



**TAVUK BURGER ÜRETİMİNDE OLEOJEL
KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

Gamze TUYSUZ

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2024

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**TAVUK BURGER ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL
VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

(The Effect of Oleogel Usage on Physicochemical and Sensory Properties in Chicken Burger
Production)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gamze TUYSUZ

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Erzurum

Ocak, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Gamze TUYSUZ tarafından hazırlanan “TAVUK BURGER ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ” başlıklı çalışması 23 / 01 / 2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi İzzet ÖZHAMAMCI <i>Ardahan Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır

Enstitü Yönetim
Kurulunun / ... /
tarih ve sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

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.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında sunulan “TAVUK BURGER ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	18	30
Kuramsal Temeller	0	30
Materyal ve Yöntem	33	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	15	20
Sonuç ve Öneriler	0	20
Tezin Geneli	22	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Gamze TUYSUZ	Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE
23.1.2024	23.1.2024

İmza: Aslı Islak İmzalıdır

İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖK Tez'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü eğitimimden başlayarak, yüksek lisans tezimin planlanmasından tamamlanmasına kadar geçen tüm süreçte yardımcı ve anlayışlı olan hayatıma yön kazandıran çok kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye tüm içtenliğimle minnetlerimi sunar, şükran ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmamda desteklerini hiç esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Şeyma ŞİŞİK OĞRAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez ve laboratuvar çalışmalarımın tüm aşamalarının planlanması ve yürütülmesinde desteklerini gördüğüm, yardımları ve bilgilerini esirgemeyen Yüksek Gıda Mühendisi Mine KIRKYOL' a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda her türlü emeği olan değerli çalışma arkadaşlarım Ceren SÖĞÜT'e ve Şeyma YAZICI' ya teşekkürlerimi sunar bundan sonraki hayatlarında başarılar dilerim.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, sabırla beni destekleyip cesaretlendiren, maddi-manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan desteklerini her zaman hissettiğim babam İsmail ÇORUH'a annem Aynur ÇORUH'a ve abilerim Cihan ve Sinan ÇORUH'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tanıştığımız günden beri hayatıma değer katan, sabır ve sevgi ile desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim Serhan TUYSUZ'a teşekkürlerimi sunmaktan mutluluk duyarım.

Gamze TUYSUZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAVUK BURGER ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Gamze TUYSUZ

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Amaç: Araştırmada tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanımının fizikokimyasal ve duysal özelliklere etkilerinin tespit edilmesi ve böylece fındık yağı oleojelinin tavuk burger üretiminde kullanım imkanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmada farklı oranlarda hayvansal yağ ve/veya fındık yağı oleojeli kullanılarak (%20 sığır et yağı; %15 sığır et yağı + %5 fındık yağı oleojeli; %10 sığır et yağı + %10 fındık yağı oleojeli; %5 sığır et yağı + %15 fındık yağı oleojeli; %20 fındık yağı oleojeli) beş farklı grup tavuk burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen tavuk burgerlerin pH, su aktivitesi, nem içeriği, renk özellikleri ve TBARS değerleri pişirme öncesi ve sonrasında tespit edilmiştir. Ayrıca, pişmiş örneklerde yağ asidi kompozisyonu belirlenmiş ve tekstür profil analizi ile duysal değerlendirme yapılmıştır.

Bulgular: Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine fındık yağı oleojeli kullanımının pişirme öncesinde pH, nem içeriği ve su aktivitesi ile renk özelliklerinden L* ve b* değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir. Pişirme sonrasında ise tavuk burgerlerin nem içeriği, su aktivitesi, TBARS, L* ve a* değerlerinin oleojel kullanımından önemli seviyede etkilendiği görülmüştür. Ayrıca tüm gruplarda pişirme işleminin bu parametreler üzerinde önemli seviyede etkili olduğu gözlenmiştir. Tavuk burgerlerde tespit edilen pişirme kaybı ve büzülme değerlerinin fındık yağı oleojeli kullanımından etkilendiği belirlenmiştir. Fındık yağı oleojeli kullanımı tavuk burgerlerde doymuş yağ asidi miktarında azaltmaya tekli ve çoklu doymamış yağ asidi miktarında artışa sebep olmuştur. Hayvansal yağın fındık yağı oleojeli ile ikamesi tekstürel parametrelerden sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik üzerinde önemli seviyede etkili olmuş ve bu parametrelerde azalmaya yol açmıştır. Benzer şekilde duysal özelliklerden tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirliğin de oleojel kullanımıyla azaldığı tespit edilmiştir.

Sonuç: Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine belirli oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılmasının mümkün olduğu görülmüştür. Hayvansal yağın fındık yağı oleojeliyle ikame edilmesi yağ asidi profilinde iyileşme sağlamıştır. Diğer yandan tekstürel ve duysal özellikler dikkate alındığında tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine en fazla %50 oranında fındık yağı oleojeli kullanımının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tavuk burger, fındık yağı, oleojel, TPA, yağ asidi kompozisyonu

Ocak 2024, 63 sayfa

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION

THE EFFECT OF OLEOGEL USAGE ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES IN CHICKEN BURGER PRODUCTION

Gamze TUYSUZ

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE

Purpose: The study aimed to detect the effects of using hazelnut oil oleogel at different rates instead of animal fat in the production of chicken burgers on physicochemical and sensory properties and thus to determine the possibilities of using hazelnut oil oleogel in the production of chicken burgers.

Method: In the research, five different groups of chicken burgers were produced using different amounts of animal fat and/or hazelnut oil oleogel (20% beef fat; 15% beef fat + 5% hazelnut oil oleogel; 10% beef fat + 10% hazelnut oil oleogel; 5% beef fat + 15% hazelnut oil oleogel; 20% hazelnut oil oleogel). pH, water activity, moisture content, color properties, and TBARS values of the produced chicken burgers were determined before and after cooking. In addition, fatty acid composition was determined, and texture profile analysis and sensory evaluation were made in cooked samples.

Findings: It was determined that the use of hazelnut oil oleogel instead of animal fat in chicken burger production significantly affected pH, moisture content, water activity, and L* and b* values of color properties before cooking. After cooking, it was observed that the moisture content, water activity, TBARS, L*, and a* values of chicken burgers were significantly affected by the use of oleogel. In addition, the cooking process had a significant effect on these parameters in all groups. The cooking loss and shrinkage values determined in chicken burgers were affected by the use of hazelnut oil oleogel. The use of hazelnut oil oleogel caused a decrease in the amount of saturated fatty acids in chicken burgers and an increase in the amount of mono- and polyunsaturated fatty acids. Substitution of animal fat with hazelnut oil oleogel significantly affected hardness, resilience, cohesiveness, springiness, and chewiness, and led to a decrease in these parameters. Similarly, it has been determined that taste, smell, texture, and general acceptability among the sensory properties decreased with using oleogel.

Results: It has been observed that it is possible to use hazelnut oil oleogel in certain proportions instead of animal fat in the production of chicken burgers. Substituting animal fat with hazelnut oil oleogel improved the fatty acid profile. On the other hand, considering the textural and sensory properties, it was concluded that it would be more appropriate to use hazelnut oil oleogel at a rate of maximum 50% instead of animal fat in chicken burger production.

Keywords: Chicken burger, hazelnut oil, oleogel, TPA, fatty acid composition

January 2024, 63 sayfa

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
MATERYAL VE METOD	7
Materyal	7
Yöntem.....	7
Tavuk burger köftesi üretimi.....	7
Oleojel hazırlanması.....	8
pH tayini.....	8
Nem tayini	8
Su aktivitesi (a_w) tayini	8
Pişirme kaybı.....	8
Büzülme değeri	8
Renk analizi.....	9
TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) analizi	9
Tekstür profil analizi	9
Yağ asidi kompozisyonu analizi	9
Duyusal analiz	9
İstatistiki analiz	10
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	11
pH.....	11
Nem İçeriği.....	13
Su Aktivitesi (a_w)	15
TBARS	17

Renk (L^* , a^* , b^*)	20
Pişirme Kaybı.....	25
Büzölme Değeri	26
Yağ Asidi Kompozisyonu	28
TPA Sonuęları.....	38
Duyusal Analiz Sonuęları	42
SONUÇ ve ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ.....	51



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tavuk Burger Üretiminde Kullanılan Hayvansal Yağ ve Oleojel Oranları	7
Tablo 2. Duyusal Değerlendirme Formu	10
Tablo 3. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen pH Değerleri.....	11
Tablo 4. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	12
Tablo 5. Tavuk Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	13
Tablo 6. Tavuk Burgerlerde Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen % Nem İçerikleri.....	13
Tablo 7. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Nem İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	14
Tablo 8. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Nem İçeriklerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	15
Tablo 9. Tavuk Burgerlerde Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen a_w Değerleri.....	15
Tablo 10. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Su Aktivitesi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	16
Tablo 11. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Su Aktivitesi Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	17
Tablo 12. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$).....	18
Tablo 13. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	18
Tablo 14. Tavuk Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	19
Tablo 15. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen Renk Değerleri.....	20
Tablo 16. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	22
Tablo 17. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Renk Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	24

Tablo 18. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Pişirme Kaybı Değerleri.....	25
Tablo 19. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Pişirme Kaybı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	26
Tablo 20. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Pişirme Kaybı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	26
Tablo 21. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Büzülme Değerleri	27
Tablo 22. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Büzülme Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	27
Tablo 23. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Büzülme Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	27
Tablo 24. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu (%)	29
Tablo 25. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Yağ Asidi Bileşimine Ait Varyans Analiz Sonuçları	31
Tablo 26. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Ortalama Doymuş Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	36
Tablo 27. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TPA Değerleri	38
Tablo 28. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TPA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	40
Tablo 29. Tavuk Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	42
Tablo 30. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Duyusal Analiz Puanlarına Ait Ortalama Değerler	42
Tablo 31. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Duyusal Puanlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	43
Tablo 32. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Duyusal Puanlarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	44

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
a_w	: Su Aktivitesi
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
μ	: Mikro
MDA	: Malondialdehyde
M	: Molarite
mJ	: Milijoule
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
nm	: Nanometre
s	: Saniye
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
GRAS	: Generally Recognized As Safe (Genel Olarak Güvenli Kabul Edilebilir)

GİRİŞ

Günümüz yaşantısının yoğun temposuna yetişebilmek ve kolay beslenmek zorunda kalan insanlar için kısa sürede hazırlanıp hızlı servis edilebilen gıdalar olarak tanımlanan ve 1950'lerden itibaren hayatımıza giren hazır gıdaların (Fastfood) tüketimi gün geçtikçe artmaya devam etmektedir. Fastfood ürünleri genellikle besin değeri düşük, kalori oranı yüksek, bolca tuz ya da şeker içeren, ayrıca hayvansal kaynaklı doymuş yağ asitleri ve renklendirici gibi katkı maddeleri barındıran yiyeceklerdir. Bu gıdaların tüketimi sonucu ortaya çıkan yanlış beslenmeyle birlikte tüketicilerde yüksek kolesterol seviyesi, kalp ve damar hastalıkları, obezite ve çeşitli kanser türleri gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir (Çakır, 2021).

Fastfood olarak tüketilen et ürünlerinin bileşiminde yer alan yağlar esasen hayvansal kaynaklıdır. Doymuş yağ asitlerince zengin hayvansal yağlar vücuttaki toplam kolesterol ile LDL yani kötü kolesterolün yükselmesine neden olabilmektedir. Damarlarda biriken kolesterol kalbe giden kan akışını azaltarak kalbi yormakta ve kalp krizi riskini artırmaktadır. Hayvansal yağların aşırı tüketimi vücutta yağ birikimine yol açarak kilo artışına ve dolayısıyla obeziteye, ayrıca Tip 2 diyabet oluşumuna ve buna bağlı olarak insülin direnci gelişimine neden olabilmektedir. Bu etkilerin yanı sıra fazla tüketilen hayvansal yağların kansere yol açabileceği de bildirilmektedir (Anonim, 2023). Bu kapsamda Dünya Sağlık Örgütü toplam yağ ve kolesterol tüketiminin azaltılmasını, ayrıca yüksek orandaki doymuş yağ içeriği nedeniyle işlenmiş et ürünlerinin belirli seviyelerde tüketilmesini tavsiye etmektedir (WHO, 2023). Ayrıca artan tüketici bilinci nedeniyle hayvansal yağın azaltıldığı veya ikame edildiği et ürünlerine olan ilgi de gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum, et ürünlerinde hayvansal yağın azaltılmasını ve/veya ikame edilmesini içeren çalışmalara yoğunlaşılmasına neden olmaktadır. Diğer yandan bu tip et ürünlerinde kullanılan hayvansal yağların ürün kalitesi üzerinde önemli etkileri söz konusudur. Hayvansal yağlar, bu ürünlere lezzet katmakta, teknolojik ve dokusal özelliklerin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Ferro *et al.*2021). Bu nedenle et ürünlerinde hayvansal yağın ikame edilmesinde kullanılacak maddelerin hem hayvansal yağın üründe sağladığı olumlu etkileri mümkün olduğunca karşılayabilmesi hem de ürünün sağlık üzerindeki etkisini olumlu yönde geliştirmesi beklenmektedir.

Et ürünlerinde hayvansal yağın ikamesine yönelik yapılan çalışmalarda farklı maddelerin kullanımı söz konusudur. Bu kapsamda diyet lifleri, çeşitli tahıllar, hayvansal proteinler, hidrokolloidler, mantarlar ve jelleştirilmiş bitkisel yağlar (oleojeller) et ürünlerinde

hayvansal yağın kısmen veya tamamen ikamesi için kullanılabilir (Dominguez *et al.* 2022). Bununla birlikte özellikle son yıllarda hayvansal yağ yerine oleojellerin kullanımına yönelik gittikçe artan bir ilgi de bulunmaktadır. Oleojelasyon, sıvı yağların bir oleojelatör yardımıyla katı yağ özelliği gösteren jel benzeri bir yapıya dönüştürülmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bu işlem sonucunda elde edilen oleojellerde, sıvı yağların özellikleri korunmakta ve trans yağ oluşumu da gerçekleşmemektedir (Pehlivanoğlu *et al.* 2018; Li *et al.* 2022). Bu yönleri ile oleojelasyon, gıda endüstrisinde katı yağların yerine, sıvı yağların katı bir formda kullanımına yönelik umut verici bir yöntemdir. Oleojelasyonda kullanılan yağlar ve oleojelatörler, oluşturulan oleojellerin özelliklerini belirleyen temel faktörlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde fındık yağı, fındık ağacının (*Corylus avellana L.*, *Corylus maxima* ve *Corylus colbina*) meyvelerinden elde edilen bitkisel bir yağ olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2012). Fındık yağı yüksek oranda oleik asit içeren (yaklaşık %80) ve ayrıca linoleik, palmitik, stearik ve linolenik gibi önemli doymamış yağ asitlerince zengin olan hoş kokulu bir bitkisel yağdır (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Cercaci vd 2003). Fındık yağında yüksek oranda bulunan tekli doymamış yağ asidi olan oleik asidin sağlık üzerinde önemli pozitif etkiler sağladığı bildirilmektedir (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Alasalvar *et al.* 2003). Çoklu doymamış yağ asitlerinin ise sağlık ve beslenme için önemli oldukları iyi kolesterol olarak bilinen HDL'yi artırdığı, kalp krizi ve felç riskinin azaltılmasına yardımcı oldukları tespit edilmiştir (Göğüs *et al.* 2010). Fındık yağı doğal bir antioksidan olan E vitamini (alfa- tokoferol) açısından da oldukça zengin bir kaynaktır (Alasalvar *et al.* 2006). E vitaminin çeşitli kalp hastalıkları, tip 2 diyabet, hipertansiyon ve kanser gibi kronik hastalıklar ile Alzheimer'a yakalanma riskini düşürebildiği ve mevcut hastalıklara karşı korucuyu etkisi olduğu ifade edilmektedir (Gunstone and Harwood, 2007). Ayrıca, Alman Bild Gazetesi yaşam için en sağlıklı yağların bilimsel verilerine yer vererek fındık yağının insan vücuduna en faydalı yağ olduğunu, iyi kolesterolü yükselten ve en hızlı enerjiye dönüştürülen yağ olarak birinci sırada yer aldığını vurgulamıştır (Kıvrak, 2023). Fındık yağının ekonomik ve besinsel açıdan değerli olması nedeniyle gıda sektöründe kullanılmasının yanı sıra ilaç, deri, boya, sabun ve kozmetik sektörlerinde kullanımı da söz konusudur.

Bitkisel yağlardan oleojellerin oluşturulmasında oleojelatör olarak bitkisel mumlar mono- ve digliseritler, fosfolipitler, fitosteroller, yağ asitlerinin alkoller veya esterleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında mumlar yüksek yapılandırma kabiliyetleri ve yağ bağlama kapasiteleri nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Soleimanian *et al.* 2020). Mumlar, yağ asitlerinin ve yağ alkollerinin uzun zincirli esterlerinden oluşan kimyasal olarak heterojen maddelerdir. Birçoğunun tarımsal yan ürünler olması dolayısıyla mumlar, ticari olarak kolay

bulunabilir ve ekonomiktirler (Blake *et al.*2018). Mumların bir diğer avantajı da gıda endüstrisinde kullanımları için birçoğunun halihazırda onaylanmış olmasıdır(GRAS). Hidrofobik yapıda olan mumlar, kimyasal bileşimlerine bağlı olarak farklı erime sıcaklıklarına (30–90°C) sahip olup oda sıcaklığında katıdırlar (Jana and Martini 2016). Yüksek yağ bağlama kapasiteleri nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bile oleojel oluşturma yeteneğine sahip olduklarından mumların etkili oleojelatörler olduğu bildirilmektedir (Hwang *et al.* 2012; Patel *et al.* 2013). Karnauba palmyesi (*Copernicia prunifera*) yapraklarından elde edilen karnauba mumu, oleojelasyonda kullanılan önemli bir bitkisel mum çeşididir. Karnauba mumu sert ve parlak bir yapıda olup yüksek bir erime noktasına (80–85 °C) sahiptir (Wang *et al.* 2022). Heterojen özellik gösteren karnauba mumu, %84 mum esterleri, %6,5-9,5 yağ asitleri, yağ alkolleri ve hidrokarbonlar ile %6,5-10 reçineler içermektedir (Blake *et al.* 2018).

Fastfood restoranlarda tüketime sunulan en yaygın et ürünlerinden birisi tavuk burger köftedir. Bu ürün yüksek oranda hayvansal yağ içerebilmekte ve bu nedenle fazla tüketimi insan sağlığı üzerinde bir risk oluşturmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliğinde köfte, kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin veya kanatlı hayvan karkas etlerinin biri veya birkaçının karışımına, aynı ve/veya farklı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı veya kanatlı et karışımı veya pişirilmiş et ürünü olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2018). Literatürde çeşitli et ürünlerinde hayvansal yağ yerine farklı bitkisel yağlardan farklı oleojelatörler ile oluşturulan oleojellerin kullanımına yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Moghtadaei *et al.*2018; Oh *et al.*2019; Gomez *et al.*2019; Martins *et al.*2019; Aliasl khiabani *et al.*2020; Özer and Çelegen *et al.*2021; Moghtadaei *et al.*2021; Teixeira *et al.*2021; Lopes *et al.*2022; Hamidioğlu *et al.*2022; Zhang *et al.*2023). Bu çalışmaların birçoğunda ilgili ürünlerde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının belirli oranlarda mümkün olabileceği, bazı kalite özelliklerinde değişimlerin meydana geldiği, özellikle yağ asidi bileşimi ile tekstürel ve duyuşal özellikler açısından farklı oleojellerin kullanımına yönelik yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Ayrıca tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine fındık yağı oleojeli kullanımının dikkate alındığı herhangi bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Mevcut bu çalışmada fındık yağından karnauba mumu kullanılarak oluşturulan oleojelin tavuk burger köftesinde hayvansal yağ yerine belirli oranlarda kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikler üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Bu tez çalışmasında fındık yağı oleojeli oluşturularak tavuk burger üretiminde bir hayvansal yağ ikamesi olarak farklı oranlarda kullanılmış ve elde edilen burgerlerde fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Aşağıda konu ile ilgili literatürde yer alan bazı çalışmalar hakkında özet bilgiler sunulmuştur.

Selani *et al.* (2016) günümüz hayatında kolay beslenme için tercih edilen fastfood tüketiminin önemli bir parçası olan hamburger köftesinin yüksek yağ içeriğine sahip olması nedeniyle sağlık problemlerine yol açabileceğini ve bu nedenle de tüketiminin ekonomik açıdan olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Bu durumun, et ve et ürünlerinde yağ ikame maddelerinin kullanılmasına, ürünlerdeki yağ oranlarının değiştirilmesine veya yağ miktarının azaltılmasına yönelik çalışmaların artmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu kapsamda özellikle son yıllarda, yemeklik sıvı yağların oleojel adı verilen jel benzeri bir yapıda, gıda ürünlerinde hayvansal yağ ikamesi olarak kullanılabileceği bildirilmektedir (Wang *et al.* 2016). Oleojel kullanımıyla besinsel açıdan ve doymamış yağ asitlerince zengin, kolesterol oranı düşük ve sağlıklı ürünlerin elde edilebileceği ifade edilmiş, ancak doğru uygulamalar için fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğu da belirtilmiştir (Yenioğlu Demiralp vd 2017; Hwang 2012).

Moghtadaei *et al.* (2018), sığır etinden burger üretiminde hayvansal yağ yerine susam yağı oleojelinin kullanımını incelemişlerdir. Araştırmada, oleojel kullanımının burgerlerin sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Burgerlerin yağ asidi profilinde ve renginde önemli bir değişim olmamışken, pişirme kaybında azalma, lipid oksidasyonu ve büzülmede ise artış olduğu tespit edilmiştir.

Gomez *et al.* (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, burgerlerde hayvansal yağ ikame maddesi olarak farklı yağların karışımından (zeytinyağı, keten tohumu yağı ve balık yağı) etil selüloz veya balmumu kullanılarak oleojeller hazırlanmıştır. Çalışmada, oleojel kullanımının burgerlerin yağ asidi profilinde iyileşmeye (PUFA/SFA oranında artış) neden olduğu tespit edilmiş ayrıca duyuşal açıdan etil selüloz ile hazırlanan oleojelin kullanıldığı burgerlerde daha yüksek puanlar elde edildiği bildirilmiştir.

Kanola yağından hidroksipropil metilselüloz ile hazırlanan oleojelin sığır etinden üretilen köftelerde hayvansal yağ yerine kullanım imkanlarının belirlendiği bir çalışmada, köftelerdeki doymuş yağ asidi oranının ve pişirme kaybının oleojel kullanımıyla azaldığı, doymamış yağ asidi oranının ise arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte köftelerdeki sertlik

değerinin oleojel kullanımıyla azaldığı ve duyuasal açıdan en yüksek genel kabul edilebilirlik puanlarının hayvansal yağın %50 oranında kanola yağı oleojeli ile ikame edildiği grupta belirlendiği rapor edilmiştir. Araştırma sonunda köfte üretiminde hayvansal yağ yerine kanola yağı oleojelinin kullanımının mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır (Oh *et al.* 2019).

Martins *et al.* (2019) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise domuz etinden üretilen köftelerde keten tohumu yağı bazlı oleojelin hayvansal yağ yerine kullanımı araştırılmıştır. Çalışmada, oleojel kullanımıyla köftelerdeki yağ asidi profilinde değişimlerin meydana geldiği ve Omega-6/Omega-3 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, oleojel kullanılarak üretilen köftelerin sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel özelliklerinde kontrole göre önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Sonuçta, köftelerde oleojel kullanımının uygun olduğu, bununla birlikte duyuasal özelliklerin geliştirilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir.

Agregán *et al.* (2019), domuz köftelerinde hayvansal yağ yerine keten tohumu yağı oleojeli ve doğal bir katkı maddesi olarak da alg ekstratı kullanmışlardır. Köftelerin depolama sırasında pH değerlerinde önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Keten tohumu bazlı oleojellerin kullanıldığı köftelerde depolamanın 11.gününde pH değerinde düşüş gözlemlenirken, köftelere alg ekstratı ilavesiyle 15.günden sonra pH' da artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca oleojel kullanımıyla köftelerin oksidasyon stabilitesinde düşüş meydana geldiği, duyuasal özelliklerinde önemli bir farklılık oluşmadığı tespit edilmiştir.

Soya yağından karnauba mumu kullanılarak hazırlanan oleojelin kek ve sığır eti burger üretiminde kullanım imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada, oleojel hazırlanırken adipik asit ilavesinin hidrojen bağları oluşturarak olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Bu oleojelin hayvansal yağ yerine sığır eti burgerinde kullanımının daha kabul edilebilir bir doku profili, renk ve organoleptik özellikler sağladığı bildirilmiştir. Araştırmada, fırıncılık ve et ürünlerinde adipik asit ile güçlendirilmiş bu oleojelin kullanımının, daha düşük doymuş ve trans-yağ asidine sahip gıda ürünlerinin üretimine imkan sağlayacağı ileri sürülmüştür (Aliasl khiabani *et al.* 2020).

Özer and Çeleğen (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, zeytinyağı bazlı emülsiyon ile hazırlanan oleojel sığır burgerlerde hayvansal yağ yerine kullanılmıştır. Belirli oranlarda oleojel ve %1 oranında bezelye kabuğu unu kullanılarak üretilen burgerlerde, yağ içeriğinde ve TBARS değerlerinde düşüş, pişirme verimi ve doymamış yağ asidi miktarında ise artış gözlenmiştir. Tekstürel özellikler bakımından oleojel kullanılan köftelerde sertlik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler

sonucunda zeytinyağı esaslı oleojelin ve bezelye kabuğu tozu kullanımının, hayvansal yağ oranı azaltılmış burger köfte üretiminde kullanılmaya uygun olduğu tespit edilmiştir.

Palamutoğlu (2021), çörek otu yağı ve ayçiçek yağı karışımından karnauba mumu kullanarak hazırladığı oleojeli, köfte üretiminde bir hayvansal yağ ikamesi olarak kullanmıştır. Hayvansal yağ yerine oleojel kullanılarak üretilen köftelerde renk değerleri, pişirme parametreleri, lipid oksidasyonu ve tekstürel özellikler belirlenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında oleojel ikameli tüm köftelerde sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Duyusal açıdan ise kontrol grubuna göre oleojel kullanılan köftelerin daha yüksek puanlar aldığı ve %25 oranında oleojel kullanılarak üretilen köftelerin görünüm açısından daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Teixeira *et al.* (2021) tarafından yapılan bir çalışmada keçi etinden üretilen burgerlerde hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağı bazlı oleojel kullanılmıştır. Oleojel kullanılan burgerlerde, hayvansal yağ kullanılanlara göre daha yüksek a^* ve b^* değerleri belirlenmişken, daha düşük sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca, oleojel kullanımıyla MUFA ve PUFA değerlerinde artış olduğu böylece burgerlerin yağ asidi profilinin geliştiği ifade edilmiştir.

Köfte üretiminde hayvansal yağ yerine susam yağı oleojeli kullanılan bir çalışmada, oleojel içeren köftelerde daha yüksek miktarda linoleik ve linolenik asit belirlenmiş, daha düşük miktarda ise palmitik ve stearik asit tespit edilmiştir. Köftelerde oleojel kullanılmasının pişirme kaybında azalmaya yol açtığı, ayrıca tekstürel özelliklerden sertlik ve çiğnenebilirlikte gelişmeler sağlayarak ürün kalitesini artırdığı bildirilmiştir. Araştırmada, oleojel içeren burgerlerin besinsel ve teknolojik özelliklerindeki gelişmeler dikkate alınarak, hayvansal yağ ikamesi olarak oleojel kullanımının mümkün olduğu ifade edilmiştir (Moghtadaei *et al.* 2021).

Lopes *et al.* (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ise burger üretiminde kullanılan hayvansal yağ, domuz derisi ve zeytinyağı oleojeli ile ikame edilmiştir. Araştırmada, oleojel kullanımıyla burgerlerin yağ asidi profilinde iyileşme olduğu, oleojel içeren burgerlerde yağ içeriğinde %80 ve enerji içeriğinde %35 azalma meydana geldiği, protein içeriğinde ise %15 artış olduğu tespit edilmiştir.

Burger köfte üretiminde oleojel kullanımıyla ilgili yapılan diğer çalışmalardan birinde hayvansal yağ yerine en fazla %75 oranında ayçiçek yağı oleojeli kullanımının mümkün olduğu (Ghiasi and Golmakani 2022); bir diğerinde ise kenevir yağı oleojeli kullanımının çoklu doymamış yağ asitlerinde artışa sebebiyet verdiği ve duyusal özellikleri geliştirdiği rapor edilmiştir (Hamidioğlu *et al.* 2022).

MATERYAL VE METOD

Materyal

Tavuk burger köftesi yapımında kullanılan piliç göğüs eti ve sığır et yağı yerel piyasadan temin edilerek soğuk zincir eşliğinde laboratuvar ortamına getirilmiş ve ayrı ayrı kıymaya çekildikten sonra burger köfte üretimine kadar $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de kısa süreli olarak muhafaza edilmiştir. Oleojel hazırlanmasında kullanılan fındık yağı ile karnauba vaksı ise ulusal ticari firmalardan temin edilmiştir.

Yöntem

Tavuk burger köftesi üretimi

Araştırmada beş farklı grup tavuk burger üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu köfte hamuru %80 tavuk göğüs eti, %20 sığır et yağı, %1,5 tuz, %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır. Diğer gruplarda ise hayvansal yağ oranı azaltılarak yerine Tablo1 de verilen oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılmıştır.

Tablo 1. Tavuk Burger Üretiminde Kullanılan Hayvansal Yağ ve Oleojel Oranları

Muamele	Kullanılan Oranlar	
	Hayvansal Yağ %	Oleojel %
A(kontrol)	20	0
B	15	5
C	10	10
D	5	15
E	0	20

Formülasyon da yer alan bileşenler yoğurma makinesi kullanılarak (Schafer Prochef XL Stand Mikserinde) homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmış ve oluşturulan köfte hamurundan hazır bir kalıp (7 cm çap ve 1 cm kalınlık) yardımıyla burger köfteler hazırlanmıştır. Hazırlanan köfteler verilen şeklin korunması için bir gece -18°C 'de tutulmuş ardından $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 18 saat süreyle çözündürüldükten sonra her bir yüzeyi 4 dakika olacak şekilde toplam 8 dakika süreyle ısıtıcı plaka üzerinde 180°C 'de pişirilmiştir. Pişirme öncesi ve sonrasında alınan köfte örneklerinde fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiş, tekstür profil analizi ve duyuusal analiz ise sadece pişmiş örneklerde yapılmıştır.

Oleojel hazırlanması

Fındık yağına ağırlıkça %10 (w/w) oranında karnauba vaksı katılarak, karışım su banyosunda 90°C'ye kadar ısıtılmış ve oleojelatörün (karnauba vaksı) tamamen erimesi sağlanmıştır. Ardından elde edilen karışım vortekslenerek homojen hale getirilmiş ve oda sıcaklığında 24 saat süreyle bekletilmiştir. Hazırlanan fındık yağı oleojeli tavuk burger üretimine kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

pH tayini

Tavuk burgerlerin pH değerleri, pH-metre cihazı (Crison Instruments, S.A.) kullanılarak ölçülmüştür. pH-metre cihazı kullanılmadan önce kalibre edilmiştir (pH: 4 ve 7). Bir kavanoz içerisine 10 g örnek tartılmış ve üzerine 90 ml saf su eklenerek homojenize edilmiştir. pH ölçümü oluşturulan bu süspansiyonda gerçekleştirilmiştir.

Nem tayini

Nem tayini için darası alınmış paslanmaz çelik kurutma kaplarına yaklaşık 10 g örnek tartılarak kurutma dolabına (100-105°C) yerleştirilmiş ve sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Meydana gelen ağırlık kaybından yola çıkılarak örneklerdeki %nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2005).

Su aktivitesi (a_w) tayini

a_w değeri belirlenecek örnekler özel plastik kaplar içerisinde su aktivitesi tayin cihazına (Novasina, TH-500 a_w Sprint, Switzerland) yerleştirilmiş ve 25°C'de ölçüm alınmıştır. Cihazı kullanılmadan önce altı farklı tuz çözeltisi ile kalibre edilmiştir.

Pişirme kaybı

Tavuk burgerler pişirme işleminden önce ve sonra tartılmış, ardından aşağıda verilen formüle göre pişirme kaybı hesaplanmıştır (Murphy *et al.* 1975).

$$\text{Pişirme Kaybı (\%)} = \frac{\text{Pişirme öncesi köfte ağırlığı} - \text{Pişirme sonrası köfte ağırlığı}}{\text{Pişirme öncesi köfte ağırlığı (g)}} \times 100$$

Büzülme değeri

Pişirme işlemi öncesi ve sonrasında boyutları (kalınlık ve çap) ölçülen tavuk burgerlerin büzülme değeri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (El-Magoli *et al.* 1996).

$$\text{Büzülme (\%)} = \frac{(\text{pişmemiş kalınlık} - \text{pişmiş kalınlık}) + (\text{pişmemiş çap} - \text{pişmiş çap})}{(\text{pişmemiş kalınlık} + \text{pişmemiş çap})}$$

Renk analizi

Örneklerin renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) bir renk ölçüm cihazı (Minolta CR-200, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri için CIELAB (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından verilen değerlendirme kriterleri kullanılmıştır.

TBARS (Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler) analizi

TBARS analizi için 2 g örnek tartıldıktan sonra üzerine 12 ml TCA çözeltisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 propil galat) eklenmiş ve bu karışım Ultra-Turrax (IKA T 25, Germany) ile 15-20 saniye homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizat filtre kağıdından süzülerek 3 ml süzüntü alınmış ve üzerine 3 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Bu karışım kaynayan su banyosunda 40 dakika tutulup soğuk su içerisinde 5 dakika soğutulduktan sonra 532 nm dalga boyunda absorbans değeri spektrofotometrede (Aquamate, England) ölçülmüştür. TEP (1,1,3,3, tetraetoksipropan) kullanılarak oluşturulan standart eğriden yararlanılarak sonuçlar $\mu\text{mol MDA/kg}$ ürün olarak belirlenmiştir (Lemon 1975).

Tekstür profil analizi

Tavuk burgerlerin tekstür profil analizi (TPA) 50,8 mm'lik silindirik prob kullanılarak tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield, USA) ile yapılmıştır. Tavuk burgerlerden çıkarılan silindir şeklindeki (2cm çap x 2cm yükseklik) numuneler iki sıkıştırma çevrimi ile analize tabi tutulmuştur. Analiz esnasında test hızı 1 mm/s olarak, sıkıştırma çevrimi için zaman aralığı ise 3 s olarak ayarlanmış ve %50 oranında sıkıştırma yapılmıştır.

Yağ asidi kompozisyonu analizi

Örneklerin yağ asidi kompozisyonu FID dedektör kullanılarak gaz kromatografisi (Agilent Technologies 6890N, USA) ile belirlenmiştir. Analizde, yağ ekstraksiyonu Folch *et al.* (1957) tarafından verilen yönteme göre gerçekleştirilmiş, yağ asitlerinin metil esterleri ise Metcalfe and Schmitz (1961) tarafından belirtilen yönteme göre hazırlanmıştır.

Duyusal analiz

Tavuk burgerlerin duyusal analizi, Gıda Mühendisliği alanında eğitim görmüş on panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Kullanılan duyusal değerlendirme formu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Duyusal Değerlendirme Formu

Değerlendirme Formu									
Örnek No:									
Duyusal özellikler	Çok iyi			Orta			Çok kötü		
Renk	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Koku	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tat	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Tekstür	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Genel kabul edilebilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Belirtmek istediğiniz hususları yazınız:									

İstatistiki analiz

Araştırma, 5 farklı muamele için iki tekerrürlü olarak şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli olan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalara Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

pH

Renk ve doku gibi fiziksel özellikleri etkileyen, aynı zamanda mikrobiyolojik açıdan önemli bir kriter olan pH değeri, et ve et ürünlerinin kalitesi üzerinde belirleyici bir faktördür. Araştırma kapsamında üretilen tavuk burger örnekleri için pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen pH değerleri Tablo 3’de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, tavuk burgerlerin pH değerleri pişirme öncesinde 5,91-6,15 arasında, pişirme sonrasında ise 6,12-6,27 arasında değişmektedir. Kayışoğlu *et al.* (2012) da pişirilmiş tavuk burger köfteleri için pH değerlerini 5,75-6,33 arasında belirlemişlerdir.

Tablo 3. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen pH Değerleri

Muamele	Blok	Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
A	1	5,91	6,18
		5,94	6,19
	2	6,06	6,27
		6,04	6,24
B	1	5,96	6,21
		5,97	6,19
	2	5,98	6,20
		6,08	6,12
C	1	5,99	6,24
		6,02	6,23
	2	6,09	6,14
		6,09	6,18
D	1	6,04	6,27
		6,05	6,19
	2	6,13	6,19
		6,14	6,22
E	1	6,00	6,22
		6,05	6,23
	2	6,15	6,17
		6,15	6,20

Farklı oranlarda sığır et yağı/ fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burger örneklerinde pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre pişirme öncesinde, hayvansal yağ yerine oleojel

kullanımı pH değerini çok önemli seviyede etkilemişken ($P<0,01$), pişirme sonrasında etkili olmamıştır ($P>0,05$). Ayrıca, araştırma kapsamında pişirme işleminin de tüm gruplar için burger köftelerin pH değerini çok önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 4. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Pişirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,009	12,473**
Blok	1	0,048	64,027**
OK X Blok	4	0,001	0,927
Hata	10	0,001	-
Genel	20	-	-
Pişirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,001	1,188
Blok	1	0,002	2,719
OK X Blok	4	0,003	3,351
Hata	10	0,01	-
Genel	20	-	-

** $P<0,01$

Tablo 5’te tavuk burgerlerde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan pişirme öncesinde tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine %50 oranında fındık yağı oleojeli kullanımının pH değerinde artışa sebebiyet verdiği ($P<0,05$), fakat daha yüksek oranların önemli bir değişime neden olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Ayrıca, hayvansal yağ yerine %25 oranında oleojel kullanılan B grubu ile kontrol grubu (A) arasında da önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Pişirme sonrasında ise oleojel kullanımı pH değeri üzerinde önemli bir etki göstermemiştir ($P>0,05$). Diğer yandan pişirme işleminin tüm grupların ortalama pH değerlerinde önemli seviyede artışa sebebiyet verdiği görülmüştür ($P<0,05$). Konu ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda da oleojel kullanımının pişmiş burger örneklerinde pH değerini önemli seviyede etkilemediği bildirilmiştir. Örneğin Martins *et al.* (2019) domuz eti burgerinde hayvansal yağ ikamesi olarak farklı oranlarda keten tohumu yağı oleojeli kullanımının, Özer and Çeleğen (2021) ise sığır eti burgerlerinde zeytinyağı oleojeli kullanımının pH değeri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Teixeira *et al.* (2021) tarafından yapılan bir çalışmada keçi eti burgerlerinde zeytinyağı oleojeli kullanımının pH değerinde kısmi bir artışa neden olduğu, fakat bu artışın istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 5. Tavuk Burgerlerde Belirlenen pH Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	5,99±0,07 ^{aA}	6,22±0,04 ^{aB}
B	6,00±0,06 ^{aA}	6,18±0,04 ^{aB}
C	6,05±0,05 ^{bA}	6,20±0,05 ^{aB}
D	6,09±0,05 ^{bA}	6,22±0,04 ^{aB}
E	6,09±0,08 ^{bA}	6,21±0,27 ^{aB}

a-b: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Nem İçeriği

Et ve et ürünlerinin nem içeriği, fonksiyonel ve tekstürel özellikleri etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Tavuk burgerlerde piştirme öncesi ve sonrasında belirlenen % nem içerikleri Tablo 6’da verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere piştirme öncesinde %54,85-59,26 arasında bulunan nem içeriği değerleri, piştirme sonrasında %51,00-55,34 arasında tespit edilmiştir.

Tablo 6. Tavuk Burgerlerde Piştirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen % Nem İçerikleri

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	59,26	54,97
		58,25	54,23
	2	58,37	55,34
		58,04	54,57
B	1	57,23	53,14
		59,10	53,68
	2	58,42	53,75
		57,81	53,83
C	1	58,48	51,90
		57,32	52,00
	2	57,71	54,04
		57,32	53,49
D	1	54,85	51,00
		57,30	52,56
	2	56,80	52,65
		55,68	53,77
E	1	57,64	53,12
		57,59	52,30
	2	57,77	54,42
		56,10	53,44

Hayvansal yağ yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burgerlerde piştirme öncesi ve sonrasında belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir. Oleojel kullanımı piştirme öncesinde tavuk burgerlerin %

nem içerikleri üzerinde önemli seviyede ($P<0,05$), pişirme sonrasında ise çok önemli seviyede etkili olmuştur ($P<0,01$). Ayrıca, araştırma kapsamında pişirme işleminin de tüm gruplar için burger köftelerin % nem içeriklerini çok önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 7. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Nem İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Pişirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	3,252	3,932*
Blok	1	0,450	0,544
OK X Blok	4	0,123	0,149
Hata	10	0,827	-
Genel	20	-	-
Pişirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	3,057	8,645**
Blok	1	5,408	15,295**
OK X Blok	4	0,422	1,195
Hata	10	0,354	-
Genel	20	-	-

** $P<0,01$, * $P<0,05$

Tablo 8’de tavuk burgerlerde belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Pişirme öncesinde %75 ikame oranına kadar (D grubu) ortalama % nem içerikleri arasında önemli bir farklılık görülmemişken ($P>0,05$), bu oranda önemli seviyede bir azalma olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Pişirme sonrasında ise en yüksek ortalama % nem içeriği kontrol grubunda belirlenmişken, en düşük ortalama değer hayvansal yağ yerine %75 oranında oleojel kullanılan D grubunda bulunmuştur. Bununla birlikte bu grup ile %50 ve %100 oleojel kullanılan gruplar arasında da önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Ayrıca, pişirme işleminin tüm grupların ortalama % nem içeriklerinde önemli seviyede azalmaya yol açtığı belirlenmiştir ($P<0,05$).

Tablo 8. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Nem İçeriklerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	58,48±0,54 ^{bb}	54,78±0,48 ^{ca}
B	58,14±0,80 ^{bb}	53,60±0,31 ^{ba}
C	57,71±0,55 ^{bb}	52,86±1,07 ^{abA}
D	56,16±1,10 ^{ab}	52,50±1,14 ^{aA}
E	57,28±0,79 ^{abB}	53,32±0,88 ^{abA}

a-c: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Burgerlerde oleojel kullanımına yönelik yapılan sınırlı sayıda çalışmada nem içeriği belirlenmiş olup bu çalışmalarda da genellikle oleojel kullanımına bağlı olarak nem içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir. Yapılan bir araştırmada, susam yağı oleojeli kullanılarak üretilen burgerlerde piştirme öncesinde nem değerleri arasında önemli bir fark bulunmadığı, ancak piştirme sonrasında burgerlerdeki nem içeriğinin ikame miktarıyla doğru orantılı olarak arttığı rapor edilmiştir (Moghtadaei *et al.* 2018). Özer and Çeleğen (2021) ise zeytinyağı oleojeli içeren burgerlerin daha düşük yağ ve daha yüksek nem içeriğine sahip olduğunu bulmuşlardır. Hamidioğlu *et al.* (2022) köftelerde kenevir yağı oleojeli kullanımının hem piştirme öncesinde hem de sonrasında nem içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir. Konuyla ilgili bir başka çalışmada da sosislerde chia yağı oleojeli kullanımının nem içeriğini artırdığı tespit edilmiştir (Perez *et al.* 2021). Mevcut bu çalışmada piştirme sonrası oleojel içeren örneklerde daha düşük nem içeriği değerlerinin belirlenmiş olmasının, üretimde kullanılan fındık yağı oleojellerinin nem içermemesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Su Aktivitesi (a_w)

Tablo 9’da araştırma kapsamında üretilen tavuk burger örnekleri için piştirme öncesi ve sonrasında belirlenen su aktivitesi (a_w) değerleri verilmiştir. Piştirme öncesinde 0,967- 0,973 aralığında tespit edilen a_w değerleri, piştirme sonrasında 0,957- 0,966 aralığında bulunmuştur.

Tablo 9. Tavuk Burgerlerde Piştirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen a_w Değerleri

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	0,967	0,965
		0,968	0,964
	2	0,970	0,965
		0,971	0,966

Tablo 9. (devamı)

B	1	0,968	0,965
		0,968	0,966
	2	0,967	0,962
		0,967	0,962
C	1	0,970	0,956
		0,972	0,956
	2	0,970	0,961
		0,970	0,963
D	1	0,969	0,959
		0,970	0,957
	2	0,966	0,959
		0,970	0,961
E	1	0,971	0,958
		0,972	0,957
	2	0,973	0,959
		0,970	0,960

Farklı oranlarda sığır et yağı/ fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burger örneklerinde pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Pişirme öncesinde tavuk burger köftelerinin a_w değeri üzerinde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımı önemli seviyede etki göstermişken ($P<0,05$), pişirme sonrasında çok önemli seviyede etkili olmuştur ($P<0,01$). Ayrıca, araştırma kapsamında pişirme işleminin de tüm gruplar için burger köftelerin a_w değerini çok önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 10. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Su Aktivitesi Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Pişirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	9,800E-006	5,939*
Blok	1	5,000E-008	0,030
OK X Blok	4	3,300E-006	2,000
Hata	10	1,650E-006	-
Genel	20	-	-
Pişirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	3,780E-005	44,471**
Blok	1	1,125E-005	13,235**
OK X Blok	4	1,150E-005	13,529**
Hata	10	8,500E-007	-
Genel	20	-	-

** $P<0,01$, * $P<0,05$

Tablo 11’de tavuk burgerlerde belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Pişirme öncesinde en düşük a_w değeri hayvansal yağ yerine %25 oranında fındık yağı oleojeli kullanılan B grubunda belirlenmiş, bununla birlikte hayvansal yağın %75 e kadar ikame edildiği gruplar ile kontrol grubu arasında benzerlik olduğu görülmüştür. Diğer yandan en yüksek a_w değeri hayvansal yağ yerine %100 oleojel kullanılan E grubunda tespit edilmiştir. Pişirme sonrasında ise %50 ikame oranına kadar (C grubu) ortalama a_w değerlerinde önemli bir farklılık görülmediği ($P>0,05$), bu ikame oranında (%50) önemli seviyede bir azalma gerçekleştiği ($P<0,05$), fakat daha yüksek oranlarda yine önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Ayrıca, pişirme işleminin tüm grupların ortalama a_w değerinde önemli seviyede azalışa sebebiyet verdiği belirlenmiştir ($P<0,05$). Yapılan benzer bir çalışmada hayvansal yağ yerine zeytinyağı oleojeli kullanılan burgerlerde daha düşük a_w değerleri tespit edilmiştir (Teixeira *et al.* 2021). Diğer yandan Çeleğin (2019) köftelerde zeytinyağı emülsiyon oleojeli kullanımının hem pişirme öncesi hem de sonrasında a_w değeri üzerinde etkili olmadığını bildirmiştir.

Tablo 11. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Su Aktivitesi Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
A	0,969±0,002 ^{abB}	0,965±0,001 ^{bA}
B	0,968±0,001 ^{aB}	0,964±0,002 ^{bA}
C	0,971±0,001 ^{bcB}	0,960±0,004 ^{aA}
D	0,969±0,002 ^{abB}	0,960±0,002 ^{aA}
E	0,972±0,001 ^{cB}	0,959±0,001 ^{aA}

a-c: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)
A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)
± standart sapma

TBARS

Et ve et ürünlerinde meydana gelen ve önemli bir kalite göstergesi olan lipid oksidasyonunun düzeyini ölçmek amacıyla Tiyobarbitirik asit reaktif maddeler (TBARS) belirlenebilmektedir. Araştırma kapsamında üretilen tavuk burger örnekleri için pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen TBARS değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$) Tablo 12’de verilmiştir. Pişirme öncesinde tavuk burgerlerde 4,11-7,70 $\mu\text{mol MDA/kg}$ arasında olan TBARS değerinin, pişirme sonrasında 13,40- 17,78 $\mu\text{mol MDA/kg}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 12. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen TBARS Değerleri ($\mu\text{mol MDA/kg}$)

Muamele	Blok	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	1	6,40	17,78
		6,30	17,28
	2	6,20	17,46
		6,10	16,83
B	1	5,90	16,66
		6,36	17,08
	2	5,20	15,49
		6,66	15,50
C	1	5,83	15,09
		6,27	15,91
	2	4,11	13,80
		7,70	15,70
D	1	5,41	15,19
		5,68	15,55
	2	5,42	13,60
		5,20	15,43
E	1	6,13	15,20
		4,93	15,45
	2	5,82	13,40
		4,82	15,33

Tablo 13’de hayvansal yağ yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burger örneklerinde piştirme öncesi ve sonrasında belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Piştirme öncesinde, hayvansal yağ yerine oleojel kullanımı TBARS değerinde önemli bir etki göstermemişken ($P>0,05$), piştirme sonrasında $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Ayrıca, araştırma kapsamında piştirme işleminin de tüm gruplar için burger köftelerin TBARS değerini çok önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 13. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TBARS Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Piştirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,564	0,626
Blok	1	0,196	0,218
OK X Blok	4	0,001	0,001
Hata	10	0,900	-
Genel	20	-	-

Tablo 13. (devamı)

Varyasyon kaynakları	Pişirme Sonrası		
	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	4,549	7,353**
Blok	1	3,741	6,048*
OK X Blok	4	0,128	0,207
Hata	10	0,619	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tavuk burgerlerde belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Pişirme sonrasında en yüksek ortalama değer kontrol grubunda, en düşük değer ise hayvansal yağ yerine %100 oranında fındık yağı oleojeli kullanılan E grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca üretimde kullanılan oleojel oranı arttıkça TBARS değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. TBARS değerinde meydana gelen azalmanın fındık yağında bulunan ve antioksidan özellikte olan tokoferollerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sığır etinden üretilen burgerlerde zeytinyağı oleojeli kullanılan bir çalışmada TBARS değerinin oleojel kullanılan gruplarda kontrole göre daha düşük olduğu bulunmuştur (Özer and Çeleğen, 2021). Diğer yandan Moghtadaei *et al.* (2018) sığır burger üretiminde susam yağı oleojeli kullanımının, Ghiasi and Golmakani (2022) ise ayçiçek yağı oleojeli kullanımının TBARS değerinde artışa yol açtığını bildirmişlerdir. Mevcut bu araştırmada pişirme işleminin de tüm grupların ortalama TBARS değerinde artışa sebebiyet verdiği belirlenmiştir (P<0,05). Bazı araştırmacılar pişirme işleminin et ürünlerinde lipit oksidasyonunu etkilediğini ve oksidatif reaksiyonları hızlandığını bildirmişlerdir (Jo *et al.* 2003; Paula *et al.* 2019). Bu artışın pişirme işlemi sırasında et proteinlerindeki demirin açığa çıkması ve pişirme işleminin hücresel yapıya zarar vermesiyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Ramirez *et al.* 2005; Rojas and Brewer 2007).

Tablo 14. Tavuk Burgerlerde Belirlenen TBARS Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
A	6,25±0,13 ^{aA}	17,34±0,40 ^{cB}
B	6,03±0,64 ^{aA}	16,18±0,81 ^{bcB}
C	5,98±1,48 ^{aA}	15,13±0,95 ^{abB}
D	5,43±0,20 ^{aA}	14,94±0,91 ^{abB}
E	5,43±0,65 ^{aA}	14,85±0,97 ^{abB}

a-c: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Renk (L*, a*, b*)

Renk, tüketiciler için et ürünlerinin tercihinde önemli bir kalite kriteridir. Tavuk burgerlerde pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen renk özellikleri (L*, a*, b*) Tablo 15’de görülmektedir. Pişirme öncesinde tavuk burger örnekleri için belirlenen parlaklık (L*) değerlerinin 65,2- 70,87 arasında, kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden (a*) değerlerinin 3,03- 4,96 arasında, sarı renk yoğunluğunu ifade eden (b*) değerlerinin ise 14,93- 22,43 arasında değiştiği saptanmıştır. Pişirme sonrasında ise tavuk burger örneklerinde belirlenen L* değerlerinin 46,23- 58,84 arasında, a* değerlerinin 5,83- 12,99 arasında, b* değerlerinin ise 27,78- 33,71 arasında yer aldığı tespit edilmiştir.

Tablo 15. Tavuk Burger Örnekleri İçin Pişirme Öncesi ve Sonrasında Belirlenen Renk Değerleri

Muamele	Blok	Renk	Pişirme Öncesi	Pişirme Sonrası
A	1	L*	66,22	46,23
			66,78	53,82
		a*	4,56	12,99
			3,40	11,22
		b*	18,47	29,88
			15,64	33,71
	2	L*	68,32	52,31
			68,59	52,85
		a*	4,01	11,53
			3,75	12,12
		b*	14,93	31,46
			15,92	33,47
B	1	L*	69,91	53,55
			69,68	54,78
		a*	4,35	8,62
			4,54	9,50
		b*	18,17	27,78
			20,70	30,33
	2	L*	69,67	52,44
			70,87	54,59
		a*	4,68	10,11
			4,46	9,89
		b*	20,52	29,72
			20,64	31,54

Tablo 15. (devamı)

C	1	L*	69,64 69,48	54,96 55,25
		a*	4,80 4,34	8,22 9,01
		b*	21,38 21,26	31,82 32,47
	2	L*	68,69 67,62	57,67 56,95
		a*	4,96 4,39	6,59 7,31
		b*	22,43 18,32	31,42 31,08
	D	L*	65,39 65,20	53,37 54,31
		a*	4,17 4,38	8,75 8,67
		b*	21,99 19,97	32,43 33,02
	2	L*	67,23 67,25	58,84 58,40
		a*	4,34 3,12	5,83 6,84
		b*	21,42 17,09	29,97 28,69
E	1	L*	67,47 67,63	57,03 56,43
		a*	4,50 3,82	7,33 7,11
		b*	21,72 19,25	31,56 31,01
	2	L*	66,38 67,19	56,75 56,22
		a*	3,03 3,16	6,65 7,63
		b*	18,24 18,61	30,74 31,11

Farklı oranlarda sığır et yağı/ fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burger örneklerinde pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 16'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre oleojel kullanımı, L* değeri üzerinde

hem pişirme öncesinde hem de pişirme sonrasında $P<0,01$ seviyesinde etkili olmuştur. Ayrıca renk özelliklerinden a^* değerinin pişirme sonrasında çok önemli seviyede ($P<0,01$), b^* değerinin ise pişirme öncesinde önemli seviyede ($P<0,05$) oleojel kullanımından etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma kapsamında pişirme işleminin de tüm gruplar için burger köftelerin renk özelliklerini çok önemli seviyede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 16. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

L*			
Pişirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	8,826	46,847**
Blok	1	0,972	5,161*
OK X Blok	4	2,354	12,496**
Hata	10	0,188	-
Pişirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	20,440	6,161**
Blok	1	14,947	4,505
OK X Blok	4	4,943	1,490
Hata	10	3,318	-
a*			
Pişirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,694	3,428
Blok	1	0,438	2,165
OK X Blok	4	0,257	1,273
Hata	10	0,202	-
Pişirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	15,842	42,349**
Blok	1	2,394	6,401*
OK X Blok	4	1,747	4,669*
Hata	10	,374	-

Tablo 16. (devamı)

b*			
Piştirme Öncesi			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	12,946	4,218*
Blok	1	5,439	1,772
OK X Blok	4	1,660	0,541
Hata	10	3,069	-
Piştirme Sonrası			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	2,986	1,897
Blok	1	1,157	0,735
OK X Blok	4	3,557	2,259
Hata	10	1,574	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 17’de tavuk burgerlerde belirlenen renk özelliklerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Piştirme öncesinde en yüksek L* değeri hayvansal yağ yerine %25 oleojel kullanılan B grubunda belirlenmişken, piştirme sonrasında en yüksek ortalama değerler C, D ve E gruplarında tespit edilmiştir. Böylece oleojel kullanımının özellikle pişmiş örneklerde renkte açılmaya neden olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Diğer yandan piştirme işleminin tüm grupların ortalama L* değerinde önemli seviyede azalışa sebebiyet verdiği de belirlenmiştir. a* değeri için piştirme öncesinde en düşük ortalama değer hayvansal yağ yerine %100 oleojel kullanılan E grubunda belirlenmiş olmasına rağmen, gruplara ait ortalamalar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (P>0,05). Piştirme sonrasında ise %50 ikame oranına kadar azalma meydana geldiği (P<0,05), fakat daha yüksek seviyelerde bir değişim olmadığı gözlenmiştir (P>0,05). Bu sonuçlara göre piştirme sonrasında hem L* değeri hem de a* değeri açısından tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine %50 oranında oleojel kullanımının kritik bir seviye olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yandan piştirme işleminin tüm grupların ortalama a* değerinde önemli seviyede bir artışa sebebiyet verdiği de belirlenmiştir (P<0,05). Renk özelliklerinden sarılığın bir göstergesi olan b* değerinin piştirme öncesinde oleojel kullanılan gruplarda kontrole göre daha yüksek olduğu (P<0,05), piştirme sonrasında ise b* değeri için gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı gözlenmiştir (P>0,05). Piştirme öncesinde b* değerinin oleojel içeren gruplarda daha yüksek olmasının fındık yağı oleojelinin kendine has sarı renginden kaynaklandığı düşünülmüştür. Diğer yandan bu etkinin

pişirme işlemiyle ortadan kalktığı da anlaşılmaktadır. Ayrıca, pişirme işleminin tüm grupların ortalama b* değerinde önemli seviyede artışa sebebiyet verdiği gözlenmiştir (P<0,05).

Tablo 17. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Renk Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

L*		
Muamele	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	67,48±1,16 ^{bb}	51,30±3,44 ^{aA}
B	70,03±0,57 ^{dB}	53,84±1,08 ^{abA}
C	68,86±0,92 ^{cB}	56,21±1,31 ^{bA}
D	66,27±1,13 ^{aB}	56,23±2,79 ^{baA}
E	67,17±0,56 ^{bb}	56,61±0,36 ^{baA}
a*		
Muamele	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	3,93±0,49 ^{aA}	11,97±0,78 ^{cB}
B	4,51±0,14 ^{aA}	9,53±0,66 ^{bb}
C	4,62±0,31 ^{aA}	7,78±1,06 ^{aB}
D	4,00±0,60 ^{aA}	7,52±1,43 ^{aB}
E	3,63±0,68 ^{aA}	7,18±0,41 ^{aB}
b*		
Muamele	Piştirme Öncesi	Piştirme Sonrası
A	16,24±1,54 ^{aA}	32,13±1,81 ^{aB}
B	20,01±1,23 ^{ba}	29,84±1,57 ^{aB}
C	20,85±1,77 ^{ba}	31,70±0,60 ^{aB}
D	20,12±2,19 ^{ba}	31,03±2,04 ^{aB}
E	19,46±1,57 ^{ba}	31,11±0,34 ^{aB}

a-d: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Burger tipi et ürünlerinde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının söz konusu olduğu çeşitli çalışmalarda renk özellikleri (L*, a*, b*) için farklı etkiler bildirilmiştir. Örneğin Teixeira *et al.* (2021) keçi etinden üretilen burgerlerde zeytinyağı oleojeli kullanımının L* değerini etkilemediğini, ancak a* ve b* değerlerinde artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer yandan Lopes *et al.* (2022) sığır eti burgerlerinde hayvansal yağ yerine zeytinyağı oleojeli kullanılmasının L* ve a* değerlerinde değişime neden olmadığını, fakat b* değerinin zeytinyağında yüksek miktarda bulunan karotenoid ve klorofil nedeniyle daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Susam yağı oleojelinin sığır eti burgerinde kullanıldığı bir çalışmada ise L* ve b* değerinin azaldığı, a* değerinin ise arttığı tespit edilmiştir (Moghtadaei

et al. 2018). Bir başka çalışmada, Martins et al. (2019) keten tohumu yağı oleojelini domuz eti burgerinde kullanmışlar ve örneklerin L* ve b* değerlerinin arttığını a* değerinin ise değişmediğini bildirmişlerdir. Böylece burger üretiminde yer alan diğer bileşenlerin yanı sıra kullanılan oleojelin hazırlanmasında rol alan sıvı yağın ve oleojelatörün renk özellikleri üzerinde farklı etkiler oluşturduğunu söyleyebilmek mümkündür. Mevcut bu çalışmada karnauba mumu kullanılarak hazırlanan fındık yağı oleojelinin tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine kullanımının pişmiş örneklerde L* değerini artırdığı, a* değerini düşürdüğü, b* değerini ise etkilemediği tespit edilmiştir.

Pişirme Kaybı

Pişirme kaybı üretici ve tüketiciler tarafından dikkate alınan önemli bir kalite parametresidir. Mevcut bu çalışmada tavuk burger örneklerinde hesaplanan pişirme kayıpları Tablo 18 'de verilmiştir. Tavuk burgerlerin pişirme kaybı değerlerinin 18,59-28,63 arasında değiştiği görülmüştür.

Tablo 18. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Pişirme Kaybı Değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
A	20,49	21,63
	19,42	18,59
B	19,31	22,00
	20,64	22,46
C	28,37	27,99
	27,37	25,83
D	28,63	27,47
	28,24	27,16
E	27,56	28,11
	26,17	26,60

Hayvansal yağ yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burgerlerde belirlenen pişirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 19'da gösterilmiştir. Tavuk burgerlerde fındık yağı oleojeli kullanımı pişirme kaybı değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Tablo 19. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Pişirme Kaybı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	57,852	51,440**
Blok	1	0,420	0,374
OK X Blok	4	1,776	1,579
Hata	10	1,125	-
Genel	20	-	-

**P<0,01

Tablo 20’de tavuk burgerlerde belirlenen pişirme kaybı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre %50 ikame oranına kadar ortalama pişirme kaybı değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemişken ($P>0,05$), bu oranda önemli seviyede bir artış olduğu ($P<0,05$), fakat daha yüksek oranlarda yine önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Böylece pişirme kaybı açısından tavuk burger üretiminde hayvansal yağın %50 oranına kadar fındık yağı oleojeli ile ikame edilmesinin mümkün olduğu söylenebilir. Mevcut bu çalışmadakine benzer şekilde burger köfte üretiminde hayvansal yağ yerine zeytinyağı oleojeli kullanımının pişirme kaybında artışa neden olduğu bazı çalışmalarda da rapor edilmiştir (Çelegen, 2019; Lopes *et al.* 2022).

Tablo 20. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Pişirme Kaybı Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Pişirme Kaybı
A	20,03±1,32 ^a
B	21,10±1,42 ^a
C	27,39±1,12 ^b
D	27,88±0,68 ^b
E	27,11±0,88 ^b

a-b: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)

± standart sapma

Büzülme Değeri

Araştırma kapsamında üretilen tavuk burger örnekleri için belirlenen büzülme değerleri Tablo 21’de, büzülme değerlerine ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 22’de verilmiştir. Tavuk burgerlerde belirlenen büzülme değerleri %12,50-18,06 arasında bulunmuş ve fındık yağı oleojeli kullanımının büzülme değeri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Tablo 21. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Büzülme Değerleri

Muamele	Blok	
	1	2
A	13,89	15,28
	13,89	15,28
B	12,50	13,89
	13,89	15,28
C	15,28	15,28
	16,67	16,67
D	15,28	16,67
	18,06	16,67
E	18,06	16,67
	15,28	16,67

Tablo 22. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin % Büzülme Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	6,376	5,500*
Blok	1	0,000	0,000
OK X Blok	4	0,966	0,833
Hata	10	1,159	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 23’de büzülme değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının özellikle %50 oranından sonra büzülme değerinde artışa yol açtığı görülmüştür (P<0,05). Moghtadaei *et al.* (2018) sığır eti burgerlerinde hayvansal yağın susam yağı oleojeli ile ikame edilmesinin pişirme kaybında azalmaya yol açtığını, ancak büzülme değerinde önemli ölçüde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Çelegen (2019) ise burger köftede zeytinyağı oleojeli kullanımının yanı sıra formülasyonuna ilave edilen bezelye kabuğu tozunun da büzülme değeri üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır.

Tablo 23. Tavuk Burgerlerde Belirlenen % Büzülme Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Büzülme
A	14,59±0,80 ^{ab}
B	13,89±1,14 ^a
C	15,98±0,80 ^{bc}
D	16,67±1,14 ^c
E	16,67±1,14 ^c

a-c: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Yağ Asidi Kompozisyonu

Gıda maddelerinde bulunan yağ asitlerinin türü ve miktarı beslenme açısından gıda kalitesini belirleyen temel faktörlerden birisidir. Bu kapsamda özellikle doymuş ve trans yağ asitlerinin beslenme ile yüksek oranda alımının çeşitli hastalıklarla ilişkilendirildiği bilinmekte ve tüketicilere bu tip bir beslenmenin azaltılması tavsiye edilmektedir (Manzoor *et al.*2022). Tavuk burgerlerde belirlenen % yağ asidi bileşimine ait değerler Tablo 24’de verilmiştir. Tablo 25’ de ise tavuk burgerlerin yağ asidi bileşimine ait varyans analiz sonuçları gösterilmiştir. Tavuk burgerlerde fındık yağı oleojeli kullanımının genel itibariyle yağ asidi bileşimi üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$).



Tablo 24. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu (%)

Muamele	Blok	C10	C14	C14:1	C15	C15:1	C16	C16:1	C17	C18	C18:1N9C	C18:1N9T
A	1	2,30	7,94	4,67	0,62	0,12	22,20	2,73	1,38	22,63	29,72	0,32
		2,26	9,05	4,37	0,72	0,19	21,26	2,76	1,10	21,79	30,49	0,27
	2	2,22	9,27	4,97	0,51	0,19	23,46	2,43	0,98	20,77	29,66	0,31
		2,19	6,85	4,69	0,53	0,17	22,71	2,96	1,08	22,76	30,58	0,27
B	1	1,86	7,59	4,10	0,50	0,32	20,54	1,84	0,74	16,50	39,59	0,29
		1,95	6,05	3,29	0,51	0,34	19,06	2,30	0,84	17,85	40,43	0,23
	2	1,26	7,94	4,19	0,47	0,31	20,34	2,06	0,34	17,56	38,26	0,29
		1,75	5,69	3,71	0,60	0,44	19,95	2,33	0,24	17,22	40,27	0,21
C	1	1,91	12,52	3,06	0,48	0,46	13,47	1,33	0,42	13,17	42,65	0,26
		1,87	11,62	3,02	0,51	0,49	14,37	1,67	0,57	13,12	42,81	0,22
	2	1,95	10,93	3,34	0,54	0,46	14,21	1,82	0,59	13,39	43,00	0,16
		1,87	11,77	3,26	0,52	0,44	13,06	1,89	0,60	14,02	42,95	0,15
D	1	1,81	14,16	3,09	0,94	0,54	13,27	1,35	0,52	11,07	42,21	0,14
		1,67	14,94	3,02	1,06	0,50	12,26	1,07	0,31	12,10	42,66	0,13
	2	1,72	14,99	2,53	1,04	0,54	13,20	1,01	0,22	11,57	42,67	0,16
		1,31	14,29	2,13	1,03	0,56	12,98	1,35	0,34	12,25	42,62	0,15
E	1	1,46	9,65	1,21	0,98	0,62	10,51	0,79	0,23	6,58	54,79	0,11
		1,34	9,50	1,11	0,88	0,53	9,40	0,66	0,21	7,11	56,43	0,07
	2	1,12	9,60	1,98	0,89	0,63	9,28	0,71	0,23	6,44	56,25	0,07
		1,69	9,15	1,52	0,72	0,60	10,32	0,72	0,34	7,50	54,63	0,10

Tablo 24. (devamı)

Muamele	Blok	C182N6C	C182N6T	C18:3	C20:5	C203N3C	C21:0	C22:6	SFA	MUFA	PUFA
A	1	4,06	0,11	0,03	0,12	0,14	0,65	0,26	57,72	37,55	4,73
		4,51	0,08	0,03	0,13	0,15	0,61	0,21	56,79	38,09	5,11
	2	4,12	0,11	0,04	0,13	0,14	0,48	0,20	57,70	37,56	4,74
		4,20	0,09	0,04	0,14	0,15	0,35	0,24	56,47	38,67	4,86
B	1	5,13	0,08	0,04	0,14	0,08	0,52	0,13	48,25	46,14	5,60
		6,13	0,13	0,07	0,14	0,11	0,47	0,08	46,74	46,59	6,67
	2	6,04	0,13	0,11	0,10	0,11	0,36	0,13	48,27	45,11	6,62
		6,47	0,13	0,13	0,12	0,13	0,37	0,23	45,83	46,95	7,22
C	1	8,99	0,10	0,36	0,08	0,08	0,42	0,22	42,40	47,76	9,84
		8,42	0,08	0,27	0,07	0,11	0,51	0,26	42,58	48,21	9,21
	2	8,56	0,11	0,22	0,07	0,09	0,35	0,20	41,96	48,79	9,25
		8,55	0,12	0,22	0,09	0,09	0,28	0,12	42,12	48,69	9,19
D	1	9,94	0,09	0,20	0,01	0,08	0,43	0,16	42,19	47,33	10,48
		9,00	0,08	0,19	0,02	0,10	0,68	0,21	43,03	47,38	9,60
	2	9,26	0,13	0,13	0,03	0,12	0,52	0,15	43,27	46,92	9,82
		9,85	0,14	0,19	0,04	0,11	0,51	0,14	42,71	46,81	10,47
E	1	11,87	0,12	0,23	0,05	0,08	0,49	0,21	29,90	57,54	12,56
		11,52	0,11	0,18	0,04	0,07	0,47	0,35	28,92	58,81	12,27
	2	11,46	0,11	0,15	0,02	0,09	0,48	0,48	28,04	59,64	12,31
		11,47	0,15	0,15	0,02	0,07	0,42	0,42	30,15	57,58	12,28

Tablo 25. Farklı Oranlarda Sığır Et Yağı /Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Yağ Asidi Bileşimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Kaprik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,400	10,172**
Blok	1	0,091	2,320
OK X Blok	4	0,031	0,799
Hata	10	0,039	-
Genel	20	-	-
Miristik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	37,256	42,918**
Blok	1	0,323	0,372
OK X Blok	4	0,108	0,125
Hata	10	0,868	-
Genel	20	-	-
Miristoleik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	5,860	80,858**
Blok	1	0,095	1,314
OK X Blok	4	0,252	3,475
Hata	10	0,072	-
Genel	20	-	-
Pentadekanoik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,207	50,527**
Blok	1	0,006	1,492
OK X Blok	4	0,009	2,153
Hata	10	0,004	-
Genel	20	-	-
Cis-10 Pentadekenoik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,114	65,294**
Blok	1	0,003	1,516
OK X Blok	4	0,001	0,448
Hata	10	0,002	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 25.(devam)

Palmitik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	108,486	233,221**
Blok	1	0,502	1,080
OK X Blok	4	0,416	0,894
Hata	10	0,465	-
Genel	20	-	-
Palmitoleik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	2,443	54,417**
Blok	1	0,030	0,678
OK X Blok	4	0,029	0,639
Hata	10	0,045	-
Genel	20	-	-
Heptadekanoik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,471	46,622**
Blok	1	0,092	9,156*
OK X Blok	4	0,059	5,794*
Hata	10	0,010	-
Genel	20	-	-
Stearik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	129,918	261,642**
Blok	1	0,122	0,245
OK X Blok	4	0,139	0,281
Hata	10	0,497	-
Genel	20	-	-
Oleik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	330,749	563,836**
Blok	1	0,040	0,068
OK X Blok	4	0,162	0,276
Hata	10	0,587	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 25. (devamı)

Elaidik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,027	29,370**
Blok	1	0,001	1,562
OK X Blok	4	0,002	1,711
Hata	10	0,001	-
Genel	20	-	-
Linoleik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	34,001	221,283**
Blok	1	0,008	0,055
OK X Blok	4	0,120	0,782
Hata	10	0,154	-
Genel	20	-	-
Linolelaidik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,000	1,371
Blok	1	0,003	9,290*
OK X Blok	4	0,000	0,903
Hata	10	0,000	-
Genel	20	-	-
α Linolenik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,032	41,596**
Blok	1	0,002	3,103
OK X Blok	4	0,004	4,865*
Hata	10	0,001	-
Genel	20	-	-
Eikosapentaenoik (EPA) Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,010	139,893**
Blok	1	8,000E-005	1,143
OK X Blok	4	0,000	7,036**
Hata	10	7,000E-005	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 25. (devamı)

Dihomo-Gama Linolenik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,003	14,853**
Blok	1	0,001	2,941
OK X Blok	4	0,000	1,176
Hata	10	0,000	-
Genel	20	-	-
Heneikosanoik Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,015	2,978
Blok	1	0,064	12,680**
OK X Blok	4	0,006	1,206
Hata	10	0,005	-
Genel	20	-	-
Dokosaheksaenoik (DHA) Asit			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,031	12,108**
Blok	1	0,002	0,960
OK X Blok	4	0,010	4,001*
Hata	10	0,003	-
Genel	20	-	-
SFA			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	405,790	474,574**
Blok	1	0,200	0,234
OK X Blok	4	0,118	0,138
Hata	10	0,855	-
Genel	20	-	-
MUFA			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	212,051	378,819**
Blok	1	0,087	0,156
OK X Blok	4	0,278	0,496
Hata	10	0,560	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 25. (devamı)

PUFA			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	35,199	210,386**
Blok	1	0,024	0,142
OK X Blok	4	0,181	1,084
Hata	10	0,167	-
Genel	20	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 26’da tavuk burgerlerde belirlenen yağ asidi bileşimlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Tavuk burger üretiminde fındık yağı oleojeli kullanımının toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranını önemli seviyede azalttığı ve en düşük ortalama değerin hayvansal yağ yerine %100 oranında oleojel kullanılan E grubunda belirlendiği görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde özellikle baskın olan palmitik ve stearik asit oranlarının oleojel kullanımıyla önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir (P<0,05). Diğer yandan örneklerdeki toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ile toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranları oleojel kullanımına bağlı olarak önemli seviyede artış göstermiş ve en yüksek ortalama MUFA ve PUFA değerleri hayvansal yağın %100 oranında oleojel ile ikame edildiği E grubunda tespit edilmiştir. MUFA ve PUFA değerlerindeki artışın esasen oleik ve linoleik asit oranlarındaki artışlardan kaynaklandığı görülmektedir. Bitkisel sıvı yağlarda genel itibariyle yüksek oranda bulunan oleik asit ile linoleik asitin sağlık üzerinde olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir. Bu yönüyle tavuk burger üretiminde hayvansal yağın fındık yağı oleojeli ile ikamesinin yağ asidi bileşimini geliştirerek daha sağlıklı bir ürün elde edilmesine imkan sağladığını söyleyebilmek mümkündür.

Fındık yağında yüksek oranda bulunan oleik asidin kolesterol seviyesini düşürücü etkiye sahip olduğu ve linoleik asidin ise damarlarda daralmayı engellediği bildirilmekte; doymuş yağ asidi düşük, tekli ve çoklu doymamış yağ asidi ise yüksek olan ürünlerin tüketilmesinin kandaki lipid seviyesini kontrol ederek kalp hastalıkları riskini azalttığı ifade edilmektedir (Alasalvar *et al.* 2003). Konuyla ilgili yapılan birçok çalışmada da farklı oleojellerin kullanımının burgerlerde doymuş yağ asidi oranını azaltıp tekli ve çoklu doymamış yağ asidi oranlarını artırarak yağ asidi profilini geliştirdiği bildirilmiştir (Aliasl *et al.* 2020; Martins *et al.* 2019; Özer and Çeleğen 2021).

Tablo 26. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Ortalama Doymuş Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yağ Asidi	Muamele				
	A	B	C	D	E
Kaprik Asit C10:0	2,24±0,05 ^c	1,71±0,31 ^{ab}	1,90±0,04 ^b	1,63±0,22 ^{ab}	1,40±0,24 ^a
Miristik Asit C14:0	8,28±1,11 ^{ab}	6,82±1,11 ^a	11,71±0,65 ^c	14,60±0,43 ^d	9,47±0,23 ^b
Pentadekanoik Asit C15:0	0,60±0,10 ^a	0,52±0,06 ^a	0,51±0,03 ^a	1,02±0,05 ^c	0,87±0,11 ^b
Palmitik Asit C16:0	22,41±0,92 ^d	19,97±0,66 ^c	13,78±0,62 ^b	12,93±0,46 ^b	9,88±0,63 ^a
Heptadekanoik Asit C17:0	1,13±0,17 ^c	0,54±0,29 ^b	0,55±0,08 ^b	0,35±0,13 ^a	0,25±0,06 ^a
Stearik Asit C18:0	21,99±0,92 ^e	17,28±0,58 ^d	13,42±0,41 ^c	11,75±0,54 ^b	6,91±0,49 ^a
Heneikosanoik C21:0	0,52±0,14 ^b	0,43±0,08 ^{ab}	0,39±0,10 ^a	0,53±0,10 ^b	0,47±0,03 ^{ab}
ΣSFA	57,17±0,64 ^d	47,27±1,20 ^c	42,27±0,28 ^b	42,80±0,47 ^b	29,25±0,97 ^a
Miristoleik Asit C14:1	4,67±0,25 ^e	3,82±0,41 ^d	3,17±0,15 ^c	2,69±0,45 ^b	1,46±0,39 ^a
Cis-10 Pentadekenoik Asit C15:1	0,17±0,03 ^a	0,35±0,06 ^b	0,46±0,02 ^c	0,53±0,03 ^d	0,59±0,05 ^d
Palmitoelik Asit C16:1(n-7)	2,72±0,22 ^e	2,13±0,23 ^d	1,68±0,25 ^c	1,19±0,18 ^b	0,72±0,05 ^a
Oleik Asit C18:1(n-9c)	30,11±0,49 ^a	39,63±0,99 ^b	42,85±0,16 ^c	42,54±0,22 ^c	55,53±0,95 ^d

a-d: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

Tablo 26. (devamı)

Yağ Asidi	Muamele				
	A	B	C	D	E
Elaidik Asit C18:1(n-9t)	0,29±0,03 ^d	0,25±0,04 ^d	0,20±0,05 ^c	0,15±0,01 ^b	0,09±0,02 ^a
ΣMUFA	37,97±0,53 ^a	46,20±0,80 ^b	48,36±0,47 ^c	47,11±0,29 ^b	58,39±1,02 ^d
Linoleik Asit C18:2 (n-6c)	4,22±0,20 ^a	5,94±0,57 ^b	8,63±0,25 ^c	9,51±0,46 ^d	11,58±0,19 ^e
Linolelaidik Asit C18:2 (n-6t)	0,10±0,01 ^a	0,12±0,03 ^a	0,10±0,02 ^a	0,11±0,03 ^a	0,12±0,02 ^a
Alfa Linolenik Asit C18:3 (n-3)	0,03±0,01 ^a	0,09±0,04 ^b	0,27±0,07 ^d	0,18±0,03 ^c	0,18±0,04 ^c
Dihomo-Gama Linolenik Asit C20:3 (n-3c)	0,15±0,01 ^c	0,11±0,02 ^b	0,09±0,01 ^{ab}	0,10±0,02 ^b	0,08±0,01 ^a
EPA C20:5 (n-3)	0,13±0,01 ^c	0,12±0,02 ^c	0,08±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a	0,03±0,01 ^a
DHA C22:6 (n-3)	0,23±0,03 ^b	0,14±0,06 ^a	0,20±0,06 ^{ab}	0,17±0,03 ^{ab}	0,37±0,12 ^c
ΣPUFA	4,86±0,18 ^a	6,53±0,68 ^b	9,37±0,31 ^c	10,09±0,45 ^d	12,35±0,14 ^e

a-b: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

A-B: Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

± standart sapma

TPA Sonuçları

Tekstür et ürünlerinin kalitesini belirleyen ve tüketiciler tarafından tercih edilmesini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Araştırmada, tekstürel özelliklerin belirlenmesi amacıyla tekstür profil analizi (TPA) gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda tavuk burgerlerde belirlenen TPA değerleri Tablo 27’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, sertlik değerlerinin 36,09- 66,69 N, yapışkanlık değerlerinin 0- 1,2 mJ, esneklik değerlerinin 3,19- 5,56, kohesivlik değerlerinin 0,28- 0,44, elastikiyet değerlerinin 0,14- 0,1 mm ve çiğnenebilirlik değerlerinin ise 40,7- 143,4 mJ arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 27. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TPA Değerleri

Muamele	Blok	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mJ)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)
A	1	60,16	0,10	5,50	0,43	0,13	143,40
		64,77	0,00	5,35	0,40	0,13	140,10
		66,69	0,00	5,42	0,38	0,12	137,40
		65,51	0,00	5,56	0,39	0,12	142,60
		57,61	0,10	5,29	0,40	0,12	121,30
		61,98	0,10	5,30	0,38	0,11	124,50
	2	60,95	0,10	5,37	0,34	0,10	110,10
		49,72	0,40	5,19	0,37	0,11	96,50
		53,40	0,00	5,12	0,38	0,11	103,90
		50,90	0,40	5,25	0,36	0,10	95,80
		51,44	0,20	5,15	0,35	0,09	91,50
		58,01	0,30	4,92	0,44	0,14	124,50
B	1	48,64	0,00	4,87	0,39	0,11	93,60
		50,70	0,20	4,77	0,35	0,09	83,90
		43,93	0,00	5,03	0,36	0,11	80,60
		46,83	0,10	5,13	0,37	0,11	89,60
		54,92	0,20	4,83	0,38	0,12	100,30
		55,60	0,00	4,64	0,34	0,11	86,50
	2	45,85	0,30	4,28	0,31	0,08	61,40
		45,16	0,60	4,14	0,33	0,08	62,00
		46,83	0,20	4,09	0,34	0,09	65,50
		47,27	0,20	3,98	0,34	0,08	63,30
		49,82	0,20	4,09	0,29	0,07	60,00
		45,94	0,10	4,31	0,30	0,08	58,60

Tablo 27. (devamı)

Muamele	Blok	Sertlik (N)	Yapışkanlık (mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mj)
C	1	50,50	0,80	4,25	0,36	0,09	76,50
		50,60	0,10	4,40	0,36	0,09	79,10
		42,81	0,60	4,69	0,35	0,09	69,90
		46,78	0,20	4,45	0,36	0,09	75,00
		46,73	0,10	4,48	0,33	0,08	70,10
		47,12	0,10	4,37	0,34	0,08	70,60
	2	39,72	0,00	4,09	0,34	0,08	55,90
		41,53	0,00	3,19	0,31	0,06	40,70
		44,62	0,40	3,69	0,28	0,07	46,80
		46,58	0,00	3,59	0,30	0,07	49,60
		41,43	1,20	3,82	0,31	0,08	49,60
		40,89	0,10	3,92	0,30	0,08	48,50
D	1	49,23	0,10	4,04	0,34	0,07	67,90
		50,16	0,10	4,08	0,36	0,09	72,90
		45,90	0,40	4,21	0,37	0,09	71,90
		44,62	0,10	4,10	0,31	0,07	57,10
		49,47	0,50	3,97	0,33	0,07	65,40
		48,79	0,00	4,03	0,33	0,07	64,00
	2	42,17	0,00	4,17	0,33	0,08	58,20
		41,38	0,60	3,63	0,36	0,09	54,50
		39,57	0,10	3,94	0,38	0,10	58,60
		46,04	0,10	3,70	0,33	0,07	56,30
		40,65	0,50	3,89	0,32	0,08	51,00
		44,91	0,00	4,17	0,33	0,07	61,60
E	1	48,89	0,60	3,67	0,32	0,06	56,60
		48,98	0,10	4,03	0,35	0,09	69,90
		40,26	0,30	3,70	0,34	0,08	49,90
		49,43	0,00	4,02	0,34	0,07	66,60
		49,96	0,30	4,05	0,35	0,07	70,60
		49,52	0,30	3,78	0,35	0,08	66,30
	2	50,16	0,50	3,81	0,37	0,09	69,80
		41,78	0,00	3,65	0,34	0,07	51,50
		39,67	0,00	4,01	0,35	0,08	55,10
		36,09	0,10	4,04	0,34	0,08	49,60
		41,68	0,10	3,75	0,33	0,08	52,30
		42,51	0,10	4,14	0,31	0,07	55,20

Hayvansal yağ yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilen tavuk burgerlerde belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 28’de gösterilmiştir. Oleojel kullanımı sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede etkili olmuşken ($P<0,01$), yapışkanlık değeri üzerinde önemli seviyede bir etki göstermemiştir ($P>0,05$).

Tablo 28. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin TPA Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Sertlik			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	404,039	34,389**
Blok	1	484,050	41,199**
OK X Blok	4	11,613	0,988
Hata	50	11,749	-
Genel	60	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,042	0,727
Blok	1	0,028	0,489
OK X Blok	4	0,058	1,002
Hata	50	0,058	-
Genel	60	-	-
Esneklik			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,003	31,183**
Blok	1	0,001	13,154**
OK X Blok	4	0,001	5,730**
Hata	50	9,933E-005	-
Genel	60	-	-
Kohesivlik			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	0,006	12,587**
Blok	1	0,008	17,050**
OK X Blok	4	0,002	3,379*
Hata	50	0,000	-
Genel	60	-	-

Tablo 28. (devamı)

Elastikiyet			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	3,946	120,844**
Blok	1	1,987	60,870**
OK X Blok	4	0,356	10,895**
Hata	50	0,033	-
Genel	60	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	7734,689	153,776**
Blok	1	6124,641	121,766**
OK X Blok	4	342,395	6,807**
Hata	50	50,298	-
Genel	60	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 29’da tavuk burgerlerde belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik için en yüksek ortalama değerler kontrol grubu örneklerde belirlenmişken, oleojel kullanılan gruplarda daha düşük ortalama değerler elde edilmiştir. Bununla birlikte bu parametreler için belirlenen değerlerin %50 ikame oranına kadar azaldığı, daha yüksek oranlarda ise önemli bir değişim göstermediği görülmüştür. En yüksek kohesivlik ve elastikiyet değerleri de yine kontrol grubu örneklerde tespit edilmişken, oleojel kullanım oranının kohesivlik üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Diğer yandan elastikiyet değerinin oleojel kullanım oranına bağlı olarak azaldığı ve en düşük ortalama değer hayvansal yağ yerine %100 oleojel kullanılan E grubunda belirlendiği gözlenmiştir. Sertlik, çiğnenebilirlik ve elastikiyet için benzer sonuçlar Aliasl *et al.* (2020) tarafından karnauba vaksı ve adipik asit ile oluşturulan soya yağı oleojeli kullanılan burgerlerde bildirilmiş ve oleojel kullanılan burgerlerde bu parametreler için kontrole göre daha düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Susam yağı oleojeli kullanılan bir başka çalışmada ise sığır eti burgerlerinde mevcut bu çalışmadakine benzer şekilde kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin oleojel kullanılan gruplarda daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Moghtadaei *et al.* 2018). Diğer yandan Hamidioğlu *et al.* (2022) kandelilla mumu kullanılarak hazırlanan kenevir yağı oleojelinin köftelerde sertlik ve yapışkanlık değerlerini kontrol grubuna göre artırdığını, kohesivlik ve esneklik değerlerini ise etkilemediğini bildirmişlerdir.

Tablo 29. Tavuk Burgerlerde Belirlenen TPA Değerlerine Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Sertlik (N)	Yapışkanlık(mj)	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet(mm)	Çiğnenebilirlik(mj)
A	58,43±5,94 ^c	0,14±0,15 ^a	0,12±0,02 ^c	0,39±0,03 ^b	5,29±0,18 ^d	119,30±19,33 ^c
B	48,46±3,70 ^b	0,18±0,17 ^a	0,09±0,02 ^b	0,34±0,03 ^a	4,51±0,41 ^c	75,44±15,12 ^b
C	44,94±3,68 ^a	0,30±0,38 ^a	0,08±0,01 ^a	0,33±0,03 ^a	4,08±0,44 ^b	61,03±13,73 ^a
D	45,24±3,69 ^a	0,21±0,022 ^a	0,08±0,01 ^a	0,34±0,02 ^a	3,99±0,18 ^{ab}	61,62±6,91 ^a
E	44,91±5,05 ^a	0,20±0,20 ^a	0,08±0,01 ^a	0,34±0,02 ^a	3,89±0,18 ^a	59,45±8,46 ^a

a-d: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)
± standart sapma

Duyusal Analiz Sonuçları

Araştırma kapsamında üretilen tavuk burger örnekleri için belirlenen duysal analiz sonuçları Tablo 30’da varyans analiz sonuçları ise Tablo 31’de verilmiştir. Tavuk burger üretiminde farklı oranlarda sığır et yağı/findık yağı oleojeli kullanımının tat, koku ve genel kabul edilebilirlik üzerinde P<0,01 düzeyinde, tekstür üzerinde ise P<0,05 seviyesinde etkili olduğu görülmüştür.

Tablo 30. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojelleri Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Duyusal Analiz Puanlarına Ait Ortalama Değerler

Muamele	Blok	Duyusal Özellikler				
		Renk	Tat	Koku	Tekstür	Kabul Edilebilirlik
A	1	6,8	7,4	7,4	7,7	7,2
	2	7,1	6,8	7,1	6,7	6,7
B	1	7,2	6,3	7,1	6,1	6,2
	2	6,6	6,8	7,1	7,1	7,0
C	1	7,0	6,6	7,0	6,7	6,9
	2	6,4	5,2	6,2	5,6	5,4
D	1	6,1	4,9	5,4	5,5	5,1
	2	6,4	4,6	5,5	5,2	4,9
E	1	6,6	5,0	5,7	5,5	5,2
	2	5,6	5,8	6,2	5,7	5,7

Not: Değerler panelistlerin verdiği puanlara ait ortalamalardır.

Tablo 31. Farklı Oranlarda Hayvansal Yağ/Fındık Yağı Oleojeli Kullanılarak Üretilen Tavuk Burgerlerin Duyusal Puanlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Renk			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	2,965	0,992
Blok	1	2,560	0,857
OK X Blok	4	1,735	0,580
Hata	90	2,989	-
Genel	100	-	-
Tat			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	17,135	4,554**
Blok	1	1,000	0,266
OK X Blok	4	3,875	1,030
Hata	90	3,762	-
Genel	100	-	-
Koku			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	11,665	4,049**
Blok	1	0,250	0,087
OK X Blok	4	1,175	,408
Hata	90	2,881	-
Genel	100	-	-
Tekstür			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	11,215	3,104*
Blok	1	1,440	0,399
OK X Blok	4	3,815	1,056
Hata	90	3,613	-
Genel	100	-	-
Genel Kabul Edilebilirlik			
Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Oleojel Kullanımı (OK)	4	12,915	4,336**
Blok	1	0,810	0,272
OK X Blok	4	4,085	1,371
Hata	90	2,979	-
Genel	100	-	-

**P<0,01, *P<0,05

Tablo 32’de tavuk burgerlerde belirlenen duyusal analiz puanlarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir. Gruplar arasında renk açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinde ise kontrol grubu ile %50’ ye kadar oleojel kullanılan gruplar için elde edilen ortalama puanlar benzerlik göstermişken, en düşük ortalama puanlar hayvansal yağ yerine %75 ve %100 oranında oleojel kullanılan gruplarda gözlenmiştir ($P<0,05$). Böylece, duyusal açıdan tavuk burger üretiminde hayvansal yağın en fazla %50 oranında fındık yağı oleojeli ile ikamesinin mümkün olduğu, %25 oranında ikamenin daha uygun olabileceği sonucuna varılmıştır. Moghtadaei *et al.* (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da duyusal açıdan hayvansal yağ yerine %50 oranında susam yağı oleojeli kullanılan burgerlerin panelistler tarafından kabul gördüğü, burgerlerin dokusunda ve renginde herhangi bir farklılık tespit edilmediği, ancak susam yağı oleojeli ile üretilmiş dana burgerlerin daha lezzetli bulunduğu bildirilmiştir.

Tablo 32. Tavuk Burgerlerde Belirlenen Duyusal Puanlarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Muamele	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Kabul Edilebilirlik
A	6,95±1,61 ^a	7,10±1,71 ^c	7,25±1,25 ^c	7,20±1,94 ^b	6,95±1,61 ^c
B	6,90±1,29 ^a	6,55±1,79 ^{bc}	7,10±1,52 ^c	6,60±1,90 ^{ab}	6,60±1,67 ^c
C	6,70±1,84 ^a	5,90±1,92 ^{abc}	6,60±1,57 ^{bc}	6,15±1,79 ^{ab}	6,15±1,73 ^{bc}
D	6,25±2,02 ^a	4,75±1,97 ^a	5,45±1,79 ^a	5,35±1,73 ^a	5,40±1,69 ^a
E	6,10±1,71 ^a	5,40±2,24 ^{ab}	5,95±2,09 ^{ab}	5,60±2,11 ^a	5,45±1,96 ^{ab}

a-c: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$)
± standart sapma

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada tavuk burger üretiminde sığır et yağı yerine farklı oranlarda fındık yağı oleojeli kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi planlanmıştır. Bu kapsamda sadece sığır et yağı kullanılan tavuk burgerler kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve diğer gruplarda ise hayvansal yağ yerine %25, %50, %75 ve %100 oranlarında fındık yağı oleojeli kullanılmıştır. Araştırma kapsamında ulaşılan genel sonuç ve öneriler şöyledir:

1. Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine %50 oranında fındık yağı oleojeli kullanımının pişirme öncesinde pH değerinde artışa sebebiyet verdiği, fakat daha yüksek oranların önemli bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Pişirme sonrasında ise grupların ortalama pH değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.
2. Pişirme öncesinde %75 ikame oranına kadar ortalama nem içerikleri arasında önemli bir farklılık olmadığı, bu oranda önemli seviyede bir azalma meydana geldiği, pişirme sonrasında ise en yüksek ortalama değer kontrol grubunda, en düşük ortalama değer ise hayvansal yağ yerine %75 oranında oleojel kullanılan grupta belirlendiği görülmüştür.
3. Pişirme öncesinde en düşük a_w değeri hayvansal yağ yerine %25 oranında fındık yağı oleojeli kullanılan grupta belirlenmiştir. Pişirme sonrasında ise %50 ikame oranına kadar ortalama a_w değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı, bu oranda önemli seviyede bir azalma meydana geldiği, fakat daha yüksek oranlarda yine önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür.
4. Pişirme sonrasında en yüksek ortalama TBARS değeri kontrol grubunda belirlenmişken, en düşük değer hayvansal yağ yerine %100 oranında fındık yağı oleojeli kullanılan grupta tespit edilmiştir. Ayrıca üretimde kullanılan oleojel oranı arttıkça TBARS değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür.
5. L^* değeri için pişirme sonrasında en yüksek ortalama değerler hayvansal yağ yerine %50, %75 ve %100 oleojel kullanılan gruplarda tespit edilmiştir. a^* değeri için pişirme sonrasında %50 ikame oranına kadar azalma meydana geldiği, fakat daha yüksek seviyelerde önemli bir değişim olmadığı gözlenmiştir. b^* değerinde ise pişirme sonrasında önemli bir değişim olmadığı görülmüştür.

6. Pişirme kaybı için %50 ikame oranına kadar önemli bir farklılık görülmemişken, bu oranda önemli seviyede bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının özellikle %50 oranından sonra büzülme değerinde artışa yol açtığı görülmüştür.
7. Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine fındık yağı oleojeli kullanımıyla SFA oranı azalmış, toplam MUFA ve PUFA oranları ise artmıştır. Böylece oleojel kullanımının tavuk burgerlerin yağ asidi profilini geliştirdiği sonucuna varılmıştır.
8. Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine oleojel kullanımının sertlik, esneklik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalmaya yol açtığı görülmüştür. En yüksek kohesivlik değeri kontrol grubu örneklerde tespit edilmişken, oleojel kullanım oranının bu parametre üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.
9. Duyusal analiz sonuçlarına göre oleojel kullanımının renk üzerinde etkili olmadığı, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik için ise kontrol grubu ile %50' ye kadar oleojel kullanılan gruplarda ortalama puanların benzerlik gösterdiği, bununla birlikte en düşük ortalama puanların hayvansal yağ yerine %75 ve %100 oranında oleojel kullanılan gruplarda tespit edildiği görülmüştür.

Sonuç olarak tavuk burger üretiminde fındık yağı oleojeli kullanımı, genel itibariyle fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özelliklerde önemli değişimlere neden olmuştur. Tavuk burger üretiminde hayvansal yağ yerine fındık yağı oleojeli kullanılmasının mümkün olduğu ve oleojel kullanımının yağ asidi profilini geliştirdiği görülmüştür. Ancak tekstürel ve duyusal özellikler dikkate alındığında hayvansal yağın en fazla %50 oranında fındık yağı oleojeli ile ikamesinin mümkün olduğu, %25 oranında ikamesinin ise daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Diğer yandan, hayvansal yağ yerine fındık yağı oleojeli kullanılarak üretilcek tavuk burgerlerde, depolama koşullarında meydana gelecek değişimlerin belirlendiği yeni çalışmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Agregán, R. Barba, F. J. Gavahian, M. Franco, D. Khaneghah, A. M. Carballo, J. Ferreira, I. C. Barretto, S. Lorenzo, J. M., 2019. Fucus vesiculosus extracts as natural antioxidants for improvement of physicochemical properties and shelf life of pork patties formulated with oleogels. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(10), 4561-4570.
- Alasalvar, C. Karamaç, M. Amarowicz, R. Shahidi, F., 2006. Antioxidant and antiradical activities in extracts of hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut green leafy cover. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(13), 4826-4832.
- Alasalvar, C. Shahidi, F. Ohshima, T. Wanasundara, U. Yurttaş, H. C. Liyanapathirana, C. M. and Rodrigues, F. B., 2003. Turkish tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) 2. Lipid characteristics and oxidative stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3797-3805.
- Aliasl khiabani, A. Tabibiazar, M. Roufegarinejad, L. Hamishehkar, H. Alizadeh, A., 2020. Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: a new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. Food Chemistry, 333, 127446.
- Anonim., 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği. Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120412-7.htm> (24.11.2022), 28262.
- Anonim., 2018. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm> (28.12.2022), 30670.
- Anonim., 2023. Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline. file:///C:/Users/pc/Downloads/WHO%202023.pdf (10.11.2023).
- Anonim., 2023. FastFood. Vikipedi Özgür Ansiklopedi, https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fast_food&oldid=31079254 (15.11.2023).
- AOAC., 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Washington, DC.
- Blake, A.I. Toro-Vazquez, J.F. Hwang, H.S., 2018. Wax oleogels. Edible Oleogels Structure and Health Implications, Alejandro G. Marangoni ve Nissim Garti. CA: AOCS Press, San Diego, 133-171.
- Cercaci, L. Rodriguez-Estrada, M. Lercker, G., 2003. Solid-Phase extraction–thin-layer chromatography–gas chromatography method for the detection of hazelnut oil in olive oils by determination of esterified sterols. Journal of Chromatography A, 985, 211-220.
- Çakır, M., 2021. Kaplamalı tavuk ürünlerinin kızartılmasında oleojel kullanımının etkilerinin araştırılması. Y. Lisans, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Çelegen, Ş., 2019. Hayvansal yağ ikamesi olarak zeytinyağı emülsiyonu ile hazırlanan oleojel ve bezelye kabuğu tozunun yağı azaltılmış hamburger köftesi üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması. Y. Lisans, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.

- Domínguez, R. Lorenzo, J. Pateiro, M. Munekata, P. Santos, B. Pinton, M. Cichoski, A., 2022. Main animal fat replacers for the manufacture of healthy processed meat products. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 62, 1040-8398.
- El-Magoli, S. B. Laroia, S. and Hansen, P. M. T., 1996. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science*, 42(2), 179-193.
- Ferro, A. C. Paglarini, C. Pollonio, M. Cunha, R., 2021. Glyceryl monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion. *Meat Science*, 174, 108424.
- Folch, J. Lees, M. Sloane Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497–509.
- Ghiasi, F. and Golmakani, M., 2022. Fabrication and characterization of a novel biphasic system based on starch and ethylcellulose as an alternative fat replacer in a model food system. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 78, 103028.
- Gogus, U. Smith, C., 2010. n-3 omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 417-436.
- Gómez-Estaca, J. Pintado, T. Jiménez-Colmenero, F., 2019. Assessment of a healthy oil combination structured in ethyl cellulose and beeswax oleogels as animal fat replacers in low-fat, pufa-enriched pork burgers. *Food Bioprocess Technology*, 12, 1068–1081.
- Gunstone, F. Harwood, J. Dijkstra, A., 2007. *The Lipid Handbook*. Taylor & Francis Group, 783, London.
- Hamidioglu, I. Alenčikienė, G. Dzedulionytė, M. Zabulionė, A. Bali, A. Šalaševičienė, A., 2022. Characterization of the quality and oxidative stability of hemp-oil-based oleogels as an animal fat substitute for meat patties. *Foods*, 11(24), 4030.
- Hwang, H. Kim, S. Singh, M. Winkler-Moser, J. Liu, X., 2012. Organogel formation of soybean oil with waxes. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 89(4), 639-647.
- Jana, S. Martini, S., 2016. Physical characterization of crystalline networks formed by binary blends of waxes in soybean oil. *Food Research International*, 89, 245-253.
- Jo, C. Son, J.H. Son, C.B. Byun, M.W., 2003. Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4 °C. *Meat Science*, 64(1), 13-17.
- Kayısoğlu, S. İçöz, Aysel., 2011. Tekirdağ’da tüketime sunulan hamburger ve piliç burgerlerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Academic Food Journal*, 10(2), 63-68.
- Kıvrak, M., 2023. Fındık Yağı. Balıkesir, http://mucahitkivrak.baun.edu.tr/index_dosyalar/22-12-findik-yagi.pdf (23.10.2023).
- Lemon, D.W., 1975. An improved tba test for rancidity new series circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Li, L. Liu, G. Bogojevic, O. Pedersen, J. Guo, Z., 2022. Edible oleogels as solid fat alternatives: composition and oleogelation mechanism implications. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 21(3), 2077-2104.
- Lopes, R. Costa, V. Costa, M. Paiva-Martins, F., 2022. Olive oil oleogels as strategy to confer nutritional advantages to burgers. *Food Chemistry*, 397, 133724.
- Manzoor, S. Masoodi, F. Rashid, R. Naqash, F. Ahmad, M., 2022. Oleogels for the development of healthy meat products: A review. *Applied Food Research*, 2(2), 100212.

- Martins, A. J. Lorenzo, J. M. Franco, D. Vicente, A. A. Cunha, R. L. Pastrana, L.M. Quiñones, J. Cerqueira, M.A., 2019. Omega-3 and polyunsaturated fatty acids-enriched hamburgers using sterol-based oleogels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(11), 1900111.
- Metcalfe, L. D. Schmitz, A. A., 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33, 363–364.
- Moghtadaei, M. Soltanizadeh, N. Goli, S. A. H., 2018. Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, 108, 368-377.
- Moghtadaei, M. Soltanizadeh, N. Goli, S.A.H., 2021. Physicochemical properties of beef burger after partial incorporation of ethylcellulose oleogel instead of animal fat. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 4775–4784.
- Murphy, E. W. Criner, P. E. and Gray, B. C., 1975. Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(6), 1153-1157.
- Oh, I. Lee, J. Lee, H. G. Lee, S., 2019. Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties. *Food Research International*, 122, 566-572.
- Ozer, C. O. and Çelegen, Ş., 2021. Evaluation of quality and emulsion stability of a fat-reduced beef burger prepared with an olive oil oleogel-based emulsion. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(8), 14547.
- Palamutoğlu, R., 2021. Replacement of beef fat in meatball with oleogels (black cumin seed oil/sunflower oil). *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 72(3), 3031–3040.
- Patel, A.R. Schatteman, D. Winnok H. De Vos, W. H. Lesaffer, A. Dewettinck, K., 2013. Preparation and rheological characterization of shellac oleogels and oleogel-based emulsions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 411, 114-121.
- Paula, M. M.O. Silva, J. R. G. Oliveira, K. L. Massingue, A. A. Ramos, E. M. Junior, A. A. B. Silva, M. H. L. Silva, V. R.O., 2019. Technological and sensory characteristics of hamburgers added with chia seed as fat replacer. *Ciência Rural*, 49(8), e20190090.
- Pehlivanoglu, H. Demirci, M. Toker, Ö. Konar, N. Karasu, S. Sağdıç, O., 2018. Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: production and food-based applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8), 1330-1341.
- Pérez-Álvarez, J.Á. Roldán-Verdú, A. Martínez-Mayoral, A. Sayas-Barberá, E. Vera, C.N.-R.de. Viuda-Martos, M. Fernández-Lopez, J., 2021. Chia oleogel as a potential new ingredient for healthy cooked meat sausages. *Proceedings*, 70(1), 76.
- Ramirez, M. R. Morcuende, D. Estevez, M. Lopez, R. C., 2005. Fatty acid profiles of intramuscular fat from pork loin chops fried in different culinary fats following refrigerated storage. *Food Chemistry*, 92(1), 159–167.
- Rojas, M. C. and Brewer, M. S., 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. *Journal of Food Science*, 72(4), S282-S288.
- Selani, M. Shirado, G. Margiotta, G. Saldaña, E. Spada, F. Canniatti-Brazaca, S., 2016. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 112, 69-76.

- Soleimanian, Y. Hossein Goli, S. Shirvani, A. Elmizadeh, A. Marangoni, G.,2020. Wax-based delivery systems: preparation, characterization, and food applications. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 19(6), 2994-3030.
- Şimşek, A. Aslantaş, R.,1999. Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Gıda Dergi Park*, 24(3), 209-216.
- Teixeira, A. Ferreira, I. Pereira, E., Vasconcelos, L. Leite, A. Rodrigues, S., 2021. Physicochemical composition and sensory quality of goat meat burgers. Effect Of Fat Source. *Foods*, 10(8), 1824.
- Wang, F.C. Gravelle, A.J. Blake, A.I. Marangoni, A.G., 2016. Novel trans fat replacement strategies. *Current Opinion in Food Science*, 7, 27-34.
- Wang, Z. Chandrapala, J. Truong, T. Farahnaky, A., 2022. Oleogels prepared with low molecular weight gelators: Texture, rheology and sensory properties, a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(23), 6069- 6113.
- Yenioğlu Demiralp, Ş. Demirok Soncu, E. Kolsarıcı, N.,2017. Oleogels and their utilization in emulsified meat products. *Gıda The Journal Of Food*, 42(5), 505-513.
- Zhang, Z. Wang, H. Shu, Y. Zhang, X. Yang, T. Qi, W. Xu, H.,2023. Improving the freeze-thaw stability of pork sausage with oleogel-in-water pickering emulsion used for pork backfat substitution. *Food Science and Technology*,180, 114698.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Gamze TUYSUZ
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Erzurum Nenehatun Kız Anadolu Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2024)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Başlangıç
Almanca:	Başlangıç
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Erzurum Gıda Mühendisleri Odası	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	