Kontrolü. Ed. M. Kıvanç. Anadolu Üniversitesi Yayınları. Eskişehir. Alçiçek, 78-108.
- Aladedunye, F., Przybylski, R., 2014. Aralıklı derin kızartmada palm olein ve modifiye kolza tohumu, ayçiçeği ve soya fasulyesi yağlarının performansı. *Avrupa Lipid Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 116(2), 144-152.
- Aladedunye, F.A., Przybylski, R., 2009. Protecting oil during frying: A comparative study. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(9), 893-901.
- Alarcón-Rojo, A.D., Guerrero-Legarreta, I., 2010. *Handbook of Poultry Science and Technology, Secondary Processing; Volume 2*.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttaş, H.C., Liyanapathirana, C.M., Rodrigues, F.B., 2003. Türk Tombul Fındığı (*Corylus avellana* L.). 2. Yağ özellikleri ve oksidatif kararlılık. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 51(13), 3797-3805.
- Albert, A., Perez-Munuera, I., Quiles, A., Salvador, A., Fiszman, S.M., ve Hernando, I., 2009. Kızartılmış hırpalanmış külçelerde yapışma: Üç pişirme prosedürü kullanılarak farklı hidrokolloidlerin performansları. *Gıda Hidrokolloidleri*, 23(5), 1443-1448.
- Albertos, I., Martin-Diana, A.B., Sanz, M.A., Barat, J.M., Diez, A.M., Jaime, I., Rico, D., 2016. Effect of high pressure processing or freezing technologies as pretreatment in vacuum fried carrot snacks. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33, 115-122.
- Altunakar, B., Sahin, S., Sumnu, G., 2004. Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 218(4), 318-322.
- Ananey-Obiri, D., Matthews, L., Azahrani, M.H., Ibrahim, S.A., Galanakis, C.M., Tahergorabi, R., 2018. Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 167-174.
- Andrés-Bello, A., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., 2011. Vacuum frying: an alternative to obtain high-quality dried products. *Food Engineering Reviews*, 3(2), 63.
- Anonim, 2012a. Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları ve Yönetmeliği, Resmi Gazete, S. 28290.
- Anonymous, 1989. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40*.
- Araya, K., Tsunematsu, S., 1987. Single droplet combustion of sunflower oil. *SAE transactions*, 96, 640-648.

- Bacchetta, L., Aramini, M., Zini, A., Di Giammatteo, V., Spera, D., Drogoudi, P., Botta, R., 2013. Fındıktaki yağ asitleri ve alfa-tokoferol bileşimi (*Corylus avellana* L.): Avrupa germplazmasının kalitesini vurgulamak için kemometrik bir yaklaşım. *Euphytica*, 191(1), 57-73.
- Ballard, T.S., Mallikarjunan, P., 2006. The effect of edible coatings and pressure frying using nitrogen gas on the quality of breaded fried chicken nuggets. *Journal of Food Science*, 71(3), 259-264.
- Bastida, S., Sánchez - Muniz, F.J., 2002. Derin kızartmada kullanılan tekli doymamış ve çoklu doymamış yağların kızartma ömrü değerlendirmesinde polar içerik ve TAG oligomer içeriği. *Amerikan Petrol Kimyagerleri Derneği Dergisi*, 79(5), 447-451.
- Bhattacharya, A.B., Sajilata, M.G., Tiwari, S.R., Singhal, R.S., 2008. Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbents. *Food Chemistry*, 110(3), 562-570.
- Bourne, M.C., 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32:62-72p.
- Choe, E., Min, D.B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*, 72(5), R77-R86.
- Das, R., Pawar, D.P., Modi, V.K., 2013. Quality characteristics of battered and fried chicken: Comparison of pressure frying and conventional frying. *Journal of Food Science and Technology*, 50(2), 284-292.
- Debnath, S., Rastogi, N.K., Krishna, A.G., ve Lokesh, B.R., 2012. Poori'nin derin yağda kızartması sırasında kızartma döngülerinin pirinç kepeği yağının fiziksel, kimyasal ve ısı transfer kalitesi üzerindeki etkisi: Hint geleneksel kızarmış yiyecekler. *Gıda ve Biyokütle İşleme*, 90(2), 249-256.
- Devseren, E., Tomruk, D., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F., 2016. Vakum altında kızartma işleminin gıda ve kızartma yağı kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14(1), 43-53.
- Dobarganes, C., Márquez-Ruiz, G., Velasco, J., 2000. Interactions between fat and food during deep-frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8-9), 521-528.
- Dogan, S. F., Sahin, S., Sumnu, G., 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*, 71(1), 127-132.
- Enríquez-Fernández, B.E., Álvarez de la Cadena y Yañez, L., Sosa-Morales, M.E., 2011. 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*, 46(6), 1231-1237.
- Erdoğan, F., Dejmek, P., 2010. Patateslerin yüksek basınçlı kızartması sırasında ısı transfer katsayısının belirlenmesi. *Gıda mühendisliği dergisi*, 96(4), 528-532.
- Fellows, P.J., 2009. *Food processing technology: principles and practice*. Elsevier.
- Fiszman, S., Sanz, T., Guerrero-Legarreta, I., 2010. Battering and breading: principles and system development. *Handbook of poultry science and technology, secondary processing*, 35-45.
- Fiszman, S.M., Salvador, A., 2003. Recent developments in coating batters. *Trends in Food Science and Technology*, 14(10), 399-407.
- Gadiraju, T.V., Patel, Y., Gaziano, J.M., Djoussé, L., 2015. Kızarmış gıda tüketimi ve kardiyovasküler sağlık: güncel kanıtların gözden geçirilmesi. *Besin Maddeleri*, 7(10), 8424-8430.

- Giuffrè, A.M., Zappia, C., Capocasale, M., 2017. Effects of high temperatures and duration of heating on olive oil properties for food use and biodiesel production. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(6), 819-830.
- Gökalp, H.Y., Kaya M., Tülek, Y. Ve Zorba, Ö., 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği (5. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No:70, Erzurum. 468.
- Gülüm, L., Akoğlu, İ.T., ve Akoğlu, A., 2019. Bildircin nugget üretimi ve depolama stabilitesinin belirlenmesi. *The Journal of Food*, 44(6), 254-968
Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Herrero, A.M., Ordóñez, J.A., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L., Cambero, M. I., 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat science*, 77(3), 331-338.
- Innawong, B., Mallikarjunan, P., Marcy, J., Cundiff, J., 2006. Pressure conditions and quality of chicken nuggets fried under gaseous nitrogen atmosphere. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(2), 231-245.
- İnci, H., Söğüt, B., Ayşan, T., Çelik, Ş., Şengül, T., Effect of Different Feeding Methods on Live Weight and Live Weight Gain in Turkeys. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 151-156.
- Jaswir, I., Man, Y.B.C., Kitts, D.D., 2000. Use of natural antioxidants in refined palm olein during repeated deep-fat frying. *Food research international*, 33(6), 501-508.
- Karabulut, I., Kayahan, M., Yaprak, S., 2003. Hidrojenasyon sırasında soya fasulyesi yağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişikliklerin belirlenmesi. *Gıda Kimyası*, 81(3), 453-456.
- Karabulut, I., Topcu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A., Ozay, D.S., 2005. Endüstriyel arıtma işleminin fındık yağının bazı özellikleri üzerindeki etkileri. *Avrupa Lipit Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 107(7-8), 476-480.
- Kayahan, M., 2003. Katı ve sıvı yağların kimyası. ODTÜ yayıncılık, Ankara. 220p.
- Lavoine, N., Givord, C., Tabary, N., Desloges, I., Martel, B., Bras, J., 2014. Elaboration of a new antibacterial bio-nano-material for food-packaging by synergistic action of cyclodextrin and microfibrillated cellulose. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 330-340.
- Lawson, H., 1995. Deep fat frying. In *food oils and fats* (pp. 66-115). Springer, Boston, MA.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51.
- Li, X., Wu, G., Yang, F., Meng, L., Huang, J., Zhang, H., Wang, X., 2019. Influence of fried food and oil type on the distribution of polar compounds in discarded oil during restaurant deep frying. *Food Chemistry*, 272, 12-17.
- Llopis-Albert, C., Capilla, J.E., 2009. Gauss dışı geçirgenlik alanlarının akış ve kütle taşıma verilerine kademeli olarak koşullandırılması: 3. Mississippi'deki (ABD) Columbus Hava Kuvvetleri Üssü'nde Macrodi
- Man, Y.B.C., Jaswir, I., 2000. Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 69(3), 301-307.
- Man, Y.B.C., Jaswir, I., 2000. Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 69(3), 301-307.

- Mohan Rao, V.N., Delaney, R.M., Mermelstain, N., 1995. Ekmekli tavuk parçalarının derin yağda kızartılması üzerine mühendislik perspektifi: Gıdaların derin yağda kızartmasının mühendislik yönleri. *Gıda Teknolojisi* (Chicago), 49(4), 138-141.
- Moreira, R. G., 2007. Departman of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, USA. Deep-fat frying, 210-237.
- Moreira, R.G., 2014. Vacuum frying versus conventional frying—An overview. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116(6), 723-734.
- Nas, S. , Gökalp H.Y., Ünsal, M., 2003. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders kitapları yayın no:005. Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli.
- Nawar, W.W., 1969. Lipitlerin termal bozulması. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 17(1), 18-21.
- Ngadi, M., Li, Y., Oluka, S., 2007. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *LWT-Food Science and Technology*, 40(10), 1784-1791.
- Ngadi, M.O., Wang, Y., Adedeji, A.A., Raghavan, G.S.V., 2009. Effect of microwave pretreatment on mass transfer during deep-fat frying of chicken nugget. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 438-440.
- Nor, F. M., Mohamed, S., Idris, N.A., and Ismail, R. 2008. Antioxidative properties of *Pandanus amaryllifolius* leaf extracts in accelerated oxidation and deep frying studies. *Food chemistry*, 110(2), 319-327.
- Nurkhuzaiah, K., Babji, A.S., Wan Rosli, W.I., Foo, S.P., 2015. Kızartma öncesinde ve sonrasında kırmızı palmye yağları ile karıştırılmış tavuk külçelerinin tokoferol ve tokotrienol içerikleri. *Oil Palm Research Dergisi*, 27(1), 82-89.
- Okur, A., 2008. Changes in oxidative stability and fatty acid composition of selected vegetable oils during deep-frying of potatoes.
- Oztop, M.H., Bansal, H., Takhar, P., McCarthy, K.L., McCarthy, M.J., 2014. Using multi-slice-multi-echo images with NMR relaxometry to assess water and fat distribution in coated chicken nuggets. *LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 690-694.
- Özer, H., Özbey, O., 2013. Comparison of some production characteristics of the white and bronze turkeys (*Meleagris gallopavo*) under intensive and semi-intensive conditions, I. Growth performance. *Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, Fırat Üniversitesi, 27(2), 87-92.
- Pankaj, S.K., Keener, K.M., 2017. A review and research trends in alternate frying technologies. *Current Opinion in Food Science*, 16, 74-79.
- Paul, S., Mittal, G. S., Chinnan, M.S., 1997. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(7), 635-662.
- Pedreschi, F., Kaack, K., Granby, K., 2004. Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying. *LWT-Food Science and Technology*, 37(6), 679-685.
- Peiretti, P. G., Medana, C., Visentin, S., Dal Bello, F., Meineri, G., 2012. Effect of cooking method on carnosine and its homologues, pentosidine and thiobarbituric acid-reactive substance contents in beef and turkey meat. *Food Chemistry*, 132(1), 80-85.

- Przybylski, R., Gruczynska, E., Aladedunye, F., 2013. Performance of regular and modified canola and soybean oils in rotational frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(9), 1271-1280.
- Rahimi, D., Kashaninejad, M., Ziaifar, A.M., Mahoonak, A.S., 2018. Effect of infrared final cooking on some physico-chemical and engineering properties of partially fried chicken nugget. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47, 1-8.
- Renner, Y., Oysun, Ç., 1984. Cholesterol metabolism of polyunsaturated fatty acids and atherosclerosis (in Turkish); *The Journal of Food Culture*: 9 Sayı: 1.
- Saguy, I.S., Dana, D., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of food engineering*, 56(2-3), 143-152.
- Saka, S., Aouacheri, W., Abdenour, C., 2002. The capacity of glutathione reductase in cell protection from the toxic effect of heated oils. *Biochimie*, 84(7), 661-665.
- Salunkhe, D.K., Adsule, R.N., Chavan, J.K., Kadam, S.S., 1992. *World oilseeds*. Springer Science and Business Media.
- Sánchez-Gimeno, A.C., Negueruela, A.I., Benito, M., Vercet, A., Oria, R., 2008. Some physical changes in Bajo Aragón extra virgin olive oil during the frying process. *Food Chemistry*, 110(3), 654-658.
- Shahidi, F., 2005. Quality assurance of fats and oils. *Bailey's industrial oil and fat products*.
- Dispersion Deneyi (MADE-2) sitesine uygulama. *Hidroloji Dergisi*, 371(1-4), 75-84.
- Stevenson, S.G., Vaisey-Genser, M., Eskin, N.A.M., 1984. Derin kızartma yağlarının kullanımında kalite kontrolü. *Amerikakan Petrol Kimyagerleri Derneği Dergisi*, 6(6), 1102-1108.
- Suderman, D.R., 1983. Gıda ürünlerinde hamur ve ekmek kullanımı: Bir inceleme. *Hamur ve ekmek teknolojisi*, 1-14.
- Şimşek, A., & Serindağ, O. Kızartma Yağlarının Kararlılığı Ve Termal Yöntemler İle Kalitesinin Belirlenmesi.
- Tekin, A., Cizmeci, M., Karabacak, H., Kayahan, M., 2002. Trans FA and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(5), 443-445.
- Teruel, M.R., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., Linares, M.B., Garrido, M.D., 2014. Use of vacuum-frying in chicken nugget processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 482-489.
- Teruel, M.R., Garrido, M.D., Espinosa, M.C., Linares, M.B., 2015. Effect of different format-solvent rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis*) on frozen chicken nuggets quality. *Food Chemistry*, 172, 40-46.
- Xue, J., Ngadi, M., 2009. Effects of methylcellulose, xanthan gum and carboxymethylcellulose on thermal properties of batter systems formulated with different flour combinations. *Food Hydrocolloids*, 23(2), 286-295.
- Yamsaengsung, R., Moreira, R.G., 2002. Derin yağda kızartma sırasında taşınım olaylarının modellenmesi ve yapısal değişiklikler: Bölüm I: Model geliştirme. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 53(1), 1-10.
- Yılmaz, E., Aydeniz, B., 2011. Quantitative assessment of frying oil quality in fast food restaurants. *Gıda*, 36(3), 121-127.
- Yılmaz, E., Aydeniz, B., 2014. Farklı doğal antioksidanların kızartma süresince yer fıstığı yağının fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Academic Food Journal*. 12(1).

- Zhang, Q., Qin, W., Lin, D., Shen, Q., Saleh, A.S., 2015. The changes in the volatile aldehydes formed during the deep-fat frying process. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 7683-7696.
- Ziaiiifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., Trystram, G., 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(8), 1410-1423.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Erzurum'un Tortum ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. Lise öğrenimini Şükrüpaşa Anadolu lisesinde tamamladı. 2012 yılında girdiği Erzurum M.Y.O Gıda Teknolojisi bölümünden 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl başladığı Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliğinden 2016 yılında mezun oldu. 2017 yılında Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başladı.

