

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ORANLARDA HARDAL YAPRAĞI TOZU İLAVESİNİN ET
KÖFTELERİNİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Meryem ODUNCU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2024**

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ORANLARDA HARDAL YAPRAĞI TOZU İLAVESİNİN ET
KÖFTELERİNİN FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Meryem ODUNCU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2024**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Hardal Hakkında Genel Bilgiler	7
2.1.1. Hint hardalı (<i>Brassica juncea</i>).....	8
2.1.2.Hint hardalı (<i>Brassica juncea</i>) yeşilliği	10
2.1.3.Hardalın tıbbi işlevi	12
2.2. Et Köftelerinde Baharat Kullanımı Konusunda Yapılmış Çalışmalar	13
3.MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Materyaller.....	19
3. 2. Yöntem	19
3. 2.1. Hardal yaprağı tozu üretimi	19
3.2.3. Analitik Yöntemler	26
3.2.3.2. Pişmiş et köftelerinde yapılan analizler	29
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	33
4.1. Çiğ Et Köftelerinin Bileşimi	33
4.1.1. Çiğ köfte örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri	33
4.1.2. Çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri	34
4.1.3. Çiğ köfte örneklerinin nem oranları	35
4.1.4. Çiğ köfte örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri.....	35
4.2. Pişmiş Köftelerin Fizikokimyasal Özellikleri	35
4.2.1. pH değeri	36
4.2.2. Titrasyon asitliği değerleri.....	38
4.2.3. Su aktivitesi değerleri	39
4.2.4. TBA oranları.....	40
4.3. Pişmiş Köftelerin L*, a* ve b* Renk Değerleri	42
4.4.Pişmiş Köftelerde Dış Yüzey Renk Değerleri	47
4.5. Pişmiş Köftelerin Mikrobiyolojik Özellikleri	51
4.6. Pişmiş Köftelerin Duyusal Özellikleri	55
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR	64

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ORANLARDA HARDAL YAPRAK TOZU İLAVESİNİN ET KÖFTELERİNİN FİZİKOKİMYASAL DUYUSAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Meryem ODUNCU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
YIL: 2024, Sayfa:73

Bu araştırmada antimikrobiyal ajan olarak hardal yaprak tozu ilavesinin tüketime hazır et köftelerinin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyusal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla % 0, % 1, % 2 ve % 4 oranlarında hardal yaprak tozu ilavesi ile üretilen et köfteler fırında pişirilmiş ve 28 gün süre ile buzdolabında +4 °C'de depolanmıştır. Hardal yaprak tozu ilavesi ve depolama süresi köftelerin pH ve TBA değeri ile TAMB, psikrofilik bakteri, termofilik bakteri sayılarını önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilemiştir. Hardal yaprak tozu ilavesi köftelerin $L^*(iç)$, $L^*(dış)$, $a^*(iç)$, $a^*(dış)$, $b^*(iç)$ ve $b^*(dış)$ değerlerini önemli düzeyde ($p<0.05$) etkilerken, depolama süresininbu özelliklere etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Köftelere ilave edilen hardal yaprağı tozunun miktarı arttıkça köftelerdeki mikroorganizmaların gelişiminin yavaşladığı veya durduğu, yani hardal yaprağı tozunun antimikrobiyal etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmeler köfte örnekleri içerisine konulan hardal yaprağı tozunun panelistler tarafından %2 oranına kadar kabul edilebileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Köfte, hardal yaprak tozu, depolama süresi, mikrobiyolojik, duyusal

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ADDING MUSTARD LEAF POWDER IN DIFFERENT RATIOS ON THE PHYSICAL CHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF MEAT MEATBALLS

Meryem ODUNCU

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department Of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN
Year:2024, Page: 73**

In this study, the effects of adding mustard leaf powder as an antimicrobial agent on the physicochemical, microbial and sensory properties of ready-to-eat meat patties were examined. For this purpose, meatballs produced with the addition of 0%, 1%, 2% and 4% mustard leaf powder were cooked in the oven and stored in the refrigerator at +4 °C for twenty eight days. Addition of mustard leaf powder and storage time significantly ($p<0.05$) affected the pH and TBA values of the meatballs and the numbers of TAMB, psychrophilic bacteria and thermophilic bacteria. While the addition of mustard leaf powder significantly ($p<0.05$) affected the L^* (inner), L^* (outer), a^* (inner), a^* (outer), b^* (inner) and b^* (outer) values of the meatballs, the effect of storage time on these properties was found to be insignificant ($p>0.05$). It has been determined that as the amount of mustard leaf powder added to the meatballs increases, the development of microorganisms in the meatballs slows down or stops, meaning that mustard leaf powder has an antimicrobial effect. Sensory evaluations showed that the mustard leaf powder added into the meatball samples could be accepted by the panelists at a rate of up to 2%.

KEY WORDS: Meatballs, mustard leaf powder, storage time, microbiological, sensory

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimin son dönemlerinde danışmanlığımı yapan, çalışmalarımın her aşamasında yanımda olup benden desteğini esirgemeyen sayın Prof.Dr.Mutlu Buket AKIN'a

Yüksek lisans öğrenimimin başlangıcında danışmanlığımı yapan, tez konumun bulunmasında ve başlangıcındaki analizlerin yürütülmesinde bilgisi ve tecrübesiyle çalışmalarımda bana yol gösteren emekli Dr. Öğretim Üyesi Harika ÇANKAYA'ya

Yüksek lisans öğrenimim süresince benden yardım ve desteklerini esirgemeyen başta sayın Prof.Dr.Şerafettin ÇELİK , Prof.Dr.Mehmet KARAASLAN ve Prof.Dr.M.Serdar AKIN olmak üzere tüm Harran Üniveritesi Gıda Mühendisliği Bölümü çalışanlarına,

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan sayın Arş.Gör.Dr.Naciye ÜNVER ve Öğretim Gör. Gjulten NEDJİP'e

Çalışmalarımda her zaman yanımda olan sevgili meslektaşım ve dostum Fatma ÖGE'ye ve başta kıymetli abim Mehmet ODUNCU ve Annem Mahbube TAŞKIRAN olmak üzere hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve yanımda olan değerli ailem'e teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Hardal Otu (<i>Brassica Juncea</i>).....	8
Şekil 2.2. Hardal (<i>Brassica Juncea</i>) Yeşilliği.....	10
Şekil 2.3. Taze Hardallı Salata.....	11
Şekil 2.4. Taze Hardallı Salata.....	11
Şekil 2.5. Haşlanmış Hardal ile Hazırlanmış Yemek.....	11
Şekil 2.6. Kızartılmış Hardal ile Hazırlanmış Yemek.....	11
Şekil 2.7. Et ile Beraber Haşlanmış Hardal Yemeği.....	11
Şekil 2.8. Et ile Beraber Haşlanmış Hardal Yemeği.....	11
Şekil 3.1. Yıkanmış hardal yeşili.....	19
Şekil 3.2. Etüvlenmiş hardal yeşili.....	19
Şekil 3.3. Kurutulmuş hardal yeşili.....	20
Şekil 3.4. Öğütülmüş hardal yaprağı.....	20
Şekil 3.5. Hardal yaprağı tozu tartımı.....	21
Şekil 3.6. Kıyma tartımı.....	21
Şekil 3.7. Tuz tartımı.....	21
Şekil 3.8. Galeta unu tartımı.....	21
Şekil 3.9. Köfte üretimi akış şeması.....	25
Şekil 3.10. Malzemelerin karıştırılması.....	21
Şekil 3.11. Köfte harcının yoğurulması.....	21
Şekil 3.12. Şekil verilmiş köfte harcı.....	22
Şekil 3.13. Pişirilmiş köfteler.....	22
Şekil 3.14. Malzemelerin karıştırılması.....	22
Şekil 3.15. Köfte harcının yoğurulması.....	22
Şekil 3.16. Şekil verilmiş köfte harcı.....	23
Şekil 3.17. Pişirilmiş köfteler.....	23
Şekil 3.18. Malzemelerin karıştırılması.....	23
Şekil 3.19. Köfte harcının yoğurulması.....	23
Şekil 3.20. Şekil verilmiş köfte harcı.....	24
Şekil 3.21. Pişirilmiş köfteler.....	24
Şekil 3.22. Malzemelerin karıştırılması.....	24
Şekil 3.23. Köfte harcının yoğurulması.....	24
Şekil 3.24. Şekil verilmiş köfte harcı.....	25
Şekil 3.25. Pişirilmiş köfteler.....	25
Şekil 3.26. Mikrobiyolojik ekimle ilgili görsel.....	31
Şekil 4.1. Et köftelerin pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	37
Şekil 4.2. Et köftelerin titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	39
Şekil 4.3. Et köftelerin aw değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	40
Şekil 4.4. Et köftelerin TBA değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	41
Şekil 4.5. Et köftelerin L* (iç)değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	44
Şekil 4.6. Et köftelerin a* (iç)değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	45
Şekil 4.7. Et köftelerin b* (iç)değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	46
Şekil 4.8. Et köftelerin L*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	48
Şekil 4.9. Et köftelerin a*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	50
Şekil 4.10. Et köftelerin b*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	51
Şekil 4.11. Et köftelerin TAMB değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	53
Şekil 4.12. Et köftelerin psikrofilik bakteri sayısı depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	54
Şekil 4.13. Et köftelerin termofilik bakteri sayısı depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	55
Şekil 4.14. Et köftelerin renk değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	56
Şekil 4.15. Et köftelerin tat değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	59
Şekil 4.16. Et köftelerin yapı değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	60

Şekil 4.17. Et köftelerin dilimlenebilme değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	61
Şekil 4.18. Et köftelerin genel beğeni puanlarında depolama süresince meydana gelen değişiklikler.....	62



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan materyaller ve oranları (%100).....	25
Çizelge 4.1. Çiğ Köftelerde Yapılan Analiz Sonuçları.....	33
Çizelge 4.2. Pişmiş Köftelerde Kimyasal Analiz Sonuçları.....	36
Çizelge 4.3. Pişmiş Köftelerde İç Yüzey Renk Sonuçları.....	42
Çizelge 4.4. Pişmiş Köftelerde Dış Yüzey Renk Değerleri.....	47
Çizelge 4.5. Pişmiş Köftelerde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	52
Çizelge 4.6. Pişmiş Köftelerde Duyusal Analiz Sonuçları.....	57



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

a*	Kırmızılık/yeşillik
AIT	Allil izotiyosiyanat
a _w	Su Aktivitesi
b*	Sarılık/mavilik
BHA	Bütillenmiş Hidroksianizol
BHT	Bütillenmiş Hidroksitoluen
dk	Dakika
kg	Kilogram
L*	Aydınlık/karanlık;
MK	Kimchi etanolik özütlerinin
mg	Miligram
mm	Milimetre
p-HBIT	Parahidroksibenzil izotiyosiyanat
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TS	Türk Standartları

1.GİRİŞ

Köfte proteince zengin bir besindir ve Türk mutfağındaki yeri önemlidir. Köfte, farklı yaştan tüketicinin beğenerek tükettiği ve sıkça tercih ettiği bir et ürünüdür. Köfte kelimesi köken olarak Farsçaya dayanmaktadır ve ‘küfte’ olacak şekilde adlandırılmaktadır. İnce kıyılmış et demektir. Geçmiş zamanlarda üretilen köfteler ile günümüzde üretilen köfteler farklılık göstermektedir.En basit köfte tarifi şu şekildedir. Kıyılmış ete ekmek içi katarak yoğurup şekil verdikten sonra köftelerin unla kaplanarak sadeyağda kızartılması yöntemidir (Karakuş Şeren ve ark., 2015). Köfte hazırlanışında kullanılan ana hammaddeler kıyılmış et ile hayvansal kaynaklı yağlardır. Bunlara ilaveten köftelerin hazırlanışında çeşitli hammadde kullanılabilmektedir. Bunlara ek olarak köfte harcına bazı baharatlar, farklı özellikteki katkı maddeleri ve lezzet vericiler eklenebilmektedir (Yeşilyurt, 2020; Öztürk, 2019).

“Çekilmiş büyükbaş ve küçükbaş hayvan karkas etlerinin veya kanatlı hayvan karkas etlerinin tebliğe uygun olacak şekilde 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 tanımlanmaktadır”(Türk Gıda Kodeksi Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, 2019).

Köfte; Akçaabat köfte, İzmir köfte, Tekirdağ köfte, Kasap köfte, Kuru köfte (Anne köftesi), Sucuk köfte, Islama köfte, Dondurulmuş köfte, İnegöl köfte, Tire köfte, Kadınbudu köfte, İçli köfte, Dalyan köfte, Hasanpaşa köfte, dondurulmuş, çiğ köfte vb. ürünler ile çok miktarda çeşitliliğe sahip et ürünlerindedir (Tonbak ve ark., 2021). Yöresel köfteler üzerine yapılan bir çalışmada 81 il’de 554 çeşit köfte örneğine ulaşıldığı belirtilmiştir. Bunlar; Ege Bölgesi’nde 45 ve Karadeniz’de 26, Güneydoğu Bölgesi’nde 143, Marmara Bölgesi’nde 112, Doğu Anadolu Bölgesi’nde 85, İç Anadolu Bölgesi’nde 49, Akdeniz Bölgesinde’nde 94 çeşit yöresel köfte örneği bulunduğu belirtilmektedir. Türk mutfağı kültüründe ise köfteler isimlerini sulu,

yoğurtlu, terbiyeli ve salçalı köfte gibi pişirme yöntemleri ile bunlara ek olarak ızgara, fırın, tava ve sini köftesi gibi pişirmede kullanılan kap veya aletlerden almaktadır (Özkeşkek, 2019).

Köftenin kalite parametreleri ve besin değerinde köfte üretiminde kullanılan hammaddelerin bileşimi etkili olduğu görülmektedir. Özellikle içerdiği yağ, karışıma eklenen katkı maddeleri ve oranlarının etkili olduğu görülmektedir. TS 10581 Köfte (çiğ) Standardında pişmemiş köftelerdeki bazı besin değerleri ve oranları şöyledir. Nem maksimum %65, tuz maksimum %2, toplam protein minimum %12 ve toplam yağ maksimum %25 olması gerektiği belirtilmektedir (TSE, 2007).

Ette bulunan bileşenler içerisinde oran olarak en yüksek miktarda bulunan bileşik sudur. Etin besleyici fonksiyonlarını, renk bileşenlerini, tekstür özelliklerini, olgunluğunu, lezzet parametrelerini ve mikroorganizma üremelerini dolayısıyla da raf ömrünü önemli derecede etkilemektedir. Ayrıca su, et ürünlerine eklenmiş olan katkı maddelerinin ayrışmasında ve işlevlerinde rol almaktadır. Etteki proteinlerin kalitesi fazla olmakla beraber esansiyel amino asitlerin tümünü ideal miktarda ve dengede olacak şekilde bünyesinde barındırmaktadır. Yağ içermeyen bir ette sudan sonra en çok bulunan bileşik proteinlerdir (Arslan, 2013). Taze et depolanırken bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişimler biyolojik yapıdaki membranın bozulmasından ve oksidatif süreç ile oluşan metabolik olaylardan etkilenmektedir. Renk bileşenlerindeki kayıp, oluşan kötü koku veyahut aroma maddelerindeki gelişim, gıda maddelerindeki kayıp, patojenler, bozucu etkiye sahip föktörlerin gelişmesi ve tekstürel özelliklerdeki değişimler kalitenin bozulduğunun göstergesidir (McMillin, 2008).

Et ve et ürünleri içlerinde fazlaca bulundurdukları hayvansal yağ içeriği ile zengin besin öğelerinin varlığından kaynaklı olarak mikrobiyal reaksiyonlar açısından önemli ölçüde risk oluşturmaktadır (Min ve Ahn, 2005; Estévez, 2011). Etin mikrobiyolojik kalitesi şunlara bağlıdır; işlenmekte olan hammaddenin mikrobiyal özelliklerine, etin hazırlanışı sırasında uyulması gereken sıhhi tedbirlere, ambalajlama ve depolama şartlarına. Etin mikroflorasını oluşturan mikroorganizmalar,

etin çekilme ve karıştırılma işlemlerine tabi tutulması esnasında ürünün yüzeyinin her tarafına yayılım göstermekle birlikte uygun koşullar olduğunda gelişim göstererek ürünün raf ömrünü kısaltmaktadır. Bu durum da tüketici sağlığı açısından risk teşkil etmektedir (Leclere ve ark., 2002; Li ve Mustafa, 2004; Gönülalan ve Köse, 2003).

Taze et formülasyonlarında genellikle oksijenli ve oksijensiz şartlar altında oluşan mikrobiyal bozulmalar görülür. *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Proteus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Micrococcus* türlerinin etkisiyle oluşan bozulma sonucunda üründe bazı değişimler meydana gelmektedir. Bunlar; üst kısımda yapışkanlık, mikrobiyolojik gelişim sonucunda meydana gelen H₂S, NH₃, indol, kadeverin ve putresin gibi maddelerin oluşturduğu renkteki değişim, aw nin 0.95'in aşığına inmesiyle meydana gelen küf oluşumu oksijenli gelişime örnek gösterilmektedir. Oksijensiz koşullardaysa formik, asetik, bütirik, propiyonik asit ile laktik ve süksinik asit gibi organik asitlerin meydana gelmesi hem ekşime olayına hemde ette ekşi lezzetin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Vakum ambalajlarda *Clostridium* türleri, koliform bakteriler ve laktik asit bakterileri ette ekşimeye sebep olmaktadır (Serdaroğlu, 2003).

Kıyılmış etlerde fazla miktarlarda olan *E. coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Citrobacter spp.* gibi patojenler insan sağlığı açısından tehlike oluşturduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Ülkemizde yapılan benzer çalışmalarda da etlerin yüksek düzeylerde patojen bakterileri içerdiği tespit edilmiştir (Gökmen ve Alisharlı, 2003; Yıldız ve ark., 2004).

Taze etlerde mikrobiyolojik gelişme sonucu çok sayıda biyokimyasal reaksiyon oluşmaktadır. Bu reaksiyonların neticesinde bozulmaya bağlı olarak bazı bileşikler oluşmaktadır. Bunlar; peroksitler, hidrojen sülfür, amonyak, indol, kadeverin ve putresindir. Bu bileşikler, etin lezzetinin bozulmasına sebep olduğu gibi renginin de kırmızıdan yeşile, kahverengiye ya da gri rengine dönüşmesine sebep olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Mikrobiyolojik bozulmalar gıda

zehirlenmelerine sebep olmaktadır. Lipit oksidasyonuna bakıldığında ise etin renk özelliğini, lezzetini ve tekstürünü değişime uğratarak kalitesinde kayıpların olmasına yol açmaktadır (Ekici ve ark., 2014).

Gıdanın muhafazası için gerekli olan metotlar kullanılmadığında, yetmediği durumlarda veya muhafaza metoduna yardımcı bir etki istenildiğinde katkı maddelerinden destek alınmaktadır. Gıdalara eklenen katkı maddeleriyle ürünlerin tavsiye edilen tüketim tarihi uzatılmakla beraber öteki kalite değişkenlerinde iyi yönde gelişmeler olmaktadır (Öztürkcan ve Acar, 2017).

Gıdalara ilave edilen koruyucu gıda katkı maddeleri genel olarak mikroorganizmaların gelişmesini engeller. Böylece gıdanın bozulmasını yavaşlatarak gıdanın raf ömrünü uzatmış olurlar. Bunların etkisiyle gıdanın kalite parametreleri de olumlu yönde etkilenmiş olur. Gıdaları korumak için ilave edilen katkı maddelerine örnek olarak antioksidanlar ve antimikrobiyal maddeler verilebilmektedir (Özgün ve Küşümler, 2020; Boğa ve Binokay, 2010; Erkan, 2010).

Günümüzde, yağ ve yağlı gıdalarda görülen oksidasyon reaksiyonları sonucu oluşan bozulmanın önüne geçebilmek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılan sentetik antioksidanlar bulunmaktadır. Bunlar; bütillenmiş hidroksianizol (BHA) ile bütillenmiş hidroksitoluen (BHT)'dir (Selvi ve ark., 2003). Antioksidanlar yapıyı serbest radikallerin zararlarından uzak tutan ve yenileyen bileşiklerdir (Kuşoğlu, 2015). Antioksidanlar, oksidasyon sonucu oluşan ransit bileşenleri ortadan kaldırmaz veyahut geri çevirmezler. Bu maddelerin ilaveleriyle gıdalardaki oksidasyon reaksiyonu yavaşlatılabilmektedir (Emir-Çoban ve Patır, 2010).

Besin açısından hem tüketen insanların bilgi sahibi olması hemde besinlerin değerinin zarar görmemesi, güvenliği arttırılmış şekilde hazırlanması ve olabildiğince doğal olması amaçlanmaktadır. Bu nedenle, yakın zamanlarda et ve et ürünlerinde doğal katkı bileşenlerinden yararlanılabilmesi açısından çok sayıda araştırma yapılmaktadır.

Bitkisel kökenli doğal antioksidanların ve antimikrobialerin ürünlerde katkı maddeleri veyahut bileşen olacak şekilde kullanılabilirliği görülmektedir (Hassanzadeh ve ark., 2017).

Yapılan araştırmalarda doğal bileşenlerin, sentetik bileşenlere göre güvenilirliğinin daha fazla olduğu ve tüketici kabul edilebilirliğinin, gıdanın lezzet ve stabilite açısından daha elverişli olduğu ve tüketim tarihi ile ilgili yapılan çalışmalar açısından daha fazla uygulama potansiyeline sahip olduğu görülmektedir (Kang ve ark., 2008; Turgut ve ark., 2016). Bu sebeplerden ötürü, et ürünlerindeki oksidatif stabiliteyi arttırabilmek amacıyla doğal antioksidanların kullanımı ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (Kang ve ark., 2008; Fawole ve ark., 2012). Yapılan son çalışmalarda çok sayıda bitkisel ürünün antioksidan ve antimikrobiyal etkiyi barındırdığı belirtilmektedir. Bu kaynaklara örnek olarak üzüm, hurma, brokoli, patates, kekik, köri, çay, kabak, ısırgan otu, zencefil, biberiye, tarçın, nane, adaçayı, karanfil verilebilmektedir (Ribeiro ve ark., 2019; Neves ve Camara, 2016).

Baharatların antimikrobiyal etkileri genellikle bulundurdukları uçucu yağlardan dolayı olmaktadır (Akgül ve Kıvanç 1989; Akgül, 1993). Bunun yanı sıra antimikrobiyal aktivitelerinin, uçucu yağların bünyelerinde bulundurdukları fenolik maddeler (timol, karvakrol, öjenol vb.) ve terpenoid bileşenlerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Başer ve ark., 2004). Uçucu yağlar içerisinde bulunan bu fenolik bileşikler, hücre membranındaki fosfolipit yapısının duyarlılığının ve geçirgenlik özelliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hücre içerisinde bulunan maddelerin hücrenin içinden çıkmasına ya da bakterilerdeki enzimlerin çalışma düzenlerinin zarar görmesine neden olup mikroorganizma inhibisyonunu gerçekleştirmektedirler (Roura ve ark., 2005; Coşkun, 2006; Lacroix ve ark., 2006). Baharat içerisindeki uçucu yağların kuvvetli aromaya sahip olmaları gıdalardaki kullanım önemli derecede kısıtlamaktadır (Gutierrez ve ark., 2009). Bu nedenle kullanıldığında gıda maddesinin duyuusal parametrelerini değiştirmeyecek, patojenik bakterilerin inhibisyonuna neden olan minimum konsantrasyonun belirlenmesi

gereklidir (Alzoreky ve Nakahara, 2003; Sarıkuş ve Seydim, 2006). Önceki zamanlarda koruyucu, lezzet verici ve aroma yükseltici etkilerinden dolayı gıdalardaki baharat kullanımı daha fazlayken gıda endüstrisinde koruma amacıyla yeni katkı bileşenlerinin geliştirilmesi ile kullanımı sınırlanmış, yalnızca lezzeti ve aromayı arttırmak, gıdaların dış görünüşünü güzelleştirmek için kullanılmaya başlanmıştır (Aran, 1998). Fakat kimyasal katkı maddelerinin insanın sağlığına bazı zararlarının olmasına karşın doğal bir koruyucu katkı maddesi olarak baharat özelliğindeki maddelerin yararlarının daha fazla olması nedeniyle çeşitli çalışmalarda benzer olarak gıdalarda baharat ilavesinin önemi artmıştır (Üner ve ark., 2000).

Hardal da antioksidan ve antimikrobiyal etkiye sahip olduğu için köfte üretiminde koruyucu katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. *Brassica juncea* (hardal otu)'nın insan beslenme ve sağlığına olan olumlu etkilerinin çok fazla olmasına ve Türkiye'nin birçok bölgesinde kendiliğinden bol miktarda yetişmesine rağmen ülkemizde bu bitkiden yeteri kadar faydalanılmamaktadır. Bu nedenle *Brassica juncea*'nın Türkiye'deki üretim ve kullanım potansiyelinin araştırılması gerekmektedir. Literatür taramalarında bugüne kadar, Şanlıurfa yöresinde de doğal ortamda yaygın olarak yetişen hardal yaprağı tozu olarak et ürünlerinde kullanımına dair bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada hardal yaprağı tozu elde edilerek tüketime hazır et (dana eti) köftesinde kullanım imkanları araştırılmıştır. Baharat ilavesinin köftenin duyuşal özellikleri, fizikokimyasal özellikleri ve +4 °C'de 1 ay süre ile soğukta depolanması sırasında antimikrobiyal özelliklerine olan etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Hardal otunun (*Brassica juncea*) toz olarak et köftesinde kullanımıyla sağlıklı ve tüketimi kolay bir ürün üretmek, et ürünleri işleme sektörünün de gelişmesine ve et ürünlerinin çeşitlenmesine katkı sağlamak hardal otunun gıda sanayii için ne kadar faydalı ve kıymetli olduğunu gündeme getirebilmek ve yapılan araştırmaları arttırabilmektir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Hardal Hakkında Genel Bilgiler

Hardal bitkisinin baharat olarak kullanması M.Ö. 3000 yılına dayandığı ve anavatanının Güney Asya olduğu bilinmektedir. Yunan, Eski Roma ve Mısır halkları tarafından da kullanılmıştır. Hardal bitkisi turpgillerden bir sebzedir. İklim seçiciliği olmayan hardal bitkisi Avrupa, Kuzey Afrika ve Hindistan'da da ekimi yapılan hardal bitkisinin Türkiye'de üretimi Akdeniz bölgesinde mart ortasından nisan sonuna kadar yapılmaktadır. Hardal bitkisi nemli, kireçli, killi veyahut kum içeren topraklarda daha kuvvetli bir şekilde bitmektedir (Çağlar,2014). Hardal gıda içine sadece baharat olarak katılmamakta, hardalın fonksiyonel özellikleri açısından da ürüne ilave edilmektedir. Hardal bitkisinin antimikrobiyal etkisi üzerine uzun süredir çalışma yapılmaktadır. Sarı hardal çeşidi iyi bir protein deposu olmakla beraber esansiyel aminoasiti de bol miktarda bünyesinde bulundurmaktadır. Hardal bitkisi diyet lifi açısından zengin olup otoklavlanmasıyla beraber antioksidan içeriği açısından da zengin olduğu bildirilmiştir (Cui ve Eskin, 1998). Yapılan önceki çalışmalarda hardal tozunun etkili bir antimikrobiyal etki göstermesinin yanında, et ve et ürünlerinde kullanımı sonrası meydana gelebilen duyuşal özelliklere etkisi önem arz etmektedir (Ansorena ve ark., 2001; Berdagué ve ark., 1993; Montel ve ark., 1998; Erkkilä ve ark., 2000).

Hardal bitkisinin birçok botanik türü olmakla birlikte yaygın olarak karşılaşılan 3 çeşit hardal vardır. Bunlar: *Sinapis alba* (beyaz veya sarı), *Brassica juncea* (kahverengi ya da oryantal) ve *Brassica nigra* (siyah) tohum rengi olarak belirtilebilir. Sarı, kahverengi ve oryantal hardal çeşitleri yaygın olarak birçok ülkede kullanılmaktadır. Ancak *Brassica nigra* türü hardal çoğunlukla gıda sanayisinde tek başına kullanılmamaktadır. *Brassica nigra* türü (siyah) hardal, ağızda çok keskin ve çok acı bir tat bırakmasına karşın kahverengi hardal çeşidine göre daha hafif olan bir tadı olduğu bilinmektedir. Hardal çeşitlerinden olan sarı hardalın diğer hardal çeşitlerine oranla daha yumuşak ve daha az acılığa sahip olduğu bilinmektedir. Hardal

,içerisindeki keskin ve acı tat nemin bulunduğu ortamda bir dizi hidroliz reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Hardal tohumu kepeği lineer asidik bir polisakkarit olan müsilajinöz içermektedir. Bu bileşenlerinin varlığı ile pişirilen hardal işlenmiş et ürünlerinde emülsifiyer, koyulaştırıcı ve bağlayıcı etki gösterdiği bilinmektedir (Cui ve Eskin, 1998). Fakat, öğütülmüş hardal endojen mirozinaz enzimi (hardal içerisindeki glikozinolatları izotiyosiyanatlara çevrilmesi) hasar oluşturmak için termal işlem uygulandıktan sonra yalnızca pişirilmiş et ürünlerinde kullanılabilir (Li, 2012). Hardal bitkisindeki izotiyosiyanatlar hardalın keskin koku ve acılığından mesuldurlar. Otoklavlanma işlemi görmüş hardal tohumlarında bulunan mirozinaz enzimi et proteinleri ile reaksiyona girmesi sonucunda aroma oluştururlar (Tainter ve Grenis, 1993).

Bu çalışmada Hardal otunun türlerinden biri olan Hint Hardalı (*Brassica Juncea*)'nın yeşil kısmı kullanılmıştır.

2.1.1. Hint hardalı (*Brassica juncea*)

Hardal (*Brassica juncea*), yaygın olarak Çin hardalı, kahverengi hardal, yaprak hardalı, sebze hardalı veya Doğu hardalı olarak da bilinen turpgiller familyasına aittir ve tek yıllık bir bitkidir (Lin ve ark., 2011).

Hardal tıpta da önemli bir kullanıma sahiptir ve yaprakları halk hekimliğinde idrar söktürücü, uyarıcı ve balgam söktürücü olarak kullanılabilir. Özellikle, fermente hardalın çeşitli sağlık yararları ve hastalık önleme etkileri sergilediği gösterilmiştir (Lee, 2017).



Şekil 2.1. Hardal Otu (*Brassica Juncea*)

Hint hardalı (*Brassica juncea*), ülkemiz (Türkiye) topraklarında yetişebilen, adaptasyon kabiliyeti yüksek olan; sarı çiçekleri olan otsu olarak bilinen tek yıllık bir bitkidir (Ünay ve ark., 2019).

Hardallar kuraklığa dayanıklıdır ve suyla tıkanmayan iyi havalandırılmış toprakları tercih eder. Kök bölgesindeki yetersiz havalandırma, büyümelerini kalıcı olarak engeller. Hardal, alkali ve hafif asidik topraklarda tolerans ile nötr pH'a yakın topraklarda en iyi performansı gösterir (Kaya-çetin, 2020).

Ağır metallere kirlenmiş toprakların temizlenmesinde *Brassica* cinsi hardalın temizleyici etkisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu cins hardal hem iyi bir ağır metal (Kadmiyum, Bakır, Nikel, Kurşun, Uranyum ve Çinko) toplayıcısıdır hem de bu ağır metallere karşı dayanıklılığı vardır (Sefalı, 2019).

Gıda sanayisinde, biyodizel üretimi, ilaç endüstrisinde, eczacılık, baharat, kozmetik ürünleri üretiminde ve hayvan yemi gibi birçok farklı alanda hammadde olarak kullanılan Hint hardalının ticareti büyük önem arz etmektedir (Ünay ve ark., 2019).

Hardal (*Brassica juncea*) dünya çapında halk ilacı olarak kullanılan turpgillerden bir sebzedir. Hardal, vitaminler, mineraller, diyet lifi, klorofiller, glukosinolatlar (ve bunların bozunma ürünleri), polifenoller ve uçucu bileşenler (alil izotiyosiyanat, 3-bütül izotiyosiyanat, vb.) gibi çok sayıda fitokimyasal içerir. Bu fitokimyasalların içeriği ve tam kimyasal bileşimi, bitki çeşidinden, büyüme

ortamından, ekstraksiyon sürecinden ve gıda işleme yöntemlerinden etkilenir. Ek olarak, hardal anti-oksidasyon, anti-enflamasyon ve bakteriyostatik ve antiviral aktivite dahil olmak üzere çok sayıda farmakolojik aktiviteye sahip olabilir. Hardal ayrıca kanser, obezite, depresyon, diyabet ve katarakt gibi çeşitli hastalıklarla savaşmak için kullanılmıştır (Tian ve ark., 2020).

Hardal yaprakları β -karoten, askorbik asit, potasyum, kalsiyum ve diğer mineraller açısından zengindir (Lim ve ark., 2000). Hardal tohumları protein, karbonhidrat, diyet lifi ve yağ içerir. Ayrıca vitaminler (C vitamini ve K gibi) ve çeşitli eser mineraller (Kalsiyum, Demir, Çinko, Selenyum, Bakır, Mangan, Magnezyum gibi) ve elektrolitler (Na ve K) vb. içerirler (Campbell ve ark., 2012; Jaiswal ve ark., 2012). Tohumlardaki protein, karbonhidrat ve yağın makro besin içeriği bitkinin geri kalanından önemli ölçüde daha yüksekken, diyet lifi daha düşüktür (Jaiswal ve ark., 2012). Hardal Fenolik bileşikler içerir (Yıldırım, 2010).

2.1.2.Hint hardalı (*Brassica juncea*) yeşilliği

Hardal yeşillikleri; hint hardalının (*Brassica juncea*) taze yaprakları, çiçek tomurcukları veya saplarıdır. Yapraklar hem üst hem de alt yaprak yüzeylerinde tüylerle kaplıdır. Kalp şeklinde kotiledonları ve tüysüz yaprak sapları vardır (Kaya-Çetin, 2020).



Şekil 2.2. Hardal (*Brassica Juncea*) Yeşilliği

Asya hardalı en çok kızartma veya salamura için kullanılır, Afrika mutfak gelenekleri çoğunlukla hardal yapraklarını kullanır. Hardal yaprakları salata olarak kullanılabilir, genellikle jambon veya tuzlanmış domuz eti ile pişirilir, çorba ve güveçlerde kullanılır (Huang ve ark., 2012). Hardal yemeklerin yanında çiğ olarak da tüketilebilmektedir (Şekil 2.3-8).

Hardal yeşilliğinin tüketim şekilleriyle ilgili bazı görseller şunlardır.



Şekil 2.3. Taze Hardallı Salata



Şekil 2.4. Taze Hardallı Salata



Şekil 2.5. Haşlanmış Hardal ile Hazırlanmış Yemek



Şekil 2.6. Kızartılmış Hardal ile Hazırlanmış Yemek



Şekil 2.7. Et ile Beraber Haşlanmış Hardal Yemeği



Şekil 2.8. Et ile Beraber Haşlanmış Hardal Yemeği

Yapılan literatür taramalarında, hardalın gıda ürünlerinde kullanımına dair çalışmaların daha çok tohum ve tohum yağları ekstraksiyonları ve fraksiyonları üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür.

2.1.3.Hardalın tıbbi işlevi

1.Antikanser aktivite

Hardaldaki Sinigrin'in karaciğer kanseri hücrelerinin çoğalmasını önemli ölçüde engellediği gösterilmiştir (Jie ve ark., 2014)

2. Antioksidan aktivite

Hardal, A vitamini, C vitamini, fenolik bileşikler, glukozinolatlar ve antioksidan özelliklere sahip diğer bileşikler açısından zengindir (Park ve ark., 2017). Hardal yaprağı Bu OH fraksiyonu lipid peroksidasyonunu ve oksijensiz radikal seviyelerini düşürerek diyabet hasarının neden olduğu oksidatif stresi iyileştirmiştir (Kim ve ark., 2003).

3. Anti-obezite

Yapılan bir çalışmada *Brassica juncea* yaprak %80 (h/h) etanol ekstresinin, serum ve organ lipid parametrelerini iyileştirdiği, yağ üretimi ve kolesterol

metabolizması ile ilgili genlerin/proteinlerin ekspresyonunu düzenlediği ve kolesterolü düşürdüğü gözlenmiştir (Lee ve ark., 2018).

4. Antiviral, antibakteriyel ve antiinflamatuvar etkileri vardır

*Brassica juncea*ekstrakt, antiviral etkilere sahip polihidroksi steroidler olan brassinosteroidler içerir (Lee ve ark., 2014).

5. Diyabetik katarakt üzerinde terapötik etki

Hardal yaprağı ekstraktının diyabet ve komplikasyonlarında oksidatif stresin neden olduğu hasarı hafifletmeye yardımcı olduğunu göstermiştir (Yokozawa ve ark., 2003).

6. Antidepresan etkisi

Brassica juncea, diyabetle ilişkili depresyonla savaşmak için beslenme alternatifi olarak kullanılabilir (Thakur ve ark., 2014).

2.2. Et Köftelerinde Baharat Kullanımı Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Doğal gıda koruyucuları geliştirmek için hardal yaprağından (*Brassica juncea* Coss.) etanol ve su ekstraktları üretilmiştir. Hazırlanmış olan etanol ve su ekstratlarıyla gıda kaynaklı patojenler ve/veya gıda zehirlenme etmeni mikroorganizmalar, gıda ile ilgili bakteri ve mayaların olduğu toplam 15 mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal aktiviteler incelenmiştir. Etanol özütü, özellikle minimum inhibitör konsantrasyonlar, incelenen mikroorganizma için antimikrobiyal aktiviteler göstermiştir. Özellikle *Bacillus subtilis* ve *Bacillus natto* için minimum inhibitör konsantrasyonlar (MIC) 10mg/ml kadar düşük olduğu görülmüştür. Bakteri ve maya için su özütünün MIC'si 40-60 mg/ml'dir. Sonuçlara bakıldığında etanol özütünün, su özütünden 3-6 kat daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür. Ayrıca etanol ekstraktının antimikrobiyal aktivitesi, 121 °C'de 15 dakika ısıtma ile yok edilmemiş ve pH'dan etkilenmemiştir (Kang ve ark., 1994).

Allil izotiyosinattan kaynaklı siyah hardal yağı güçlü antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Tohum halinde bulunan hardal içerisinde organik izotiyosiyanatlar yoktur. Bu maddeler glukozinolatların enzimatik hidrolizleri ve öğütme işlemi ile meydana gelmektedir. Siyah hardal uçucu yağları %0.40-%1.80 oranında allil izotiyosiyanat, kahverengi hardal tohumundan elde edilen yağ ise %0.33-0.40 allil ve %0.27-0.36 3-butenil izotiyosiyanatların karıştırılmasıyla oluşmaktadır. Kültür çalışmalarında hardalın *Mycoderma vini* mayasının gelişimini geciktirmeye uğrattığı görülmüştür. *Acetobacter aceti*, *Saccharomyces ellipsoideus*'un gelişim olayında ise inhibitör etki göstermiştir. *Zygosaccharomyces priorianus*, *Oidium lactis*, *Torula spherica*'ya ise etki etmemiştir. *E. coli* ve *Staphylococcus aureus*'un hardal yağına direnç gösterdiği, ancak *Serratia marcescens* ve *Bacillus mycoides*'in hassas olduğu görülmüştür. *S. Cerevisiae*'nin gelişimine de inhibitör etkisi olmuştur. Hardal uçucu yağı 11-12 pmm düzeyinde kullanıldığında ise taze elma suyunda mayaların gelişimini engelleyici etki gösterdiği görülmüştür. Hardal'ın mikotoksin üreten *Aspergillus*'lara karşı bir antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmektedir (Coşkun, 2006).

Üretimi yapılan çiğ Tekirdağ köftesi içerisine ilave edilen biberiye, limon, kekik ve sarımsak ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine gösterdiği etki araştırılmış bulunmaktadır. Üretilen çiğ tekirdağ köftesinde; *E coli*, *Staphylacoccus aureus*, TAMB sayısında ve maya-küf sayılarında azalma olduğu görülmüştür. Duyusal analiz açısından bakıldığında genel olarak kontrol örneğine en yakın olan örnek grubunun limon ve kekik ekstraktı ilave edilmiş Tekirdağ köfteleri olmuştur (Özen, 2008).

Arın (2009), et ve et ürünlerine çoğunlukla ilave edilen baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini gıda ortamında ve model sistemi üzerinde araştırmıştır. Buna ek olarak ticari ışınlama işleminin baharatların antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin ne kadar olduğunu da incelemiştir. Işınlanmış baharatların (biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik) dana kıymasına farklı oranlarda karıştırılıp ve farklı ısılarda depolandıktan sonra pişirilmeden incelenmesi yapılmıştır. İncelenen baharatlarda soğan, sarımsak, acı kırmızı biber ve kırmızı biberde antimikrobiyal aktivite yüksek çıkmıştır. Kekik, karabiber ve kimyonun normal; biberiyenin ise düşük

antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesi seviyesine bakıldığında biberiye, kekik ve kimyon yüksek; soğan ve sarımsak normal; karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızı biber ise zayıf baharatlar olarak tespit edilmiştir.

Yücel (2010), kıymada ışınlama ve baharat eklenmesinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde oluşturduğu hasarın etkileri incelenmiştir. Deneyde hazır köfte baharatı kullanılmıştır. Bu hazır köfte baharatı; yulaf ezmesi, galeta unu, acı biber, kişniş, köri, karabiber, kimyon, soğan, sarımsak, tuz, maydanoz, aroma arttırıcı ve toz şekeri içermektedir. Yapılan bu çalışma ile hazır köfte baharatı ilavesinin *E. coli*'nin radyasyon hassasiyetini yükseltirken *S.aureus*'un radyasyon dayanıklılığında artış olmasına sebep olmuştur.

Yapılan bir çalışmada hardal yaprağından (*Brassica juncea*) elde edilen kimchi özlerinin soğutulmuş çiğ domuz eti üzerindeki lipid oksidasyonuna karşı antioksidan özellikleri incelenmiştir (Lee ve ark., 2010). Değişen oranlarda hardal yaprağından elde edilen kimchi etanolik özütlerinin (MK) oksidatif ransiditeyi geciktirmedeki etkinliği çiğ çekilmiş domuz eti ile kontrol edilmiştir. Numunelerin MK oranları; Kontrol (antioksidan yok); AC-0.02 (%0.02 askorbik asit); MK-0.05, 0.1 ve 0.2 (sırasıyla %0.05, %0.1 ve %0.2 MK) olacak şekildedir. Depolama sırasında MK içeren numunelerin pH'ı azalmış, TBARS değerleri ve serbest yağ asitleri önemli derecede artmıştır. Toplam bakteri sayısı düşük çıkmıştır. MK ilavesi ile dahili L* değeri ve a* değeri azalmıştır. MK muamelelerinin dahili b* değerini yükseltmiştir. MK ilavesi ile, TBARS değerleri ve serbest yağ asitleri değeri düşük çıkmıştır. MK numunelerin peroksit değerini arttırmıştır ve konjuge dienle miktarlarını azaltmıştır. Hardal yaprağından elde edilen kimchi etanolik özleri, çiğ öğütülmüş domuz etinde lipid oksidasyonuna karşı koruyucu bir etki ve antioksidan aktivite göstermiştir. Hardal yaprağından elde edilen kimchinin 4°C'de 14 gün boyunca depolama sırasında çiğ domuz etlerinin raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

Lotus yaprağı (*Nelumbo nucifera*) ve arpa yaprağı (*Hordeum vulgare*) tozu ilaveli pişmiş domuz eti üretilip, buzdolabında saklama sırasında oksidatif ve renk stabilitesi incelenmiştir (Choe ve ark., 2011). İncelemeler sonucunda Lotus yaprağı

tozu ve Arpa yaprağı tozu kullanımının pişirme sonrasında oksidasyonu etkili bir şekilde geciktirdiği görülmüştür. Lotus yaprağı tozu ilaveli domuz eti kontrolden daha yüksek a* ve daha düşük b* değerlerine sahip olmuştur. Lotus yaprağı tozu ve butilhidroksitoluen ilavesi ile yapılan et örneklerinin pH değerleri 4. Güne kadar azalmış ve sonrasında yükseldiği görülmüştür. Lotus yaprağı tozu ve arpa yaprağı tozu içeren öğütülmüş domuz eti örnekleri, kontrol ile karşılaştırıldığında daha düşük peroksit değerlerine (POV'ler) ve konjuge dienlere (CD) sahip olduğu görülmüştür.

Lotus (*Nelumbo nucifera*) yaprağı tozunun, tavuk köftesinin soğuk depolamada kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir (Choi ve ark., 2011). Üretilen köftelerde pH, renk, tiyobarbitürik asit (TBA), uçucu bazik azot (VBN), dokusal özellikleri ve duyuşal değerlendirmelerinin kontrol ile karşılaştırılması yapılmış ve raf

ömrünün değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Soğuk depolamada (4 ± 1 °C), depolama arttıkça kontrol ve işlem görmüş tüm numunelerin pH, parlaklık, sarılık değerleri ve duyuşal özellik skorları azalmıştır. Lotus yaprağı ile muamele edilen tüm numunelerin ve kontrolün sertliği, yapışkanlığı, çığnenebilirliği, TBA ve VBN değerleri soğukta depolama sırasında artış göstermiştir. Depolama sürecinin sonunda (28. Gün), lotus yaprağı tozu içeren tavuk köftelerinin pH, kırmızılık, sarılık, TBA, VBN, sertlik, çığnenebilirlik ve yapışkanlık değerleri kontrole kıyasla daha düşük seviyede bulunmuştur. Köfteler 75 °C merkez sıcaklığına kadar pişirilerek duyuşal değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak lotus yaprağı tozunun tavuk eti ürünlerinde depolama stabilitesini artırabileceği görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada hardal ekstraktı veya sinigrin içeren bir antimikrobiyal filmin bologna sosisleri üzerinde *Listeria monocytogenes*'in inhibisyonu incelenmiştir (Lledo ve ark., 2012). Saf (sinigrin) veya ekstrakt formlarındaki (sinigrin, oryantal; sinalbin, sarı hardal) hardal glukozinolatları, kontrol için antimikrobiyal öncüler olarak değerlerini incelemek için et suyunda ve bir polivinil polietilen glikol aşı kopolimeri ambalaj filminde kullanılmıştır. Kokusu alınmış (mirosinazla inaktive edilmiş) hardal ekstraktları (20 °C'de 10 gün) veya saflaştırılmış sinigrin (20 °C'de 21 gün) ile et suyu testleri sırasında sadece eksojen mirosinaz eklendiğinde *L. Monocytogenes* inhibe

edilmiştir. Buna rağmen organizma, enzim eklenmeden yapılan testlerde 21 d'ye kadar saf sinigrinin yarısı kadarını hidrolize edebilmiştir. Sonuç olarak doğal hardal özlerinin gelişmeyi önlemediği ve *L. Monocytogenes*'in canlılığını tespit sınırının altına düşürdüğü belirlenmiştir.

Baharatlar doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak et ve et ürünlerinde kullanılmıştır (Ekici ve ark., 2014). Çeşitli baharat veya ekstraktlarının farklı et ürünleri üzerinde etkileri araştırılmıştır. McCarthy ve ark. (2001), çiğ ve pişirilmiş domuz köftelerine; aloe vera (%0,25), çemenotu (%0,01) ginseng (%0,25) hardal (%0,10) çay kateşini (%0,25) biberiye (%0,10) adaçayı (%0,05) soya proteini (%0,10) ve peynir altı suyu protein konsantresini 4 katarak antioksidan etkileri açısından incelenmiştir. Hem antioksidan hem de antimikrobiyal açıdan olumlu yönde etki ettikleri görülmüştür.

Dana köftesi üretiminde çeşitli doğal katkı maddeleri kullanılarak pişmiş köftenin dayanıklılık süresini uzatmak ve fonksiyonel parametrelerini iyileştirmek amaçlanmıştır. Bu doğal katkı maddeleri (çörek otu, hardal ve kişniş tohum unları) eklendikleri köftelerde -20 C'de 3 ay boyunca depolanması sürecinde pişme verimi ve nem tutma potansiyellerini arttırmışlardır. Depolama süresi tamamlandıktan sonra çörek otu tohum unu ilaveli numunelerin TBA değeri, hardal tohum unu ve kişniş tohum unu ilaveli numunelerle kıyaslandığında önemli derecede fazla olduğu bulunmuştur. Panelistler tarafından yapılan analizler sonucu kişniş ve hardal tohum unu köfte formülasyonuna ilavesinin köfte örneklerindeki görünüm ve renk özelliklerine fayda sağladığı görülmüştür. Ayrıca yapılan farklı bir çalışmada çörek otu tohumunun köfteye ilavesinin örneklerin renk ve görünümünde beğenilmediği belirlenmiştir (Turp ve ark., 2016).

ABD'deki et ve kümes hayvanı işleyicileri, lipit ve protein oksidasyonunu önlemek istemektedirler. Bunun için et ürünlerine doğal antioksidan olan baharat ve doğal aroma verici olarak biberiye ve kekik gibi bileşenler katmaktadırlar. Bu bileşenler, ürünlerin raf ömründen ve kalitesinden taviz vermeden işletmecinin güvenilir bir etikete geçmesine olanak sağlamaktadırlar (Oswella ve ark., 2018).

Çağlar ve ark. (2018), öğütülmüş hardal tohumlarının köftelerin kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Sarı, siyah ve kahverengi hardal tohumlarının depolama sırasında köftelerin renk, lipid oksidasyonu (tiyobarbitürik asit-reaktif maddeler [TBARS]), mikrobiyolojik özellikleri ve pişmiş köftenin duyuşsal nitelikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Hardal tohumlarının ilavesi, genel olarak köfte numunelerinin nem içeriğini arttırmıştır. Hardal ilaveli köftelerin hardalın nem kaybını azalttığı görülmektedir. Hardal tozu içeren köftelerin pH ve TBARS değeri düşmüştür. Hardal tohumu ilavesi köfte örneklerinin L* ve b* değerini artırırken, a* değerini düşürdüğü saptanmıştır.

Keçiyoynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ununun tavuk köfte üretimi aşamalarında kullanma imkanları incelenmiştir (Kılınççeker ve Karahan, 2019). Farklı oranlarda keçiyoynuzu ve galeta unu karıştırılarak tavuk köfteleri hazırlanmıştır. Kızartılmamış köfte örneklerinde renk değerleri, 175 °C'de 5 dk kızartılan köftelerde ise verim, çap azalması, nem tutma oranları, renk değerleri, yağ emme oranları ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda kızartılmamış örneklerde kırmızılık (a), kızartılan örneklerde ise verim ve nem tutma oranlarının arttığı görülmüştür. Duyusal açıdan incelendiğinde ise az miktarda kullanıldığında köfteye lezzet kattığı belirlenmiş ve kullanımı tavsiye edilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyaller

Denemelerde materyal olarak *Brassica juncea* cinsine ait hardal yaprakları, kıyma, galeta unu, tuz ve yumurta kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallar Merck (Türkiye) firmasından temin edilmiş olup analitik saflıkta olmaktadır.

3. 2. Yöntem

3. 2.1. Hardal yaprağı tozu üretimi

Hardaldan elde edilen yaprak tozu, cinsine ait olan ve Harran Üniversitesi kampüsünde mevsiminde çıkan hardalların su ile iyice yıkanmasından sonra 60°C'deki etüvlerde 1 gün bekletilerek kurutulmuştur. Etüv'de kurutulan hardal yaprakları öğütücüde öğütülüp toz haline getirilmiştir (Şekil 3.1-3.4).



Şekil 3.1. Yıkanmış hardal yeşili



Şekil 3.2. Etüvlenmiş hardal yeşili



Şekil 3.3. Kurutulmuş hardal yeşili



Şekil 3.4. Öğütülmüş hardal yaprağı

3.2.2. Hardallı et köftesi üretimi

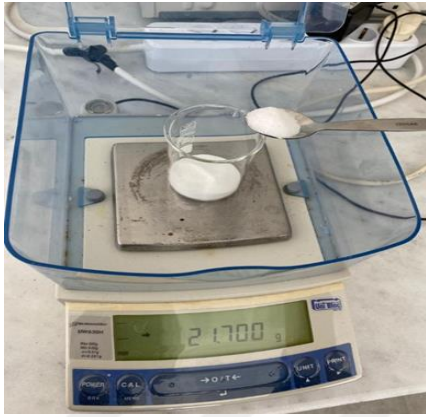
Köftenin yapımında kullanılan dana kıyma (%20 yağlı) makinada tek çekim olacak şekilde yerel bir kasaptan alınmıştır. Köftede olması gereken öteki bileşenler ise (galeta unu, tuz ve yumurta) yerel bir marketten temin edilmiştir. Köfte üretimi Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde laboratuvar şartlarında yapılmıştır. Köfte üretimi Çizelge 3.1. deki oranlara ve şekil 3.9.'teki köfte üretimi akış şemasına göre yapılmıştır. Dana kıymaya hardal yaprağı tozu, yumurta, galeta unu ve tuz eklenerek 15 dakika boyunca elle yoğurulmuştur. Köftelere farklı oranlarda hardal yaprağı tozu eklenerek 4 çeşit et köftesi üretilmiştir (A (Kontrol): %0, B: %1, C: %2, D: %4 hardal yaprağı tozu). Köftelere 1 cm yüksekliğinde 9 cm çapındaki kalıpla disk görünümünde şekiller verilmiştir. Köfteler önceden ısıtılmış 240° deki fırında homojen pişmesini sağlamak amacıyla 15 dakikada bir ters düz edilerek 30 dk boyunca pişirilmiştir (Şekil 3.5-25). Üretim üç tekerrürlü yapılmıştır.



Şekil 3.5. Hurdal yaprağı tozu tartımı



Şekil 3.6. Kıyma tartımı



Şekil 3.7. Tuz tartımı



Şekil 3.8. Galeta unu tartımı

A örneğine ait görseller:



Şekil 3.10. Malzemelerin karıştırılması



Şekil 3.11. Köfte harcının yoğurulması



Şekil 3.12. Şekil verilmiş köfte harcı



Şekil 3.13. Pişirilmiş köfteler

B örneğine ait görseller:



Şekil 3.14. Malzemelerin karıştırılması



Şekil 3.15. Köfte harcının yoğurulması



Şekil 3.16. Şekil verilmiş köfte harcı



Şekil 3.17. Pişirilmiş köfteler

C örneğine ait görseller:



Şekil 3.18. Malzemelerin karıştırılması



Şekil 3.19. Köfte harcının yoğurulması



Şekil 3.20. Şekil verilmiş köfte harcı
D örneğine ait görseller:



Şekil 3.21. Pişirilmiş köfteler



Şekil 3.22. Malzemelerin karıştırılması



Şekil 3.23. Köfte harcının yoğurulması



Şekil 3.24. Şekil verilmiş köfte harcı

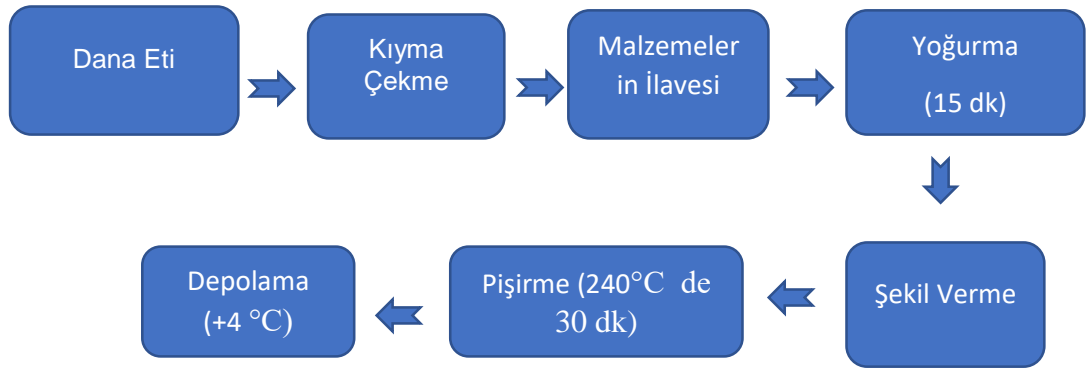


Şekil 3.25. Pişirilmiş köfteler

Çizelge 3.1. Köfte üretiminde kullanılan materyaller ve oranları (%100)

ÜRÜNLER	HARDAL YAPRAK TOZU %	KIYMA %	GALETA UNU%	TUZ %	YUMURTA%
A	0	73.5	6.5	2	18
B	1	72.5	6.5	2	18
C	2	71.5	6.5	2	18
D	4	69.5	6.5	2	18

A=Kontrol, B=%1 hardallı köfte, C=%2 hardallı köfte, D=%4 hardallı köfte



Şekil 3.9. Köfte üretimi akış şeması

3.2.3. Analitik Yöntemler

3.2.3.1. Çiğ et köftelerinde yapılan analizler

3.2.3.1.1. Fizikokimyasal analizler

3.2.3.1.1.1. pH tayini

pH analiz işlemi yapılırken tüm köfte gruplarından 10 g örnek tartılıp üzerlerine 100 ml'şer distile saf su eklenmiştir. El blenderi ile yaklaşık 1 dk süresince katı parçalar öğütülerek homojenize bir karışım elde edilmiştir 0.01 hassasiyet ile pH ölçümü gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.3.1.1.2. Titrasyon asitliği tayini

Köftelerin titrasyon asitliğinin tespitini yapabilmek amacıyla 10 g numune tartılıp üzerlerine 100 ml'şer saf su ilave edilerek el blenderi ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnek süzülmesi için kaba filtre kağıdından süzülmüştür. Filtrattan 10 ml alınarak 0.01 N NaOH çözeltisi ve fenol ftalein indikatörü ile titre edilmiştir. Ulaşılan sonuçlar aşağıda gösterilen eşitlik yardımı ile titrasyon asitliği laktik asit türünden hesaplanmış bulunmaktadır (Gökalp ve ark., 1995).

$$\% \text{ Asitlik} = V \times N \times 0.09 \times 100 / m$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (ml)

N: Harcanan NaOH çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

3.2.3.1.1.3. Nem tayini

Nem tayini için önce kurutma kapları etüvde 105 °C'de 1 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmiştir. Etüvden çıkarılan kurutma kapları desikatörde 30 dk boyunca soğumaya bırakılmıştır. Tartılan 5 gram örnek soğuyan kurutma kaplarına konularak etüvde 105 °C'de, 1 gün boyunca nemi tamamen uzaklaşmaya kadar kurutulmuştur.

Etüvden alınan kurutma kapları desikatörde 30 dk boyunca soğumaya bırakılmıştır. Kurutma sonrası tespit edilen ağırlık kaybı örnek ağırlığına bölünmüş ve 100 ile çarpılarak örneklerin nem miktarı belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 2004).

3.2.3.1.1.4. Su aktivitesi

Buzdolabında +4 derecede depolanmakta olan köftelerden 5'er gram numuneler alınmıştır. Daha sonra su aktivitesi Pre Aqua Lab cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Su aktivitesi cihazının numune haznesi, 1/2 yüksekliğine ulaşacak şekilde doldurulmuştur. Örnekler aşağı yukarı 10 dakika süresince analize tabi tutulmuştur. Cihazın ekranında okunan su aktivitesi değeri not edilmiştir (Hampikyan ve Uğur, 2007).

3.2.3.1.2. Mikrobiyolojik analizler

3.2.3.1.2.1. Total psikrotrofik/psikrofil bakteri sayımı

Çiğ köftelerin soğuk (+4° C) depolamanın 1. gününde, ISO17410:2001 psikrotrofik mikroorganizma sayımı dökme plak yöntemi kullanılarak bakteri sayımı yapılmıştır. Toplam psikrotrofik bakteri sayısını belirleyebilmek için PCA besiyeri kullanılmıştır. 1000 ml saf suya 22.5 gram agar eklenmiştir. Hazırlanan besiyerleri otoklavlanarak (121° C 15 dk.) steril hale getirilmiştir. Köfteden 25 gram numune alınarak stomacher torbasına konulmuştur ve üzerine 225 ml'lik şişede önceden hazırlanmış steril dilüsyon sıvısı (1000 ml saf su üzerine 1 gram pepton ve 8.5 gram NaCl) eklenmiştir. Karışımın homojen olması için stomacher cihazında 2 dk süreyle çırpma işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan gıda homojenatı bek alevinin yanında steril koşullarda otomatik pipet yardımıyla birer ml alınarak steril petri kutularına aktarılmıştır. Üzerine önceden hazırlanmış olan besiyerinden (ortalama 48°C) 15 ml eklenmiştir. Petriler, daire şeklindeki hareketler ile iyice karıştırıldıktan sonra 30 dk süresince oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan besiyerleri 6 °C'de 10 gün boyunca inkübe edilmiştir. Sürecin sonunda 15-300 aralığında oluşan koloniler

sayılmıştır. Bulunan koloni sayıları logaritmik transformasyon uygulanarak kob (koloni oluşturan grup)/g olarak belirlenmiştir.

3.2.3.1.2.2. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Çiğ köftelerin soğuk (+4° C) depolamanın 1. gününde, TS7703 EN ISO 4833 Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem 30°C’de Koloni Sayım Tekniği Kullanılarak yapılmıştır. Toplam mezofilik bakteri sayısını belirleyebilmek için PCA besiyeri kullanılmıştır. 1000 ml saf suya 22.5 gram agar eklenmiştir. Hazırlanan besiyerleri otoklavlanarak (121° C 15 dk.) steril hale getirilmiştir. Köfteden 25 gram numune alınarak stomacher torbasına konulmuştur ve üzerine 225 ml’lik şişede önceden hazırlanmış steril dilüsyon sıvısı (1000 ml saf su üzerine 1 gram pepton ve 8.5 gram NaCl) eklenmiştir. Karışımın homojen olması için stomacher cihazında 2 dk süreyle çırpma işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan gıda homojenatı bek alevinin yanında steril koşullarda otomatik pipet yardımıyla birer ml alınarak steril petri kutularına aktarılmıştır. Üzerine önceden hazırlanmış olan besiyerinden (ortalama 48°C) 15 ml eklenmiştir. Petriler, daire şeklindeki hareketler ile iyice karıştırıldıktan sonra 30 dk boyunca oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan besiyerleri 30°C de 3 gün süresince inkübe edilmiştir. Sürecin sonunda 15-300 aralığında oluşan koloniler sayılmıştır. Bulunan koloni sayıları logaritmik transformasyon uygulanarak kob (koloni oluşturan grup)/g olarak belirlenmiştir.

3.2.3.1.2.3. Toplam termofilik bakteri sayımı

Çiğ köftelerin soğuk (+4° C) depolamanın 1. gününde, Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları’na (Anon, 2005) göre analiz edilmiştir. Toplam termofilik bakteri sayısını belirleyebilmek için PCA besiyeri kullanılmıştır. 1000 ml saf suya 22.5 gram agar eklenmiştir. Hazırlanan besiyerleri otoklavlanarak (121° C 15 dk.) steril hale getirilmiştir. Köfte’den 25 gram numune alınarak stomacher torbasına konulmuştur ve üzerine 225 ml’lik şişede önceden hazırlanmış steril dilüsyon sıvısı (1000 ml saf su üzerine 1 gram pepton ve 8.5 gram NaCl) eklenmiştir. Karışımın homojen olması için stomacher cihazında 2 dk süreyle çırpma işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan gıda homojenatı bek alevinin yanında steril koşullarda

otomatik pipet yardımıyla birer ml alınarak steril petri kutularına aktarılmıştır. Üzerine önceden hazırlanmış olan besiyerinden (ortalama 48°C) 15 ml eklenmiştir. Petriler,

daire şeklindeki hareketler ile iyice karıştırıldıktan sonra 30 dk boyunca oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan besiyerleri streç filme sarıldıktan (sıcaklık uygulaması sırasında çatlama önlenmesi amacıyla uygulanmıştır.) sonra 55°C de 3 gün süresince inkübe edilmiştir. Sürecin sonunda 15-300 aralığında oluşan koloniler sayılmıştır. Bulunan koloni sayıları logaritmik transformasyon uygulanarak kob (koloni oluşturan grup)/g olarak belirlenmiştir.

3.2.3.2. Pişmiş et köftelerinde yapılan analizler

3.2.3.2.1. Fizikokimyasal analizler

3.2.3.2.2.1. pH tayini

Pişmiş köftelerde pH tayini 3.2.3.1.1.1.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Pişmiş köftelerde titrasyon asitliği tayini 3.2.3.1.1.2.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.3. Kurumadde tayini

Pişmiş köftelerde kurumadde tayini 3.2.3.1.1.3.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.4. Su aktivitesi

Pişmiş köftelerde su aktivitesi 3.2.3.1.1.4.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.5. Renk tayini

4°C'de muhafaza edilen köftelerin renk ölçümlerinde Color Quest XE CR-400 kolorimetresi kullanılmıştır. CIE L*, a*, b* (L*: aydınlık/karanlık; a*: kırmızılık/yeşillik; b*: sarılık/mavilik) olan renk değerleri ölçülmüştür. Renk ölçümleri yapılmadan önce cihaz kalibre edilmiştir (Soyer ve ark., 2005).

Her örnek için 4 ölçüm (2 iç ve 2 dış) yapılmış ve aritmetik ortalamaları alınarak sonuçlar hesaplanmıştır

3.2.3.2.2.6. TBA (Tiyobarbitürik asit) tayini

Analiz için her bir köfte örneğinden 10 gr tartılmış olup, tartılan örnek üzerine 50 ml saf su ilave edilip mutfak tipi el blendırıyla 1 dk süreyle karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Karıştırılan örnek 500 ml'lik balon jöjeye alınmıştır. Karışımın üzerine 2.5 ml 4 N,'lik HCl ve 47.5 ml saf su eklenmiştir. Balonlar destilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. Balonun içerisindeki çözelti kaynamaya bırakılmıştır. Kaynamaya başlayan örnekler (50) dk boyunca kaynamaya tabi tutulmuştur. Elli dakika sürenin sonunda karşıdaki balonda 50 ml sıvı birikmiştir. Biriken bu sıvıdan 5 ml alınıp bir tüp içerisine aktarılmış ve üzerine 5 ml TBA Standardı (100 ml Glacial Asetik asit' e 0.288 g Tiyobarbitürik asit) eklenmiştir. Sonra tüplerin kapakları kapatılmış, karıştırılmış ve 100°C'deki su banyosunda 35 dk bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda tüpler su banyosundan çıkarılmış ve soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüpler kör denemeye karşı, spektrofotometrede 538 nm dalga boyunda okutulmuştur. Bulunan değerler 7.8 sabitiyle çarpılarak TBA değeri hesaplanmıştır (Özpolat ve Emir-Çoban, 2012).

$$\text{TBA değeri (mg malonaldehit/kg örnek)} = 7.8 \times A \quad (3.1)$$

A= 538 nm'deki absorbans değeri

3.2.3.2.2. Mikrobiyolojik analizler

3.2.3.2.2.1. Toplam psikritrof/psikrofil bakteri sayımı

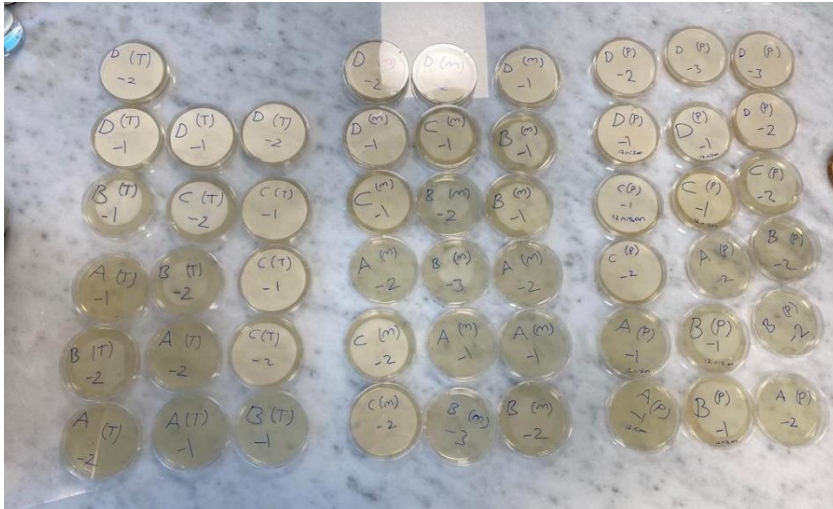
Pişmiş köftelerde 3.2.3.1.2.1.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.2. Toplam aerobik/mezofilik bakteri sayımı

Pişmiş köftelerde 3.2.3.1.2.2.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.2.2.3. Toplam termofilik bakteri sayımı

Pişmiş köftelerde 3.2.3.1.2.3.'de açıklandığı şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.26. Mikrobiyolojik ekimle ilgili görsel

3.2.3.2.3. Duyusal analizler

Duyusal analizler Harran Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde Başman ve Köksel (1999; 2001); Qarooni ve ark. (1993) ve Farvili ve ark. (1995) tarafından tanımlanan kriterlere göre düzenlenen formun kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Köfte örnekleri görünüş, renk, tat, aroma, koku, lezzet, yapı, dilimlenebilme ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Duyusal testler, köfteyi bilen kişiler arasından seçilen 10 panelistin katılımıyla yapılmıştır.

3.2.3.2.4. İstatistiksel analizler

Çalışma "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseni" uygulanarak Hardal yaprağı tozu Oranı x Depolama süresi x Tekerrür (4x3x2) şeklinde dizayn edilmiştir. Elde edilen sonuçlara SPSS 9.0 paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve varyans analizinde önemli bulunan değerler Duncan testine tabi tutularak incelenen özellikler açısından örnekler arasındaki farklılıklar saptanmıştır. (Düzgüneş ve ark., 1987). Mikrobiyolojik analiz sonuçları logaritmik transformasyon uygulandıktan sonra değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal analiz sonuçları ise non-parametrik testlerden Kruskal Wallis testi uygulanarak değerlendirilmiştir (Bek ve Efe, 1995).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Çiğ Et Köftelerinin Bileşimi

Kıyma içerisine farklı oranlarda hardal yaprak tozunun ilave edilmesi ile üretimi gerçekleştirilmiş çiğ köftelerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ait bazı değerler Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ Köftelerin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Köfteler	pH	Titrasyon Asitliği	Su Aktivitesi (aw değeri)	Nem	TAMB (log kob/gr)	Psikrofilik Bakteri Sayısı (log kob/gr)	Termofilik Bakteri Sayısı (log kob/gr)
A	6.18	0.5	0.959	61.00	6.562	5.929	5
B	6.15	0.6	0.951	61.17	6.423	6.484	<1
C	6.12	0.6	0.971	60.34	6.924	6.406	<1
D	6.08	0.7	0.948	56.69	6.278	5.929	<1

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

4.1.1. Çiğ köfte örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri

Hardal yaprağı tozu ilaveli köftelerdeki pH değerleri 6.08-6.18 aralığında bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre köftelere ilave edilen hardal yaprağı tozunun artmasıyla köftelerdeki pH değerinin azaldığı belirlenmiştir. Farklı hardal yaprağı tozu ilaveli et köftelerin titrasyon asitliği değerleri %0.5 ile %0.7 laktik asit aralığında bulunmuştur. Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça titrasyon asitliğinin arttığı belirlenmiştir. Bu sonucun hardal yaprağının pH değeri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Et ve et ürünlerinin pH değerlerinde gerçekleşen artış veya azalışların nedenlerinin et haricinde bileşen olarak eklenen maddelerin pH değerinin ciddi derecede etkilemekte olduğu düşünülmektedir (Prado ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada dana ve domuz kıyması kullanılarak üretilen et köftelerin içerisine üzüm çekirdeği tozu farklı oranlarda ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda üzüm çekirdeği tozu ilavesi arttıkça pH değerinin azaldığı bildirilmiştir (Arslan, 2019). Başka bir araştırmacı tarafından yapılan bir tez çalışmasında, çiğ bohça köfte örneklerinin renk değerlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda pH değerleri 6.53-6.95 aralığında olduğu bildirilmiştir. Çalışma ile bohça köfte içerisine eklenen maddelerin köfte örneklerinin pH değerlerini değiştirmedeği belirtilmiştir.

Farklı bir çalışmada ise farklı oranlarda karabuğday ilave edilerek üretimini gerçekleştirdiği çiğ köfte örneklerinin pH değerlerinin istatistiksel fark belirtmediğini, pH değerlerinin 5.22-5.34 aralığında bulunduğunu belirtmiştir (Çoşar, 2023). Burdur şiş çiğ köftesinin pH değerinin 5.47-6.36 aralığının olduğu bildirilmiştir (Özmen, 2019). Başka bir çalışmada ise çiğ et köfte örneklerinin pH değerlerinin 5.70-5.78 aralığında olduğu belirtilmiştir (Bilek, 2009).

Çalışmamızla önceki çalışmalar arasındaki farklılıkların oluşmasının sebebinin köfte içerisine ilave edilen maddelerin özelliklerinden, köfte üretiminde kullanılan et çeşitlerinin farklı olmasından ve kıyma içerisindeki yağ oranının farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.2. Çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri

Farklı hardal yaprağı tozu ilaveli et köftelerin aw değerleri 0.948-0.971 aralığında bulunmuştur. Hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki aw değeri üzerine düzensiz bir dağılım gerçekleştirdiği belirlenmiştir. B örnek grubunun aw değeri, A grubuna kıyasla düştüğü, C grubunda tekrar artış gerçekleşmiş olup D örneğinde tekrar düşüş gerçekleşmiştir. Kahraman (2021), yaptığı çalışmasında çiğ köfte örneklerinin su aktivitesi değerlerinin 0.96-0.98 arasında olduğunu bildirmiştir.

4.1.3. Çiğ köfte örneklerinin nem oranları

Çalışmamızda farklı hardal yaprağı tozu ilaveli çiğ et köftelerin nem oranının %56,69 ile %61,17 aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda hardal yaprağı tozu ilavesi arttıkça nem oranının azaldığı belirlenmiştir. Bunun nedeninin hardal yaprağı tozunun suyu bağlamasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir (Çağlar, 2014).

Çiğ bohça köfte üretimi gerçekleştirmiş bir tez çalışmasında köfte örneklerinin nem oranının %52.34-%60.28 aralığında bulunduğunu bildirilmiştir (Gülen, 2019). Üzüm çekirdeği tozu ilaveli et köftelerin nem oranı %60.21 olduğu bildirilmiştir (Arslan, 2019).

4.1.4. Çiğ köfte örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri

Farklı hardal yaprağı tozu ilaveli çiğ et köftelerin TAMB sayısının 6.278 ile 6.924 log kob/g, psikrofilik bakteri sayısının 5.929 ile 6.484 log kob/g, termofilik bakteri sayısının da 5 ile 1 > log kob/g aralığında olduğu belirlenmiştir. Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça mikroorganizma sayılarında düzenli olmayan bir dağılım göstermiştir. Bunun sebebinin köfte üretiminde kullanılan hammaddelerin mikrobiyal özelliklerinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Çağlar, 2014).

4.2. Pişmiş Köftelerin Fizikokimyasal Özellikleri

Pişmiş köftelerin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Pişmiş Köftelerin FizikoKimyasal Özellikleri

Köfteler	Depolama Süresi (Gün)	pH	Titrasyon Asitliği	Aw	TBA (mg malonaldehit/kg)
A	1.	6.40±0.05 ^{a1}	0.40±0.01 ^{a1} ₂	0.95±0.00 ^{c1}	0.21±0.00 ^{a1}
	7.	6.35±0.02 ^{a1}	0.40±0.00 ^{a123}	0.94±0.00 ^{c1}	0.23±0.00 ^{a2}
	14.	6.34±0.01 ^{a1}	0.50±0.01 ^{a3}	0.94±0.00 ^{c1}	0.25±0.00 ^{a2}
	21.	6.33±0.02 ^{a1}	0.50±0.00 ^{a23}	0.94±0.00 ^{c1}	0.29±0.00 ^{a3}
	28.	6.21±0.01 ^{a2}	0.50±0.01 ^{a1}	0.94±0.00 ^{c1}	0.34±0.00 ^{a4}
B	1.	6.21±0.00 ^{a1}	0.50±0.00 ^{b12}	0.94±0.00 ^{c1}	0.2±0.00 ^{ab1}
	7.	6.21±0.00 ^{a1}	0.50±0.01 ^{b123}	0.95±0.00 ^{c1}	0.23±0.00 ^{ab2}
	14.	6.26±0.00 ^{a1}	0.60±0.01 ^{b3}	0.94±0.00 ^{c1}	0.25±0.00 ^{ab2}
	21.	6.22±0.00 ^{a1}	0.60±0.01 ^{b23}	0.942±0.001 ^{c1}	0.271±0.0015 ^{ab3}
	28.	6.47±0.01 ^{a2}	0.50±0.00 ^{b1}	0.95±0.00 ^{c1}	0.28±0.00 ^{ab4}
C	1.	6.10±0.01 ^{b1}	0.50±0.01 ^{b12}	0.96±0.00 ^{a1}	0.16±0.00 ^{b1}
	7.	6.12±0.00 ^{b1}	0.50±0.01 ^{b123}	0.96±0.00 ^{a1}	0.20±0.00 ^{b2}
	14.	6.07±0.00 ^{b1}	0.60±0.01 ^{b3}	0.96±0.00 ^{a1}	0.23±0.00 ^{b2}
	21.	6.06±0.01 ^{b1}	0.60±0.00 ^{b23}	0.96±0.00 ^{a1}	0.26±0.00 ^{b3}
	28.	6.10±0.01 ^{b2}	0.60±0.01 ^{b1}	0.96±0.00 ^{a1}	0.28±0.00 ^{b4}
D	1.	5.90±0.02 ^{b1}	0.55±0.05 ^{ab12}	0.94±0.00 ^{b1}	0.20±0.00 ^{ab1}
	7.	5.87±0.00 ^{b1}	0.60±0.00 ^{ab123}	0.97±0.00 ^{b1}	0.21±0.00 ^{ab2}
	14.	5.87±0.00 ^{b1}	0.60±0.01 ^{ab3}	0.95±0.00 ^{b1}	0.22±0.00 ^{ab2}
	21.	5.90±0.01 ^{b1}	0.55±0.05 ^{ab23}	0.95±0.00 ^{b1}	0.26±0.00 ^{ab3}
	28.	5.66±0.00 ^{b2}	0.30±0.00 ^{ab1}	0.95±0.00 ^{b1}	0.28±0.00 ^{ab4}

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

**Farklı küçük harfler hardal oranına göre, farklı rakamlar depolama süresine göre örnekler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.2.1. pH değeri

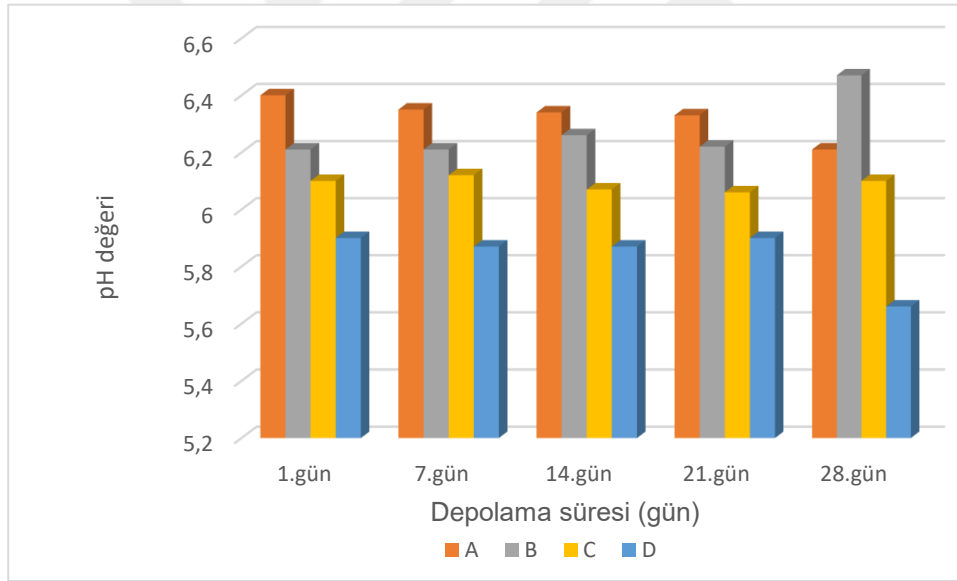
Köfte örneklerine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerin pH değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). pH değerleri 5.66-6.47 aralığında bulunmuştur. Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça köftelerin pH değerinin azaldığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). pH değerleri açısından A (kontrol) ve B köfteleri istatistiksel olarak aynı grupta, C ve D köfteleri de istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Rojas ve Brewer (2007), tarafından yapılan bir çalışmada, hardal yaprağı ekstraktının sığır etinin pH değerini 5,92'den 5,71'e düşürdüğünü bildirmiştir. Hardal ekstraktı kullanılarak Kore'nin geleneksel yemeğinin yapıldığı ve $4\pm^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün boyunca depolandığı daha sonra analiz edildiği bir çalışmada; örneklerin kontrol grubu

pH değerinin, %0.1 ve %0.2 hardal yaprağı ekstraktı ilaveli örneklerde belirlenmiş olan pH değerinden daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir (Lee ve ark., 2010).

Köfte örnekleri üzerine çalışmış araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen pH değerleri, çalışmamızda bulunduğumuz pH değerlerine benzer bulunmuştur (Çimen ve Çiçek, 2021; Yüncü, 2021; Ateş, 2014; Gülen, 2019).

Et köftelerde depolamanın pH değerlerine etkisi incelendiğinde; tüm köfte gruplarının ilk 4 haftasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir. Depolama süresince köfte örneklerindeki titrasyon asitliği değerlerinin değişimi Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Depolamanın 28.gününde pH değerlerinin tüm köfte gruplarında düşüş gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.1. Et köftelerin pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Karwowska ve Dolatowski (2013), yaptıkları çalışmada sosis örneklerine belli oranlarda hardal ilave etmişlerdir. Hardal ilaveli örneklerde depolama süresince %0.2-0.5 hardal ilavesinin pH üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Çağlar (2014) ise yapmış olduğu çalışmasında farklı renklerdeki (sarı, kahverengi ve normal siyah) öğütölmüş hardalları köfte formölasyonlarına ilave etmiştir. Depolama

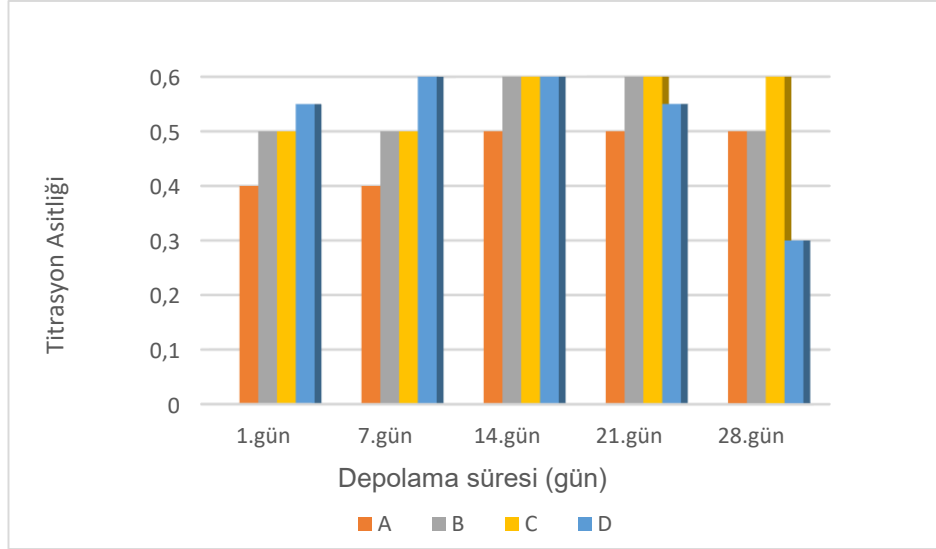
süresince pH değişimlerinde istatistiksel olarak fark bulunmadığını ve köftelerdeki pH değeri aralığının 5.45-5.78 arasında olduğunu bildirmiştir.

4.2.2. Titrasyon asitliği değerleri

Köfte örneklerine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki titrasyon asitliği değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen veriler sonucunda köfte örneklerinde titrasyon asitliğinin düzensiz olmayan bir dağılım gerçekleştiği belirlenmiştir. Çalışmada B ve C örneklerinin kendi aralarındaki titrasyon asitliği değerlerinde istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

Çalışmamızda titrasyon asitliği değerleri %0.30-%0.60 aralığında bulunmuştur. Çimen ve Çiçek (2021), yılında yapmış oldukları çalışmada Tokat ilinde satışı yapılan köftelerin titrasyon asitliği değer aralığını %0.32-%1.03 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise kişniş ve sarımsak oleorisini ile muamele edilmiş tavuk etlerinin titrasyon asitliği değerlerinin %0.83 ila %0.94 aralığında olduğunu bildirmişlerdir (Yıldırım ve Çiçek, 2021). Titrasyon asitliğindeki meydana gelen bu farklılıkların sebebinin et çeşidi sığır, koyun, tavuk ve benzeri kıyma içerisindeki yağ oranı %0, %10, %20 vb. et ve et ürünü farklılığı sucuk, sosis, köfte vb. köfte üretimde kullanılan farklı hammaddeler, baharatlar, ekstraktlar, tohumlar, katkı maddeleri, köftelerin üretim koşulları, pişme sıcaklığı, depolanma koşulları vb. nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Et köftelere depolamanın etkisi incelendiğinde titrasyon asitliği değerlerinin istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p<0.05$). Depolama boyunca köfte örneklerindeki titrasyon asitliği değerlerinin değişimi Şekil 4.2.'de gösterilmiştir. Depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin en düşük %0.30 laktik asit, en yüksek %0.60 laktik asit olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada köfte örneklerinde titrasyon asitliği değerleri arasındaki farklılık köfte üretimde kullanılmış olan soğandan kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Çimen ve Çiçek, 2021).



Şekil 4.2. Et köftelerin titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

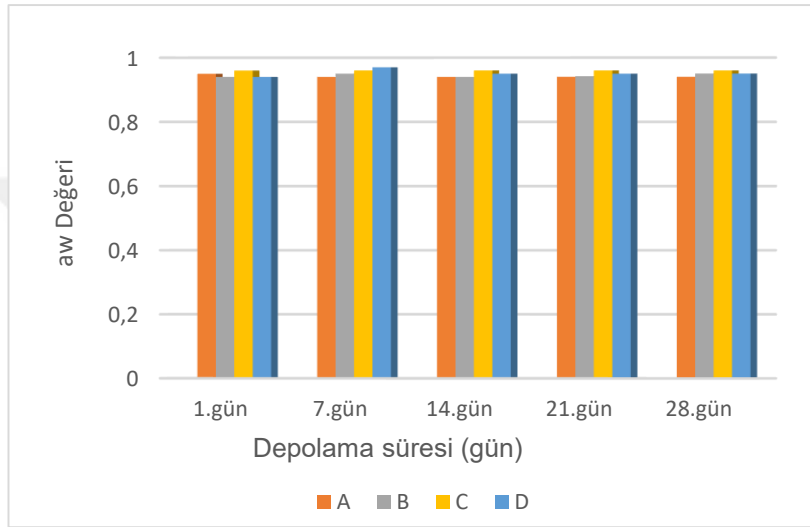
4.2.3. Su aktivitesi değerleri

Köfte hamuru içerisine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesi köftelerin aw değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.05$). Hardal tozu ilavesi arttıkça köftelerin su aktivitesi değerinin düştüğü belirlenmiştir. Su aktivitesi değişiminin hardal yaprağı tozu içerisindeki bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ateş (2014) ve Bilecen Şen (2020), tarafından yapılan farklı çalışmalarda elde edilmiş aw değerlerinin 0.847-0.987 ve 0.892-0.909 aralığında olduğu, elde edilen bu değerlerin bizim çalışmamızda elde ettiğimiz aw değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin köfteleye ilave edilen kıymanın yağ oranından, ilave edilen maddenin aw değerinden ve köfteleye ilave edilen diğer maddelerin özelliklerinden kaynaklanabileceğini düşünülmektedir.

Coşar (2023), yaptığı çalışmasında köfte içerisine ilave edilen karabuğday kepeği miktarının çiğ köfte örneklerinde su aktivitesi değerini azalttığını tespit etmiştir. Çalışma sonucunda köfte örneklerinde ısıtma işleminin aw değeri azalttığını belirlemiştir.

Depolamanın köftelerdeki su aktivitesine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki aw değerlerinin değişimi Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Su aktivitesi değeri en düşük 0.940, en yüksek 0.970 olarak bulunmuştur. Arslan (2021) ve Çevik Özkır (2021), tarafından yapılan çalışmalarda elde edilmiş aw değerleri 0.941-0.945 ve 0.950-0.970 değer aralığında bulunduğu bu sonuçların bizim çalışmamızla benzer olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Et köftelerin aw değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Daha önce yapılmış bir tez çalışmasında, farklı çemen formülasyonları (k.biber, sarımsak, buy otu, karabiber, soğan tozu, galeta unu) uygulanan köfte örneklerinin aw değerlerinin depolama periyodu sonunda genel olarak azalış gösterdiği bildirilmiştir (Köker, 2020).

4.2.4. TBA oranları

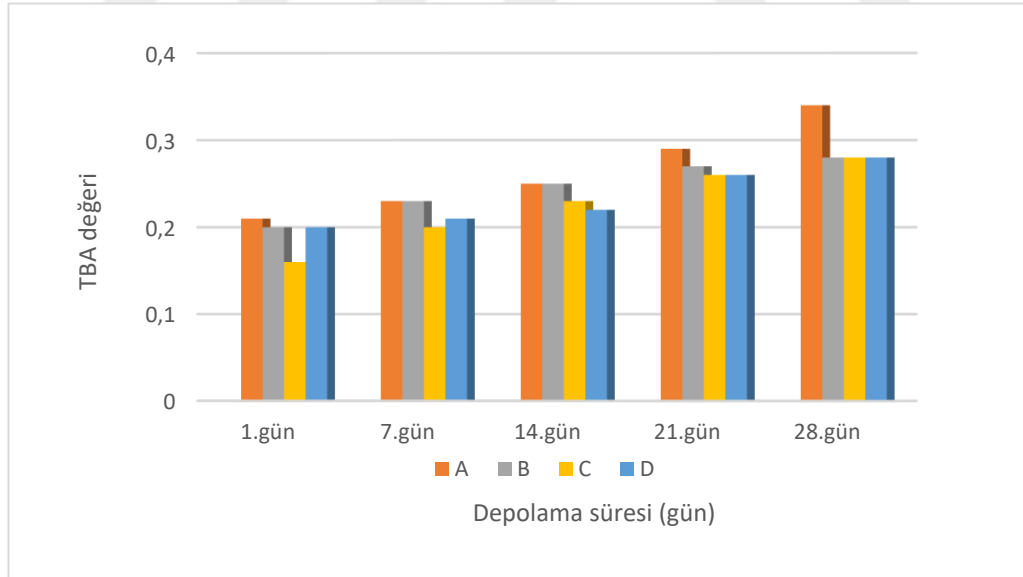
Köfte hamuru içerisine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki TBA değerini istatistik olarak önemli etkilediği görülmüştür ($p<0.05$). Köfte gruplarında TBA değerlerinin 0.16-0.34 (mg malonaldehit/kg) aralığında olduğu belirlenmiştir.

Domuz göbeği yemeğine ilave edilen kurutulmuş hardal miktarı arttıkça TBA değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Shen ve ark., 2018). Hardal ekstraktı kullanılarak

Kore'nin geleneksel yemeğinin yapıldığı ve $4\pm^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün boyunca bir çalışmada; örneklerin kontrol grubu TBA değerlerinin, %0.1 ve %0.2 hardal yaprağı ekstraktı ilaveli örneklerde belirlenmiş olan TBA değerinden daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir (Lee ve ark., 2010).

Gün (2014), köfte içerisine ilave edilen sütçülük yan ürünlerinin köftelerin TBA miktarını düşürdüğünü bildirmiştir. Çalışmada sonucunda TBA miktarının düşmesinin sebebinin köfte içerisine ilave edilen sütçülük yan ürünlerinin köftelerdeki yağ miktarını düşürdüğünden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Depolama sürecinin et köftelerdeki TBA değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki TBA değerlerinin değişimi Şekil 4.4.'de gösterilmiştir. Depolama süresince tüm köfte gruplarında TBA değerinin arttığı tespit edilmiştir. Köfte örneklerinde en düşük TBA değerlerini kontrol gruplarının aldığı depolama süresi sonunda en yüksek değerleri aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Et köftelerin TBA değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Yıldız Turp ve ark. (2018), köfte örneklerine farklı bitkisel ekstraktların ilave edilmesiyle elde edilmiş örnek grupları dondurularak muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda depolama süresi arttıkça köfte örneklerindeki TBA değerinin de

arttırdığını; mersin ve biberiye ekstraktlarının köfte örneklerinde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Yapılan farklı bir araştırmada ise, köfte içerisine farklı miktarlarda ilave edilen karabuğday kepeğinin depolama süresince köftelerdeki TBA değerini ciddi oranda engelleyici etkisinin olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonucunda karabuğday kepeği miktarının artışına bağlı olarak TBA değerlerinin azalış gösterdiği belirtilmiştir (Coşar, 2023).

4.3. Pişmiş Köftelerin L*, a* ve b* Renk Değerleri

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin pişmiş köftelerin L*, a* ve b* renk değerlerine etkisi Çizelge 4.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Pişmiş Köftelerde İç Yüzey Renk Sonuçları

Köfteler	Depolama Süresi (Gün)	L* (iç)	a* (iç)	b* (iç)
A	1.	49.71±0.54 ^{a1}	4.88±0.01 ^{a1}	13.21±0.37 ^{a2}
	7.	50.63±0.14 ^{a1}	3.70±0.10 ^{a1}	10.99±0.39 ^{a12}
	14.	50.17±0.15 ^{a1}	2.65±0.13 ^{a1}	10.76±0.35 ^{a1}
	21.	53.16±0.22 ^{a1}	2.89±0.14 ^{a1}	12.43±0.33 ^{a2}
	28.	53.54±0.33 ^{a1}	2.42±0.25 ^{a1}	12.06±0.09 ^{a2}
B	1.	49.53±0.16 ^{ab1}	2.53±0.12 ^{b1}	13.01±0.65 ^{a2}
	7.	49.52±0.19 ^{ab1}	2.22±0.09 ^{b1}	12.10±0.77 ^{a12}
	14.	50.62±0.07 ^{ab1}	1.61±0.15 ^{b1}	12.36±0.31 ^{a1}
	21.	51.705±0.105 ^{ab1}	1.555±0.295 ^{b1}	13.485±0.315 ^{a2}
	28.	51.01±0.32 ^{ab1}	1.54±0.02 ^{b1}	13.39±0.04 ^{a2}
C	1.	49.54± 0.43 ^{b1}	1.57 ±0.14 ^{c1}	13.78 ±0.71 ^{a2}
	7.	48.94± 0.07 ^{b1}	1.39 ±0.17 ^{c1}	11.67±0.50 ^{a12}
	14.	50.99±0.12 ^{b1}	0.44±0.06 ^{c1}	5.35±0.35 ^{a1}
	21.	51.03±0.04 ^{b1}	1.08±0.07 ^{c1}	14.03±0.41 ^{a2}
	28.	49.14±0.21 ^{b1}	0.99±0.10 ^{c1}	12.72±0.55 ^{a2}
D	1.	46.80±0.09 ^{c1}	1.06±0.14 ^{c1}	12.51±0.44 ^{a2}
	7.	46.19±0.09 ^{c1}	1.10±0.24 ^{c1}	11.92±0.89 ^{a12}
	14.	44.50±0.31 ^{c1}	0.88±0.10 ^{c1}	14.17±0.01 ^{a1}
	21.	47.88±0.13 ^{c1}	0.92±0.04 ^{c1}	12.84±0.39 ^{a2}
	28.	45.81±0.13 ^{c1}	0.94±0.05 ^{c1}	12.47±0.50 ^{a2}

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

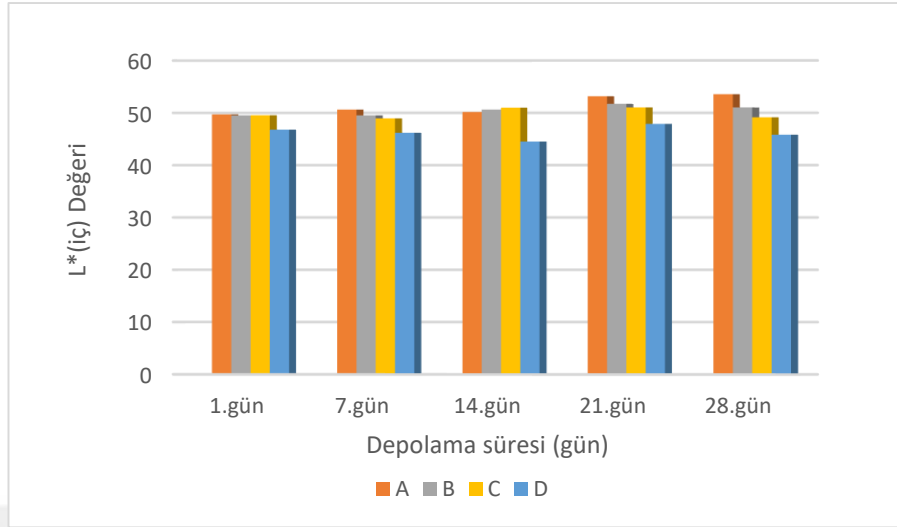
**Farklı küçük harfler hardal oranına göre, farklı rakamlar depolama süresine göre örnekler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerin $L^*(iç)$ değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Çalışma ile köftedeki hardal yaprak tozu ilavesi arttıkça $L^*(iç)$ değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en düşük $L^*(iç)$ değerlerinin D grubuna ait olduğu belirlenmiştir. Hardal yaprağı tozu ilaveli köftelerin L değerinin azalmasının sebebinin hardal yaprağı tozu hammaddesinin içerisinde bulunan renk maddeleri olduğu düşünülmektedir. Çağlar (2014), farklı hardal tohumları ilaveli et köftelerin L değerindeki değişimlerin nedeninin hardal tohumlarının renk maddelerinden kaynaklı değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Yapılan bir tez çalışmasında, meşe palamudu unundan %0, %3, %6 ve %9 ilave edilerek üretimi yapılmış çiğ et köfteler pişirilmiştir. Farklı oranlarda meşe palamudu ununun kullanılmasının pişmiş et köftelerin $L^*(iç)$ değerinde istatistik olarak önemli olduğu bildirilmiştir. $L^*(iç)$ renk değişimi 43.53-46.96 değer aralığında olduğu belirtilmiştir (Önel, 2022).

Çağlar ve ark. (2018), hardal tohumlarına uyguladıkları ısıl işlemlerin köfte örneklerinin renk değerlerini (L^* , a^* ve b^*) azalttığını bildirilmiştir.

Et köftelerin depolama boyunca $L^*(iç)$ değerinin değişimi istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p<0.05$) (Şekil 4.5). $L^*(iç)$ değeri en yüksek A köfte örneğinin 28.gününde 53.54, en düşük D örneğinin 14. gün depolanmış köfte örneğinde 44.50 olduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca $L^*(iç)$ değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun nedeninin hardal içeriğindeki renk maddelerinden ve pişirme işlemi sonrasında oluşan maillard reaksiyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada köftelerdeki renk değişimlerine pişirme işleminin etkisi olduğunu bildirmiştir (Sanchez-zapata ve ark., 2010). Pişirme işlemi sonucunda oluşan maillard reaksiyonunun köfte içerisindeki renk değerlerini etkilediği düşünülmüştür.



Şekil 4.5. Et köftelerin L* (iç) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

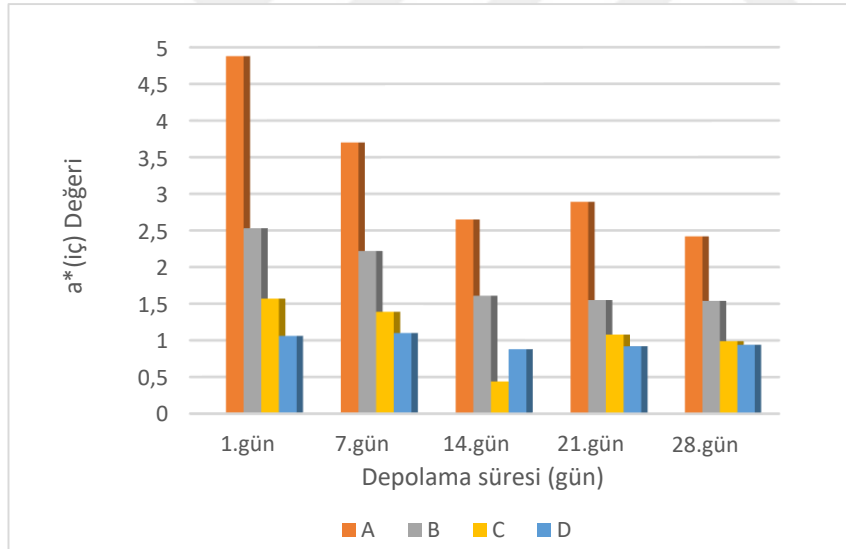
Farklı oranlarda meşe palamudu unu kullanılarak üretimi gerçekleştirilen pişmiş et köfte örneklerine depolama süresinin etkisinin incelendiği bir çalışmada köfte örneklerinin L*(iç) renk değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince meşe palamudu unu ilaveli et köftelerin genel L*(iç) değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Bu değişimin sebebinin köfteye ilave edilen meşe palamudu unu hammaddesinden ve pişirme işlemi sonucunda meydana gelen reaksiyonlardan kaynaklanabileceğini düşünülmüştür. Çalışma sonucunda L*(iç) değer aralığının 41.79-49.66 bulunduğu bildirilmiştir (Önel, 2022).

Köfte formülasyonuna farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki a*(iç) değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemli görülmüştür ($p < 0.05$). C ve D örneklerinin a*(iç) değeri arasında istatistik olarak fark gözlemlenmemiştir. Köfte örneklerindeki a*(iç) değeri en yüksek A köftesinin (1.gün depolanmasında) 4.88, en düşük 0.44 ile C (köftesinin 14.gün depolamasında) örneğinde olduğu belirlenmiştir.

Köftelere farklı oranlarda meşe palamudu ununun ilave edilmesinin pişmiş et köftelerdeki a*(iç) renk değerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı bildirmiştir (Önel, 2022). Başka bir çalışmada ise; köfte burger içerisine eklenen kinoa ve soya fasulyesi ununun miktarı arttıkça a* değerinin azaldığı bildirilmiştir (Shokry, 2016).

Et köftelerin depolama boyunca a*(iç) değerindeki değişim istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki a*(iç) değerlerindeki değişim Şekil 4.6.'da gösterilmiştir. Genel olarak depolama süresi arttıkça a*(iç) değerinin azalışı belirlenmiştir. Bu düşüşün sebebinin köftelerin kırmızılık değerinin depolama sürecinde düşmesi ve köftenin renginin kahverengiye dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada et ve et ürünlerinde meydana gelen bu renk değişikliğinin sebebinin lipid oksidasyonu reaksiyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Jakobsen ve Bertelsen, 2000).

Yapılan bir tez çalışmasında depolama süresince meşe palamudu unu ilaveli et köftelerin a*(iç) renk değeri değişimi 3.12-4.41 aralığında olduğunu bildirmiştir (Önel, 2022).



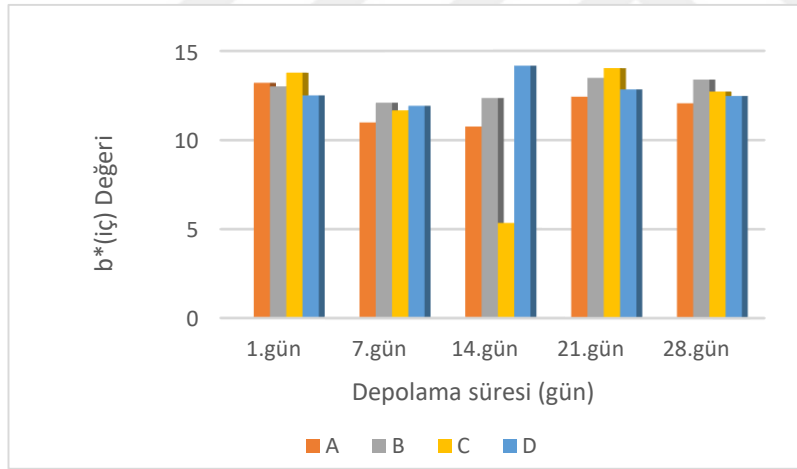
Şekil 4.6. Et köftelerin a* (iç) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Bazı araştırmacılar tarafından yapılan önceki çalışmalarda da köftelerin a* değerinin depolama süresince düştüğü belirtilmiştir (Higgins ve ark., 1998; Lee ve ark., 1999; Fernández-López ve ark., 2005; Çağlar, 2014).

Köfte örneklerine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki $b^*(iç)$ değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Köftelerdeki $b^*(iç)$ değerleri 5.35-14.17 aralığında bulunmuştur.

Önel (2022), köftelere farklı oranlarda meşe palamudu ununun ilave edilmesinin pişmiş et köftelerindeki $b^*(iç)$ renk değişimine etkisinin anlamlı olduğunu bildirmiştir.

Köftelerin depolama boyunca $b^*(iç)$ değeri değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki $b^*(iç)$ değerlerinin değişimi Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. Tüm gruplarda depolamanın ilk gününden 7. Gününe kadar $b^*(iç)$ değeri azalmış, 14. Günde sabit kalmış, 21.günde tekrar artış göstermiştir. Depolamanın sonuna kadar düzenli olmayan bir dağılım göstermiştir.



Şekil 4.7. Et köftelerin $b^*(iç)$ değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Önel (2022), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında köftelere meşe palamudu unu ilavesi ile ürettiği köftelerin $b^*(iç)$ değerine depolama süresinin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını bildirmiştir.

4.4.Pişmiş Köftelerde Dış Yüzey Renk Değerleri

Dana kıyma eti içerisine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilave edilerek üretilen pişmiş et köftelerin dış yüzey renk değerleri Çizelge 4.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Pişmiş Köftelerde Dış Yüzey Renk Değerleri

Köfteler	Depolama Süresi (Gün)	L* (dış)	a* (dış)	b* (dış)
A	1.	44.58±0.15 ^{bl}	6.86±0.49 ^{al}	11.42±1.79 ^{al}
	7.	42.72±1.49 ^{bl}	5.23±0.36 ^{al}	9.38±1.03 ^{al}
	14.	45.05±1.49 ^{bl}	6.26±0.38 ^{al}	10.82±0.96 ^{al}
	21.	47.87±3.56 ^{bl}	6.71±0.32 ^{al}	12.21±3.15 ^{al}
	28.	48.73±3.16 ^{bl}	6.16±0.67 ^{al}	11.55±0.92 ^{al}
B	1.	43.32±0.04 ^{al}	4.23±0.15 ^{cl}	9.94±0.41 ^{al}
	7.	48.88±0.60 ^{al}	2.06±0.29 ^{cl}	11.82±0.73 ^{al}
	14.	52.28±1.21 ^{al}	2.38±0.16 ^{cl}	15.04±0.64 ^{al}
	21.	48.935±0.245 ^{al}	2.72±0.58 ^{cl}	13.135±0.295 ^{al}
	28.	47.78±0.59 ^{al}	2.88±0.39 ^{cl}	12.20±0.05 ^{al}
C	1.	40.52± 0.63 ^{cl}	4.31± 0.13 ^{bl}	8.46± 0.41 ^{bl}
	7.	42.38±1.13 ^{cl}	4.11±0.00 ^{bl}	9.67±1.12 ^{bl}
	14.	40.56±0.46 ^{cl}	3.54±0.17 ^{bl}	6.73±0.31 ^{bl}
	21.	43.36±1.5 ^{cl}	4.06±0.27 ^{bl}	9.52±0.75 ^{bl}
	28.	43.62±1.47 ^{cl}	3.72±0.17 ^{bl}	9.58±1.03 ^{bl}
D	1.	44.72±0.81 ^{bl}	1.64±0.14 ^{dl}	10.83±0.66 ^{al}
	7.	44.73±1.30 ^{bl}	1.86±0.16 ^{dl}	10.66±1.21 ^{al}
	14.	45.36±0.25 ^{bl}	1.17±0.13 ^{dl}	11.31±0.25 ^{al}
	21.	46.29±1.61 ^{bl}	0.99±0.23 ^{dl}	11.41±0.54 ^{al}
	28.	46.74±1.64 ^{bl}	1.00±0.23 ^{dl}	11.72±0.58 ^{al}

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

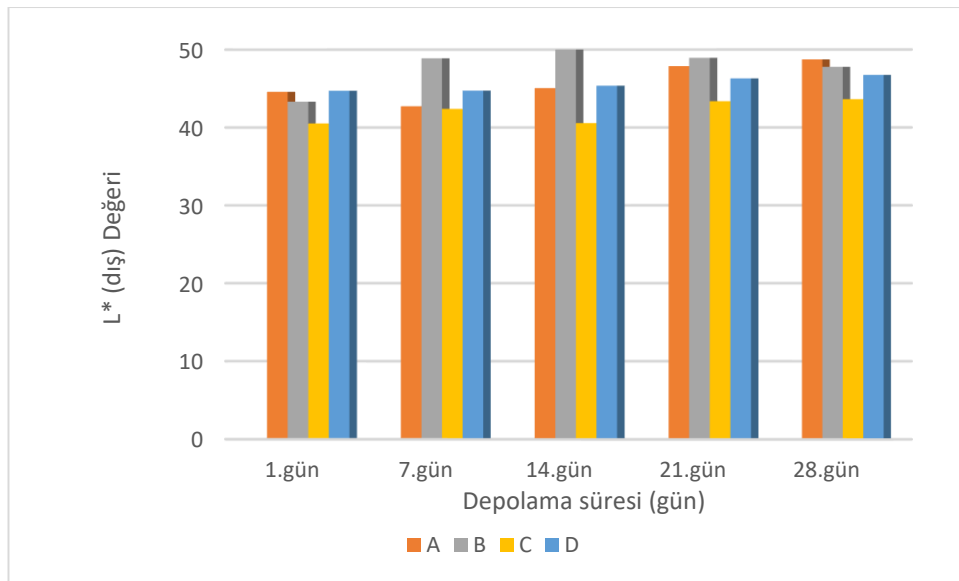
**Farklı küçük harfler hardal oranına göre, farklı rakamlar depolama süresine göre örnekler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki L*(dış) değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Köfte gruplarında en düşük L*(dış) değerleri C grubuna ait olup A ve D grubunda bulunan köfte örnekleri arasında istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). En yüksek L*(dış) değeri B grubu örneğinde tespit edilmiştir. L*(dış) değerlerinin köfte içerisine ilave edilen hardal yaprağı tozunun oranından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yapılan önceki çalışmalarda et ve et ürünlerinde L değerinin kullanılan etin yağ oranına, pişirme sıcaklığı ve süresine bağlı değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Çimen ve Çiçek, 2021).

Yapılan bir tez çalışmasında, farklı oranlarda meşe palamudu unu ilavesinin pişmiş et köftelerinin L*(dış) değerine etkisinin istatistik olarak önemli görülmediği bildirilmiştir. L*dış renk değişiminin 39.97-43.37değer aralığında olduğu belirtilmiştir (Önel, 2022).

Araç (2023), yaptığı çalışmasında köfte içerisine farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) yulaf unu ve %6 oranında ekmek içi ilave ettiği örnekleri, farklı sıcaklıklarda (180, 200 ve 220°C) pişirilmiştir. Yulaf unu ilave edilerek üretilmiş köftelerde L* değerinin 32.14-40.34 aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre yulaf unu miktarı arttıkça L* değerinin azaldığı bunun yanı sıra pişirme sıcaklığı arttırılınca L* değerinin azaldığını bildirilmiştir.

Depolama süresince köftelerdeki L*(dış) değerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($p>0.05$). Depolama boyunca köfte örneklerindeki L*(dış) değerlerinin değişimi Şekil 4.8.'de gösterilmiştir. Çimen ve çiçek (2021), Köker (2020) ve İlhan (2010) yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri L* değerlerinin sırasıyla 32.99-48.63, 43.32-52.45 ve 41.72-52.10 aralığında bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarında elde edilen L değerlerinin çalışmamızla paralel olduğu belirlenmiştir.



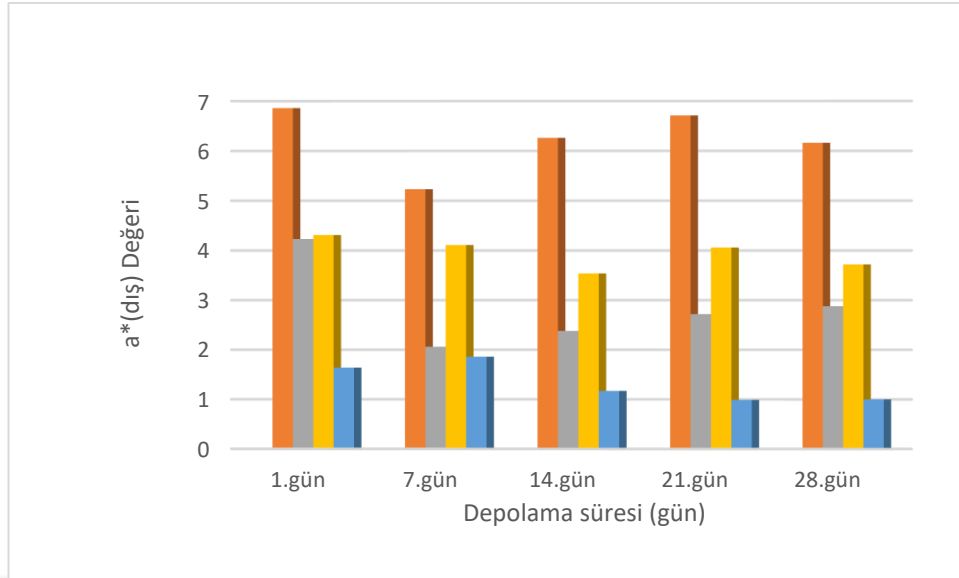
Şekil 4.8. Et köftelerin L*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Farklı oranlarda meşe palamudu unu kullanılarak üretimi gerçekleştirilen pişmiş et köfte örneklerine depolama süresinin köfte örneklerinin L*(dış) renk değişimine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada L*(dış) değer aralığının 39.97-45.33 bulunduğu bildirilmiştir (Önel, 2022).

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerin a*(dış) renk değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Hardal yaprağı tozu ilaveli et köftelerin a*(dış) renk değeri değişiminin 0.99-6.86 aralığında olduğu belirlenmiştir. Köfte örneklerindeki a*(dış) renk değerleri en düşük D grubunda, en yüksek ise A grubunda bulunmuştur. Köfte örneklerinde meydana gelen değişimlerin köfte formülasyonuna ilave edilen hardal yaprağı tozunun renk bileşenlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Et ve et ürünlerinin renk değerlerinden olan a* değerini etkileyen faktörlerin; üretimde kullanılan et içerisindeki yağ miktarının ve etin miyogloblin içeriği haricinde köfte formülasyonuna ilave edilen katkı maddeleri çeşidinden ve miktarından kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Sarıcaoğlu, 2012).

Yapılan bir tez çalışmasında, meşe palamudu ununun farklı oranlarda köftelere ilave edilmesinin pişmiş et köftelerdeki a*(dış) renk değişimine etkisinin önemli bulunduğu bildirmiştir (Önel, 2022).

Depolama süresince köftelerdeki a*(dış) değerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($p > 0.05$) (Şekil 4.9). Köfte içerisindeki a değeri değişimini depolama süresinin etki ettiği düşünülmektedir. Önel (2022), renk parametrelerinden biri olan a* değerinin köftelerin işlenmesi ve depolama sürecinin ürünlere önemli etkisinin olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacı depolama süresince meşe palamudu unu ilaveli et köftelerin a*(dış) renk değeri değişiminin 1.82-3.09 aralığında olduğu belirtmiştir.



Şekil 4.9. Et köftelerin a*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

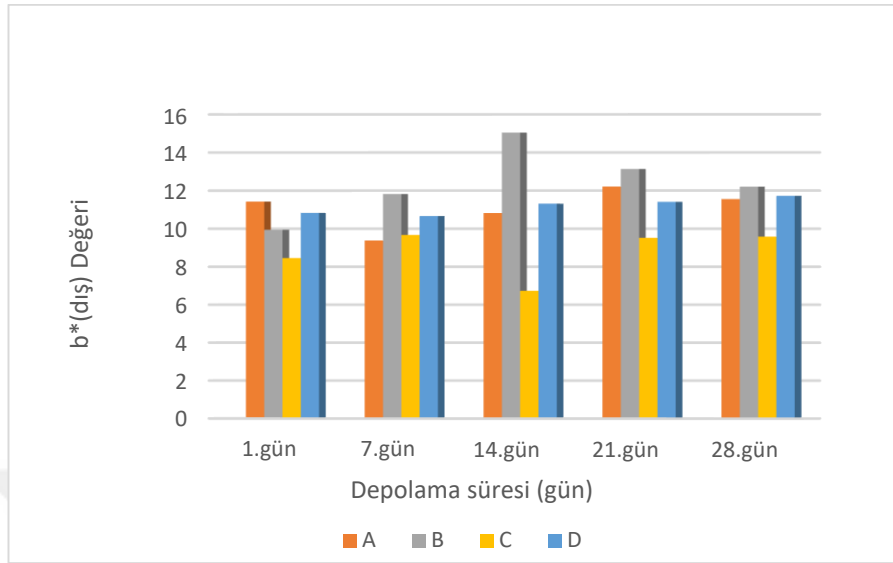
Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerin b*(dış) renk değerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Köfte içerisine eklenen et haricindeki bileşenlerin bileşimindeki renk maddelerinin et ve et ürünlerindeki sarılık\yeşillik (b*) değerinde değişikliklere neden olabileceği bildirilmiştir. Farklı oranlarda hardal ilaveli köftelerin b*(dış) renk değerlerinin 9.38-15.04 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Önel (2022), köftelere farklı oranlarda meşe palamudu ununun ilave edilmesinin pişmiş et köftelerinin b*(dış) renk değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı bildirmiştir.

Depolama süresince köftelerin b*(dış) renk değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür ($p > 0.05$) (Şekil 4.10).

Önel (2022), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında köftelere meşe palamudu unu ilavesinin depolama süresince köftelerin b*(dış) renk değerindeki değişiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir. Köfte gruplarının dış renklerinden b* değerlerinin depolama süresince dalgalı olan artma ve azalma izlediği ancak depolamanın sonunda (14.gün) %6 meşe palamut unu ilaveli köfte grubu haricinde

diğer grup et köftelerin b* değerlerinin arttığını tespit etmiştir.



Şekil 4.10. Et köftelerin b*(dış) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

4.5. Pişmiş Köftelerin Mikrobiyolojik Özellikleri

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilave edilerek üretilen pişmiş et köftelerinin mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 4.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Pişmiş Köftelerin Mikrobiyolojik Özellikleri

Köfteler	Depolama Süresi (Gün)	TMAB (log kob/g)	Psikrofil (log kob/g)	Termofil (log kob/g)
A	1.	2.00±1.00 ^{a1}	0.50±0.50 ^{a1}	1.00±0.00 ^{b1}
	7.	2.50±0.50 ^{a1}	0.00±0.00 ^{a1}	0.50±0.50 ^{b1}
	14.	2.50±0.50 ^{a1}	1.00±1.00 ^{a1}	0.00±0.00 ^{b1}
	21.	5.50±0.50 ^{a12}	4.50±0.50 ^{a1}	0.00±0.00 ^{b1}
	28.	6.50±0.50 ^{a2}	5.50±0.50 ^{a1}	0.00±0.00 ^{b1}
B	1.	2.50±0.50 ^{b1}	3.00±1.00 ^{a1}	2.00±1.00 ^{a1}
	7.	2.50±1.50 ^{b1}	1.50±1.50 ^{a1}	0.00±0.00 ^{a1}
	14.	2.00±1.00 ^{b1}	0.50±0.50 ^{a1}	0.50±0.50 ^{a1}
	21.	2.5±0.5 ^{b12}	1.5±0.5 ^{a1}	2±0 ^{a1}
	28.	3.50±0.50 ^{b2}	1.50±1.50 ^{a1}	3.50±0.50 ^{a1}
C	1.	0.50±0.50 ^{c1}	0.00±0.00 ^{b1}	0.00±0.00 ^{ab1}
	7.	0.50±0.50 ^{c1}	0.00±0.00 ^{b1}	1.00±0.00 ^{ab1}
	14.	0.50±0.50 ^{c1}	0.50±0.50 ^{b1}	0.50±0.50 ^{ab1}
	21.	1.00±0.00 ^{c12}	0.50±0.50 ^{b1}	1.50±0.50 ^{ab1}
	28.	2.50±0.50 ^{c2}	0.00±0.00 ^{b1}	1.50±0.50 ^{ab1}
D	1.	0.00±0.00 ^{c1}	0.00±0.00 ^{b1}	0.00±0.00 ^{b1}
	7.	0.00±0.00 ^{c1}	0.00±0.00 ^{b1}	0.50±0.50 ^{b1}
	14.	1.00±0.00 ^{c1}	0.00±0.00 ^{b1}	0.50±0.50 ^{b1}
	21.	1.50±0.50 ^{c12}	0.00±0.00 ^{b1}	0.50±0.50 ^{b1}
	28.	1.50±0.50 ^{c2}	0.50±0.50 ^{b1}	0.50±0.50 ^{b1}

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

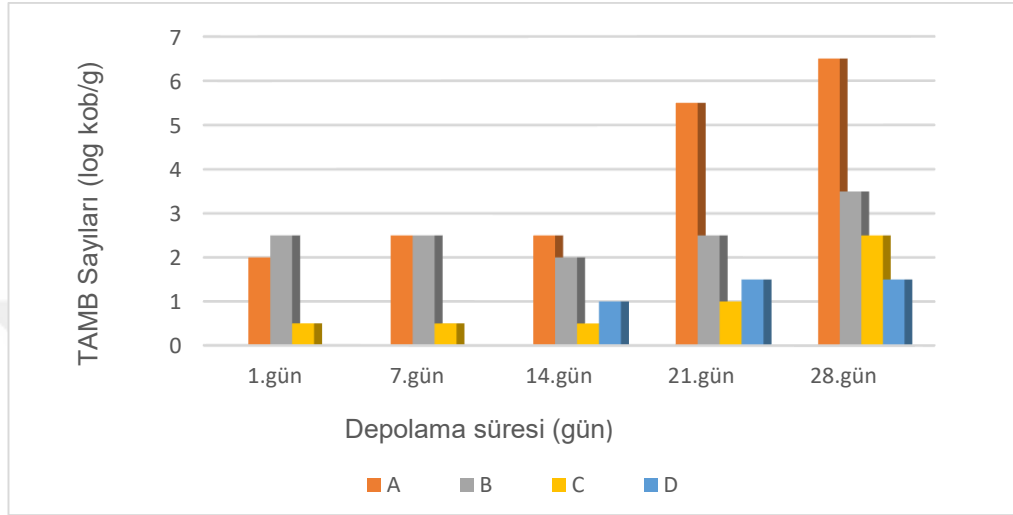
**Farklı küçük harfler hardal oranına göre, farklı rakamlar depolama süresine göre örnekler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.5.1. TAMB sayıları

Farklı oranlarda ilave edilen hardal yaprağı tozunun et köftelerinin TAMB sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça köftelerin TAMB sayılarının azaldığı belirlenmiştir. Bunun hardal yağrağı tozunun içeriğindeki bileşenlerin antimikrobiyal özellikleri ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Çağlar (2014), yaptığı tez çalışmasında hardal tohumu ilaveli et köftelerin TAMB yükünün düşük bulunmasının nedeninin hardal içerisindeki glikozinatlar ve sinapik asit, parahidroksi benzoik asit gibi antimikrobiyal özelliğe sahip bileşenlerden aynaklanabileceği bildirilmiştir. C ve D grubunda bulunan köfte örneklerinde TAMB değeri arasında istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

Depolama süresinin köftelerdeki TAMB sayısına etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki

TAMB değerlerinin değişimi Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. Depolama boyunca TAMB değeri artmıştır. En yüksek TAMB sayısı A grubunda 6.50 log kob/g ile 28.günde, en düşük TAMB sayısı ise D grubunda 0.00 log kob/g ile 1. ve 7. Günde bulunmuştur.



Şekil 4.11. Et köftelerin TAMB değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişiklikler

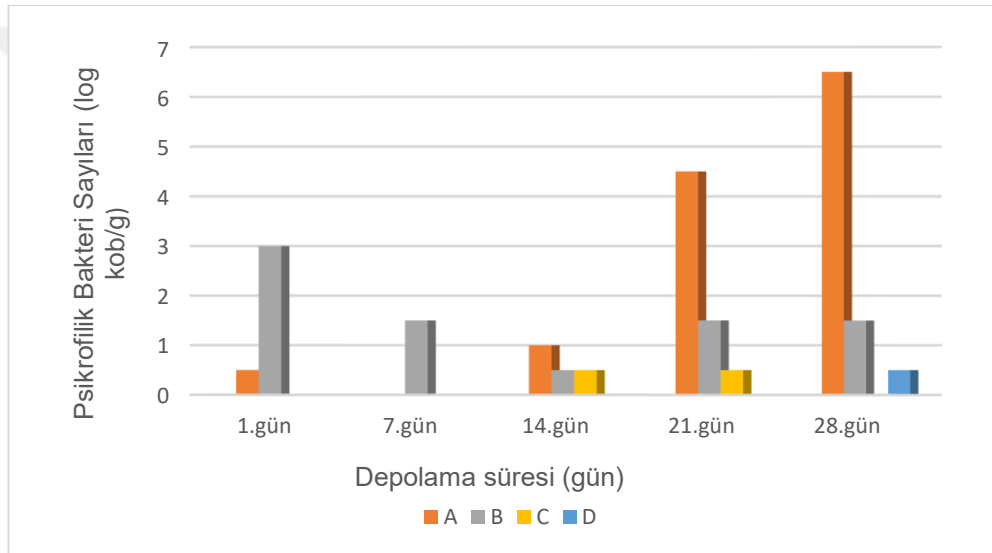
Çağlar ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada; sarı, siyah ve kahverengi hardal tohumları ilave edilerek üretilen et köfte örneklerinin depolama süresinin artmasıyla aerobik mezofilik bakteri sayısının arttığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Colle (2015), patates ekstraktı ve hardalla üretilen köftelerde depolama süresinin artması ile aerobik mezofilik bakteri sayısının da arttırdığını belirtmiştir. Ancak yapılmış başka bir çalışmada ise, hardal ilaveli kuru sosislerde depolama süresi arttıkça toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının azaldığı belirlenmiştir (Graumann ve Holley, 2008).

4.5.2. Psikrofilik bakteri sayıları

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki psikrofilik bakteri sayılarına etkisinin önemli olduğu ($p < 0.05$) ve hardal ilavesi arttıkça psikrofilik bakteri sayısının azaldığı belirlenmiştir. En yüksek psikrofilik bakteri sayısına A ve B örnekleri sahip olurken, D grubu köftelerde psikrofilik bakteri sayısı depolama boyunca 0.00 olarak bulunmuştur. Bunun sebebinin hardalın içerisinde bulunan bileşiklerin psikrofil

bakteriler üzerine etki ettiği düşünülmektedir. Çağlar (2014), hardalın bileşiminde bulunan allil izotiyosiyonat (AIT) ve parahidroksibenzil izotiyosiyonat (p-HBIT) gibi bileşiklerin psikrofilik bakteriler üzerine de önemli düzeyde antibakteriyel özelliğinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir

Depolama süresince köfte örneklerindeki psikrofilik bakteri sayılarının değişimi Şekil 4.12.'de gösterilmiştir. Depolama süresinin köftelerin psikrofilik bakteri sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

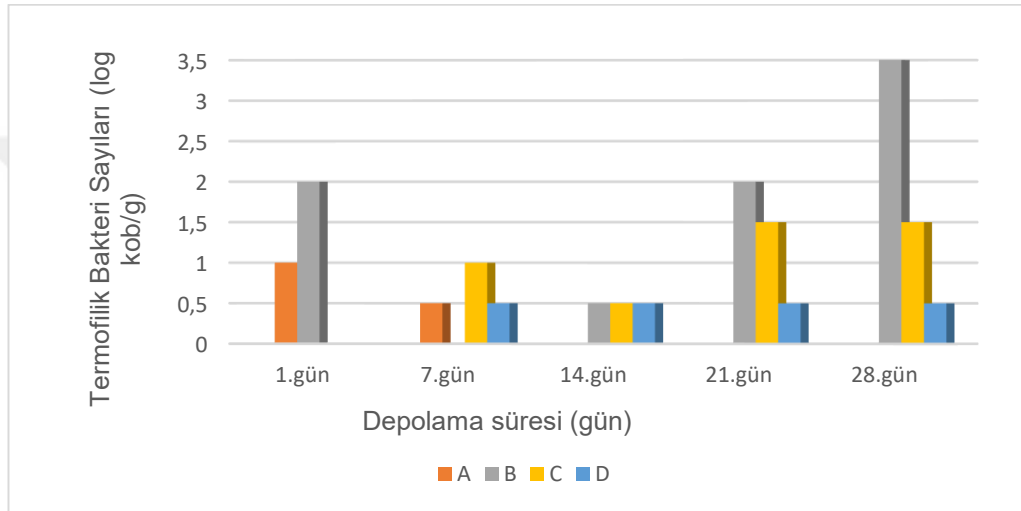


Şekil 4.12. Et köftelerin psikrofilik bakteri sayısı depolama süresince meydana gelen değişiklikler

4.5.3. Termofilik bakteri sayıları

Hardal yaprağı tozu ilaveli köftelerde termofilik bakteri sayısı 0.00-3.50 aralığında bulunmuştur. Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerdeki termofilik bakteri sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Hardal yağrağı tozu oranı farklı köfte örneklerin termofilik bakteri sayılarının düzenli olmayan bir dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. A ve D grubuna ait et köfteler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir.

Depolama boyunca termofilik bakteri sayılarında görülen değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki termofilik bakteri sayılarının değişimi Şekil 4.13.'de gösterilmiştir. Depolama süresince köfte grublarının değişiminin düzensiz dağılım gösterdiği belirlenmiştir. D grubu köftelerin termofilik bakteri sayılarının depolama süresince sabit kaldığı gözlemlenmiştir.



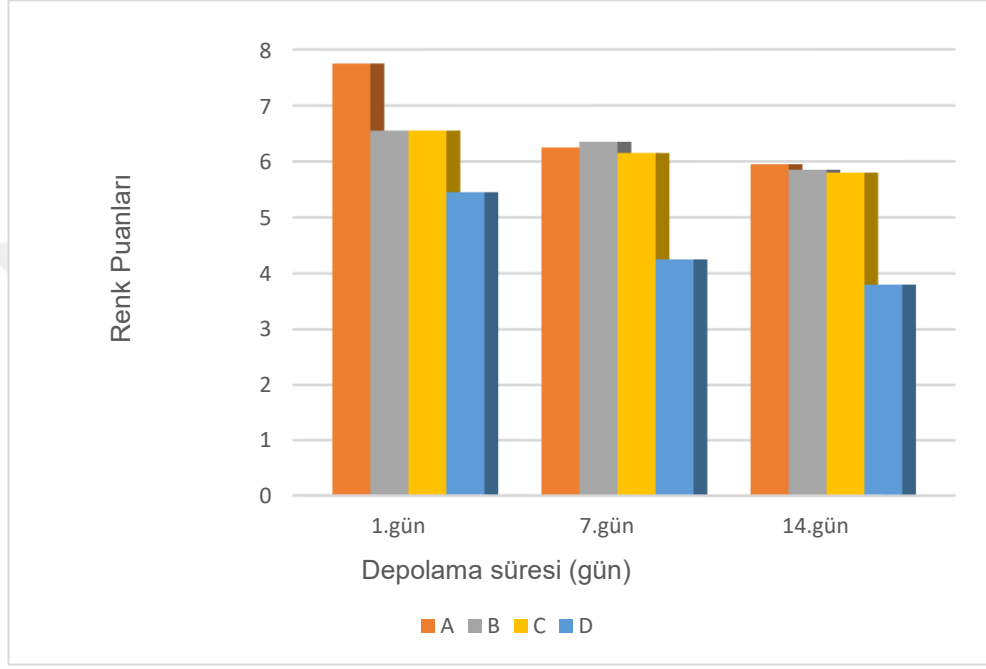
Şekil 4.13. Et köftelerin termofilik bakteri sayısı depolama süresince meydana gelen değişiklikler

4.6. Pişmiş Köftelerin Duyusal Özellikleri

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilave edilerek üretilen pişmiş et köftelerinin duyusal özellikleri Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir.

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin duyusal renk puanlarına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Köfte örneklerinde renk açısından en az beğeni D grubunun 14.gün örneğinin aldığı tespit edilmiştir. Li (2012), hardal oranının artması ile salam örneklerinin renk puanlarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Hardal oranı arttıkça renk beğenisinin azaldığı bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Çağlar, 2014)

Depolama süresinin köftelerin renk puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki renk puanlarındaki değişim Şekil 4.14.'de gösterilmiştir. Depolama süresi uzadıkça duyuşsal renk puanlarının düştüğü belirlenmiştir. Tüm köfte gruplarında en az beğenilen 14.günde alınan örnekler olduğı tespit edilmiştir.



Şekil 4.14. Et köftelerin renk değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Çizelge 4.6 Pişmiş Köftelerde Duyusal Özellikleri

Köfteler	Depolama Süresi (Gün)	Renk	Tat	Yapı	Dişimlenebilirlik	Genel beğeni
A	1.	7.75±0.05 ^{a3}	6.75±0.05 ^{ab3}	8.05±0.05 ^{a4}	6.75±0.05 ^{a3}	7.35±0.05 ^{a4}
	7.	6.25±0.05 ^{a23}	5.85±0.05 ^{ab3}	7.25±0.05 ^{a34}	6.55±0.05 ^{a23}	6.80±0.00 ^{a34}
	14.	5.95±0.05 ^{a2}	4.90±0.10 ^{ab2}	6.60±0.10 ^{a23}	6.35±0.05 ^{a12}	5.75±0.05 ^{a23}
B	1.	6.55±0.05 ^{a3}	6.45±0.05 ^{a3}	7.85±0.05 ^{a4}	6.85±0.05 ^{a3}	6.95±0.05 ^{a4}
	7.	6.35±0.05 ^{a23}	6.25±0.05 ^{a3}	7.15±0.05 ^{a34}	6.65±0.05 ^{a23}	6.65±0.05 ^{a34}
	14.	5.85±0.05 ^{a2}	5.35±0.05 ^{a2}	6.55±0.05 ^{a23}	6.10±0.10 ^{a12}	5.65±0.05 ^{a23}
C	1.	6.55±0.05 ^{a3}	6.15±0.05 ^{ab3}	7.25±0.05 ^{a4}	6.55±0.05 ^{a3}	6.65±0.05 ^{a4}
	7.	6.15±0.05 ^{a23}	6.15±0.05 ^{ab3}	6.75±0.05 ^{a34}	6.45±0.05 ^{a23}	6.95±0.05 ^{a34}
	14.	5.80±0.10 ^{a2}	5.15±0.05 ^{ab2}	6.30±0.10 ^{a23}	6.30±0.10 ^{a12}	6.05±0.05 ^{a23}
D	1.	5.45±0.05 ^{b3}	6.15±0.05 ^{b3}	6.30±0.00 ^{b4}	6.25±0.05 ^{b3}	5.65±0.05 ^{b4}
	7.	4.25±0.05 ^{b23}	4.95±0.05 ^{b3}	5.85±0.05 ^{b34}	5.25±0.05 ^{b23}	4.45±0.05 ^{b34}
	14.	3.80±0.10 ^{b2}	3.60±0.10 ^{b2}	4.95±0.05 ^{b23}	5.05±0.05 ^{b12}	3.85±0.05 ^{b23}

*A: Kontrol, B: %1 hardal, C: %2 hardal, D: %4 hardal ilaveli köfteler

**Farklı küçük harfler hardal oranına göre, farklı rakamlar depolama süresine göre örnekler arasındaki farklılıkları göstermektedir.

***Belirtilen 21. ve 28. Günlerde köfte örneklerinin bozulmasından dolayı duyusal analizleri yapılamamıştır.

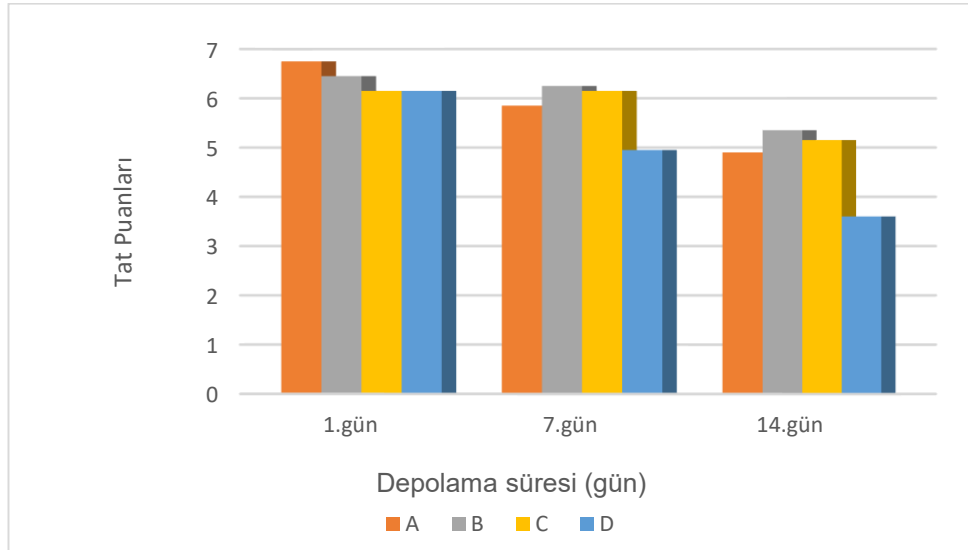
Bilek (2009), sığır eti ile yapılmış et köftelerine keten tohumu unu ilavesinin köftelerin görünüş (renk) puanlarını etkilediği bildirilmiştir. Çalışmada köftelere ilave edilen keten tohumu unu oranı arttıkça köftenin görünüş puanları azalmış olup en düşük görünüş puanının %15 keten tohumu unu ilaveli et köfte grubuna ait olduğu belirlenmiştir.

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köfte örneklerinin tat puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça köftelerin tat puanlarının düştüğü belirlenmiştir. Duyusal olarak tat açısından en az beğeniyi %4 hardal yaprağı tozu oranına sahip D grubu köfte örneklerinin aldığı tespit edilmiştir. A (kontrol) ve C grubuna ait köfte örneklerinde tat puanı açısından

istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Çalışma sonucunda tat puanındaki düşüşün lipit oksidasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çağlar (2014), hardal tohumu unu ilaveli et köftelerin tat ve aroma puanlarının düştüğünü belirlemiş olup bu düşüşün sebebinin lipit oksidasyonu sonucunda köftelerde istenmeyen bileşiklerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Bilek (2009), farklı yağ oranına (%10 ve %20) sahip sığır eti ile yapılmış et köftelere farklı oranlarda keten tohumu unu ilavesinin (%3, %6, %9, %12 ve %15) köftelerdeki lezzet (tat) puanlarını etkilediğini bildirmiştir. Çalışmada köftelere ilave edilen keten tohumu unu oranı arttıkça köftenin lezzet (tat) puanlarında azalma meydana geldiği ve bu azalmanın etteki bileşenlerin meydana getirdiği lezzetin, keten tohumu unu tarafından baskılanmasından kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Depolama süresince köftelerin tat değerinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki tat değerinde değişimi Şekil 4.15.'de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca köftelerin tat puanları düşmüş ve beğeni azalmıştır.

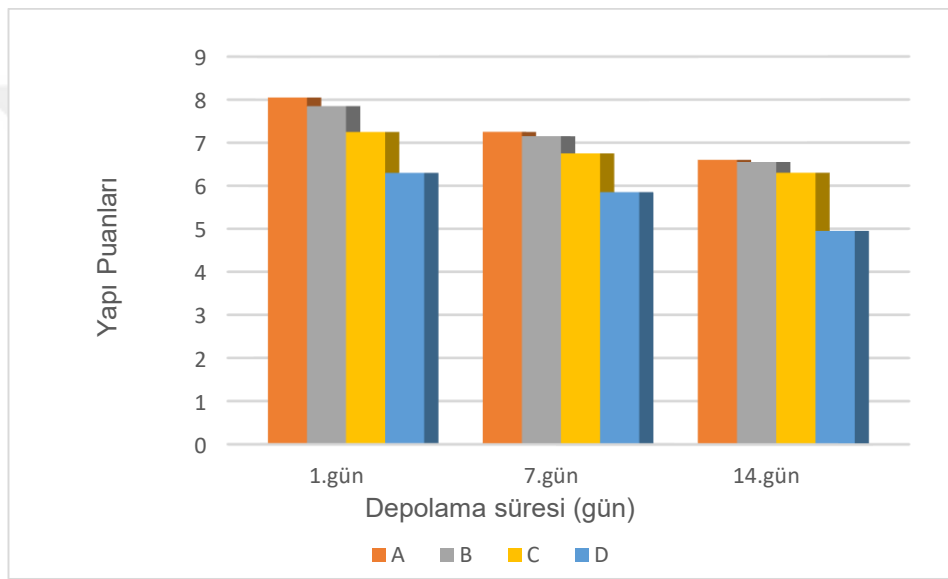


Şekil 4.15. Et köftelerin tat değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Köfte örneklerine farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin yapı (tekstür) puanlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir ($p<0.05$). Yapı

bakımından A, B ve C köfteleri arasında istatistiksel olarak fark gözlemlenmezken, en düşük yapı puanını D grubuna ait köfte örneklerinin aldığı tespit edilmiştir.

Depolama süresince köfte örneklerinin yapı puanlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.16). Depolama süresince köftelerin yapı puanları sürekli düşüş göstermiştir. Yapılan önceki çalışmalarla da paralel olarak hardal ilaveli ürünlere depolama süresi arttıkça yapı (tekstür) puanlarının azaldığı bildirilmiştir (Li, 2012; Çağlar, 2014).

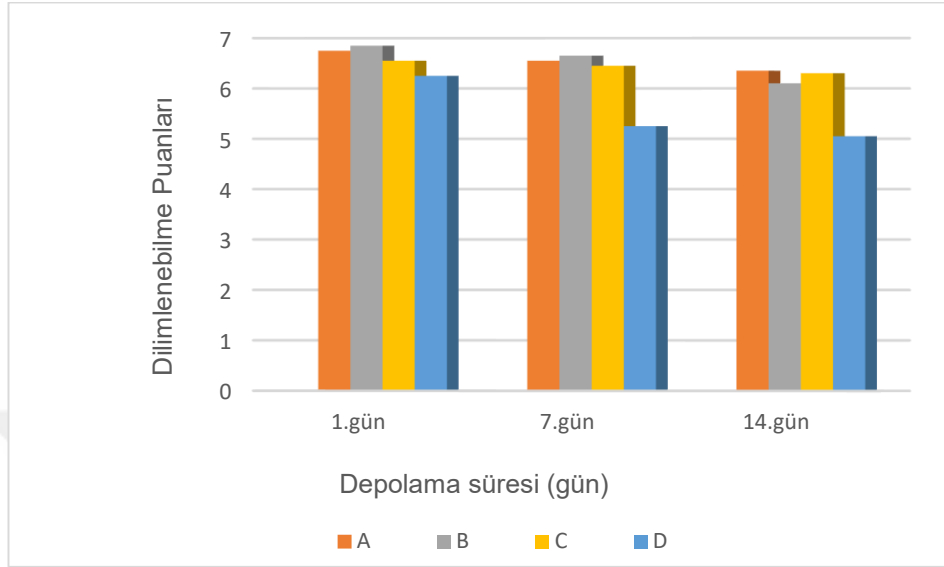


Şekil 4.16. Et köftelerin yapı değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Köfte örneklerine farklı oranlarda hardal ilavesinin köftelerde dilimlenebilme puanlarına etkisi incelendiğinde A, B ve C köfte grupları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, buna karşılık D grubundaki et köftelerin dilimlenebilme puanlarının diğer gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Panelistler en yüksek dilimlenebilme puanını 6.85 ile B grubunun 1.gün örneğine en düşük puanı ise 5.05 ile D grubunun 14.gün örneğine vermiştir.

Depolama süresinin et köftelerin dilimlenebilme puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki dilimlenebilme puanlarındaki değişim Şekil 4.17.'de gösterilmiştir. Depolama

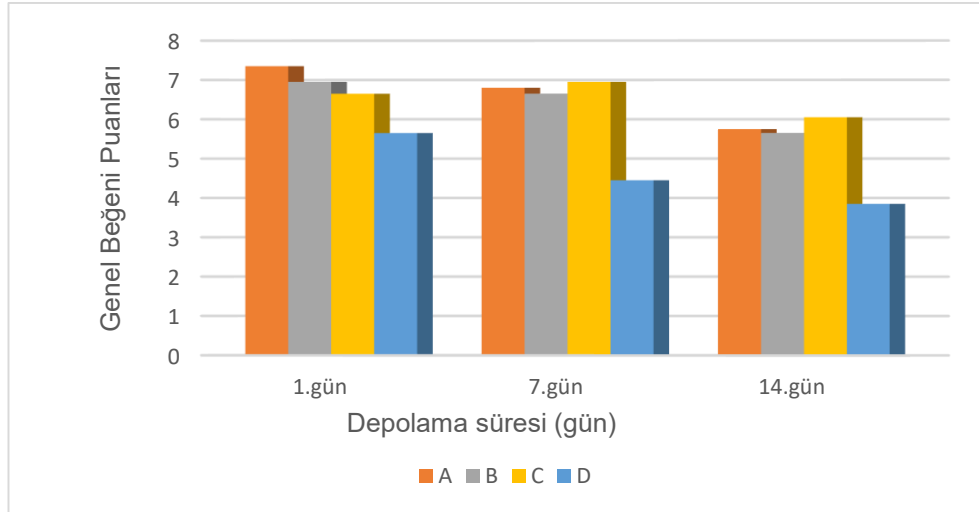
süresince köfte gruplarında dilimlenebilme puanları 1.günden 14. güne kadar her hafta düşüş göstermiştir.



Şekil 4.17. Et köftelerin dilimlenebilme değerlerinin depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin köftelerin genel beğeni puanına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça örneklerin genel beğeni puanlarının düştüğü tespit edilmiştir. Bu sonucun hardal yaprağı tozunun köftelerin renk, tat, yapı ve dilimlenebilme özelliklerinde meydana getirdiği olumsuz değişikliklerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Depolama süresince köftelerin genel beğeni puanlarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Depolama süresince köfte örneklerindeki genel beğeni puanlarındaki değişimler Şekil 4.18.'de gösterilmiştir. Depolama boyunca köftelerin genel beğeni puanları sürekli olarak düşmüştür.



Şekil 4.18. Et köftelerin genel beğeni puanlarında depolama süresince meydana gelen değişiklikler

Bilek (2009), farklı yağ oranına (%10 ve %20) sahip sığır eti ile yapılmış et köftelere farklı oranlarda keten tohumu unu ilavesinin (%3, %6, %9, %12 ve %15) köftelerdeki genel kabul edilebilirlik puanlarını etkilediği bildirilmiştir. Çalışmada köftelere ilave edilen keten tohumu unu oranı arttıkça köftenin genel kabul edilebilirlik puanlarında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma keten tohumu ununun etteki renk değişimini etkilemesinden ayrıca keten tohumu ununun köftenin et tadını maskeleymesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Çağlar ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, sarı, siyah ve kahverengi hardal tohumlarının depolama süreleri boyunca kabul edilebilirlik ve lezzet puanları azaldığını tespit etmişlerdir. Bir dizi araştırmacı bu düşüşün, depolama sırasındaki lipid oksidasyonundan ve ürünlerin tadını olumsuz yönde etkileyen bazı bileşiklerden (örn. Aldehit ve keton) kaynaklandığı bildirilmiştir (Flores ve ark., 2004). Dolayısıyla örneklerin lezzet ve kabul edilebilirlik puanlarındaki düşüşün, lipid oksidasyonunun oluşturduğu istenmeyen bileşiklerin meydana getirdiği düşünülmüştür.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı farklı oranlarda (%0, %1, %2 ve %4) hardal yaprağı tozunun et köfte üretiminde doğal koruyucu olarak kullanılma olanaklarının araştırılması ve depolama süresince köfte gruplarındaki fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerindeki değışimlerin incelenmesidir. Ayrıca bu çalışmada et ve et ürünlerinde hardal otunun kullanımının gıda sanayisi için ne kadar faydalı ve kıymetli olduğunu gündeme getirebilmek ve yapılan araştırmaları arttırabilmek amaçlanmıştır.

Laboratuvar koşullarında üretilen et köftelerin formülasyonuna %0 (A Kontrol), %1 (B), %2 (C) ve %4 (D) oranlarında hardal yaprağı tozu ilave edilerek hazırlanan köfte örnekleri 240°C'de 30 dk pişirildikten sonra +4°C'de buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde köfte örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizleri yapılmıştır.

Farklı oranlarda hardal yaprağı tozu ilavesinin et köftelerinin pH, titrasyon asitliği, TBA, L* (iç), a* (iç) ve b*(iç), L*(dış), a*(dış) ve b*(dış) değerlerine, TAMB, psikrofilik, termofilik bakteri sayılarına, renk, tat, yapı, dilimlenebilme ve genel beğeni puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$), aw değerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Depolama süresinin köftelerin et köftelerinin pH, titrasyon asitliği, TBA, ve b*(iç), değerlerine, TAMB sayılarına, renk, tat, yapı, dilimlenebilme ve genel beğeni puanlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$), aw L* (iç), a* (iç) L*(dış), a*(dış) ve b*(dış) değerine, psikrofilik ve termofilik bakteri sayılarına etkisi önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Elde edilen sonuçlar hardal yaprağı tozunun köfte üretiminde doğal bir koruyucu olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Hardal yaprağı tozu oranı arttıkça mikroorganizma sayılarının azaldığı belirlenmiştir. Ancak hardal yaprağı tozu oranı

artıkça köftelerin duysal özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiş olup, duysal değerlendirmeler köftelere %2 oranına kadar ilave edilen hardal yaprağı tozunun kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak köfte üretiminde doğal koruyucu olarak % 1-2 oranlarında hardal yaprağı tozunun kullanılması önerilebilir.



KAYNAKLAR

- AKGÜL, A., and KIVANÇ, M., 1989. Growth of *Staphylococcus aureus* İn Koefte, A Turkish Ground Meat Product, Containig Laser Trilobum Spice. Journal of Food Safety, 10(1): 11-19.
- AKGÜL, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No:15, Ankara, 451s.
- ALZOREKY, N.S., and NAKAHARA, K., 2003. Antibacterial Activity of Extracts From Some Edible Plants Commonly Consumed İn Asia. International Journal Of Food Microbiology, 80(3): 223-30.
- ANON., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed:A.K. Halkman. Başak Matbaacılık Ltd.Şti., Ankara, 358s.
- ANSORENA, D., GIMENO, O., ASTIASARÁN, I., and BELLO, J., 2001. Analysis of volatile compounds by GC-MS of a dry-fermented sausage: Chorizo de Pamplona. Food Research International, 34: 67-75.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- ARAÇ, D., 2023.Yulaf Unuyla Yapılan Köftelerde Fizikokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi ve Akrilamid Oluşumuna Etkilerinin Araştırılması.Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar, 65s.
- ARAN, N., 1998. A Microbiological Study of Kashar Cheese. Milchwissenschaft, 53(10): 565-568.
- ARGEL, N. S., RANALLÌ, N., CALÌFANO, A. N., and ANDRÉS, S. C., 2020. Influence of Partial Pork Meat Replacement by Pulse Flour on Physicochemical And Sensory Characteristics of Low-Fat Burgers. Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(10): 3932-3941.
- ARIN, B., 2009. Et Ürünlerinde Kullanılan Bazı Baharatların Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 70s.
- ARSLAN, A., 2013. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi (2. Baskı). Medipres Yayıncılık, Elazığ, 748s.
- ARSLAN, M., 2019. Üzüm Çekirdeği Tozunun Çiğ ve Pişmiş Dana Eti Köftelerde Antioksidan Kapasite ve Lipit Oksidasyonuna Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 71s.
- ARSLAN, S., 2021. Hayıt Tohumu (*Vitex Agnus-Castus L.*) Tozunun Sığır Köftelerinin Çeşitli Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisinin Araştırılması. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 64s.
- ATEŞ, G., 2014. Köftelerin Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Öğütülmüş Çörek Otunun Etkisinin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 69s.
- BASER, K.H.C., ÖZEK, T., KIRIMER, N. and G. TÜMEN, 2004. A Comparative Study of The Essential Oils of Wild and Cultivated Satureja Hortensis. Journal of Essential Oil Research L. 16(5): 422-424.

- BASMAN, A., ve KÖKSEL, H., 1999. Properties And Composition of Turkish Flat Bread (Bazlama) Supplemented With Barley Flour and Wheat Bran. *Cereal Chemistry*, 76: 506-511.
- BASMAN, A., and KÖKSEL, H., 2001. Effect of Barley Flour and Wheat Bran Supplementation on The Properties and Composition of Turkish Flat Bread, Yufka. *Eur Food Res Technol.*, 212: 198- 202.
- BEK, Y., EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metodları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 71, 395 sayfa.
- BERDAGUE, J.L., MONTEİL, P., MONTEL, M.C.and TALON, R., 1993. Effects of Starter Cultures on The Formation of Flavour Compounds in Dry Sausage. *Meat Science*, 35: 275-287.
- BİLECEN ŞEN, D., 2020.Farklı Antioksidan ve Antimikrobiyal Maddeler İçeren Yenilebilir Kaplamaların Isıl İşlem Görmüş Et Ürünlerinde Kullanım Olanakları ve Ürünlerin Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 107s.
- BİLEK, A. E., 2009. Keten Tohumu Unu Kullanılarak Fonksiyonel Gıda Niteliği Kazandırılan Sığır Eti Köftelerinin Bazı Özellikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 53s.
- BOĞA, A. ve BİNOKAY, S., 2010. Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(3): 141-154.
- CAMPBELL, B., HAN, D. Y., and TRIGGS, C. M., 2012. Brassicaceae, Nutrient Analysis and Investigation of Tolerability In People With Crohn's Disease In A New Zealand Study. *Journal of Functional Foods in Health and Disease*, 2(11): 460–486.
- COLLE MC. 2015. Effects of Dried Potato Extract on Yield, Shelf Stability, and Sensory Characteristics of Beef Patties, Chicken Frankfurters, and Beef Top Round. University of Idaho, USA.
- CUÍ, W. and ESKİN, N.A.M., 1998. Process and Properties of Mustard Products and Components. In: Mazza, G., Shi, J., Le Maguer, M. (Eds.). pp. 235-245.
- ÇAĞLAR, M. Y., 2014. Farklı Hardal Tohumlarının Köftelerin Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar, 88s.
- ÇAĞLAR, M.Y., VELİ, G., TOMAR, O., ve AKARÇA, G., 2018. Determination of The Effect of Different Ground Mustard Seeds on Quality Characteristics of Meatballs. *Korean J. Food Sci Anim. Resour*, 38(3): 530–543.
- ÇETİNER, M., ve ERSUS BİLEK, S., 2018. Bitkisel Protein Kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2): 111-126.
- ÇEVİK ÖZKIR, A., 2021. Doğal Bir Antimikrobiyel ve Antioksidan Olan Propolisin Köfte Üretiminde Kullanımı. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 81s.
- ÇİMEN, M. A., ve ÇİÇEK, Ü., 2021. Tokat İlinde Satışa Sunulan Köfte ve Dönerlerin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Serolojik Özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(2): 71-83.
- CHOE, J. H., JANG, A., LEE, E. S., CHOI, J. H., CHOI, Y.S., HAN, D. J., KİM, H. Y., LEE, M. A., SHİM, Y., and KİM, C. J., 2011. Oxidative and Color Stability of Cooked Ground Pork Containing Lotus Leaf (*Nelumbo Nucifera*) and Barley

- Leaf (*Hordeum Vulgare*) Powder During Refrigerated Storage. *Meat Science*, 87: 12-18.
- CHOI, Y. S., CHOI, J.H., KIM, H.Y, KIM, H.W., LEE, M. A., CHUNG, H. J., LEE, S. K., and KIM, C. J, 2011. Effect of Lotus (*Nelumbo nucifera*) Leaf Powder on the Quality Characteristics of Chicken Patties in Refrigerated Storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31(1): 9-18.
- COŞAR, N., 2023. Yaygın Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) Kepeği İlave Edilerek Üretilen Köftelerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 75s.
- COŞKUN, F., 2006. Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2): 27-33.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O., ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- EKİCİ, L., ÖZTÜRK, İ., SAĞDIÇ, O., ve YETİM, H., 2014. Et ve Et Ürünlerinde Baharatların Doğal Antioksidan ve Antimikrobiyel Olarak Kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(1): 66-72.
- EMİR-ÇOBAN, Ö., ve PATIR, B. 2010. Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2): 7- 19.
- ERKAN, T., 2010. Gıdalardaki Katkı Maddeleri. *Türk Pediatri Arşivi*. 45(4): 315-318.
- ERKKILA, S., VENALAINEN, M., HIELM, S., PETAJA, E., PUOLANNE, E., and MATTILA-SANDHOLM, T., 2000. Survival Of *Escherichia Coli* O157:H7 İn Dry Sausage Fermented By Probiotic Lactic Acid Bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 2101-2104.
- ERTAŞ, A.H., 1979. Ette Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar. *Gıda*, 6: 187-192.
- ESTÉVEZ, M., 2011. Protein Carbonyls İn Meat Systems: A Review. *Meat science*, 89(3): 259-279.
- FARVILI, N., WALKER, C.E., and QAROONI, J., 1995. The Effect of Protein Content of Flour and Emulsifiers on Tanoor Bread Quality. *Journal of Cereal Science*, 26: 137-143.
- FAWOLE, O. A., MAKUNGA, N. P., and OPARA, U. L. 2012. Antibacterial, Antioxidant and Tyrosinaseinhibition Activities of Pomegranate Fruit Peel Methanolic Extract. *BMC complementary and alternative medicine*, 12(1).
- FERNANDEZ-LOPEZ, J., ZHİ, N., ALESON-CARBONELL, L., PEREZ-ALVAREZ, J. and KURİ, V. 2005. Antioxidant And Antibacterial Activities Of Natural Extracts: Application İn Beef Meatballs. *Meat Science*, 69(3): 371-380.
- FLORES M, DURÁ MA, MARCO A, and TOLDRÁ F. 2004. Effect of *Debaryomyces Spp.* on Aroma Formation And Sensory Quality of Dry-Fermented Sausages. *Meat Sci* 68:439-446.
- GÖKALP, H.Y., KAYA, M., TÜLEK, Y., ve ZORBA, Ö., 1995. Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. A.Ü. Yayın No:751. Erzurum.
- GÖKMEN, M., ve ALIŞARLI, M., 2003. Van İlinde Tüketime Sunulan Kıymaların Bazı Patojen Bakteriler Yönünden İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(1): 27-34.

- GÖKALP, H Y, Kaya, M, Tülek Y ve Zorba Ö, 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği (5.Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No:70, 468, Erzurum.
- GÖNÜLALAN, Z., ve KÖSE, A., 2003. Kayseri İlinde Satışa Sunulan Sığır Kıymalarının Mikrobiyolojik Kalitesi. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi, 17 (1): 49-53.
- GRAUMANN GH, and HOLLEY RA. 2008. Inhibition of Escherichia Coli O157:H7 İn Ripening Dry Fermented Sausage by Ground Yellow Mustard. J Food Prot 71:486-493.
- GUTIERREZ, J., BOURKE, P., LONCHAMP, J., and BARRYZ RYAN, C., 2009. Impact of Plant Essential Oils on Microbiological, Organoleptic and Quality Markers of Minimally Processed Vegetables. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10: 195-202.
- GÜLEN, Ö., 2019. Bohça Köfte Üretimi ve Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 74s.
- GÜN, M., 2014. Sığır Eti Köftelerinin Bazı Fiziksel Kimyasal Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çeşitli Sütçülük Yan Ürünlerinin Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 104s.
- HAMPİKYAN, H., ve UĞUR, M., 2007. The Effect of Nisin on L. Monocytogenes İn Turkish Fermented Sausages (Sucuks). Meat Science, 76: 327–332.
- HASSANZADEH, P., TAJİK, H., ROHANI, S.M.R., MORADI, M., HASHEMI, M., and ALIAKBARLU, J., 2017. Effect of Functional Chitosan Coating And Gamma İrradiation on The Shelf-Life of Chicken Meat During Refrigerated Storage. Radiation Physics and Chemistry, 141: 103- 109.
- HUANG, S. R., HUANG, M., and FENG, B., 2012. Antioxidant Activity of Extracts Produced From Pickled and Dried Mustard (*Brassicajuncea* Coss. Var. *Foliosa* Bailey). International Journal of Food Properties, 15(2): 374–384.
- JAISWAL, S. K., PRAKASH, R., ACHARYA, R., REDDY, A. V. R., and PRAKASHA, N. T., 2012. Selenium Content İn Seed, Oil And Oil Cake of Se Hyperaccumulated *Brassica Juncea* (Indian Mustard) Cultivated in a Seleniferous Region of India. Food Chemistry, 134(1): 401–404.
- JAKOBSEN, M. and BERTELSEN, G., 2000. Colour Stability and Lipid Oxidation of Fresh Beef. Development of a Response Surface Model For Predicting the Effects of Temperature, Storage Time, and Modified Atmosphere Composition. Meat Science, 54(1): 49-57.
- JIE, M., CHEUNG, W. M., YU, V., ZHOU, Y., TONG, P. H., and JOHN, W. S., 2014. Anti-Proliferative Activities of Sinigrin on Carcinogen İnduced Hepatotoxicity İn Rats. Plos One, 9(10): 110–145.
- KAHRAMAN, E., 2021. Börülce (*Vigna Unguiculata*) Ununun Kırklareli Köftesi Üretiminde Kullanım Olanakları. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 95s.
- KANG, H. K., KANG, G. H., NA, J. C., YU, D. J., KİM, D. W., LEE, S. J., and KİM, S. H., 2008. Effects of Feeding *Rhus Verniciflua* Extract on Egg Quality And Performance of Laying Hens, Food Science of Animal Resources, 28(5): 610-615.

- KANG, S.K., SUNG, N.K., KİM, Y.D., SHİN, S.C., SEO, S., CHOİ, K.S., and PARK, S.K., 1994. Screening on Antimicrobial Activity of Leaf Mustard (*Brassica juncea*) Extract, 23(6): 1008-1013.
- KARAKUŞ ŞEREN, S., CEYHUN SEZGİN, A., ve ŞANLIER, N., 2015. Türk Mutfağında Kullanılan Et ve Etli Yemek Çeşitlerinin Yapımı ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3(3): 62-68.
- KARWOWSKA M, and DOLATOWSKI ZJ. 2013. Antioxidant Effects of Ground Mustard Seed In Model Sausage Type Product. Food Sci Technol Res 19:23-28.
- KATMER, B., 2019. Sığır Eti Köftelerinde Chia Unu Kullanımı ve Pişirme Süresinin Kalitatif Özellikler ve Akrilamid Oluşumuna Etkileri, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 70s.
- KAYA-ÇETİN, F., 2020. Performance of Some Important Agronomic Characteristics of Brassica juncea L. Genotypes under Fall Sowing at Two Locations of Ankara, Turkey. KSÜ TarımveDoğaDerg, 23 (4): 966-974.
- KILINÇÇEKER, O., ve KARAHAN, A.M., 2019. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) Ununun Tavuk Köfte Üretiminde Kullanım Olanakları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2): 862-869.
- KİM, H. Y., YOKOZAWA, T., CHO, E. J., CHEİGH, H. S., CHOİ, J. S., and CHUNG, H. Y., 2003. In Vitro and In Vivo Antioxidant Effects of Mustard Leaf (*Brassica Juncea*). Journal of Phytotherapy Research, 17(5): 465–471.
- KÖKER, Ö, 2020. Farklı Çemen Formülasyonları ile Üretilen Hamburger Köftelerin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitelerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70s.
- LACROIX, M., SAUCIER, L., CAİLLET, S., and QUSSALAH. M., 2006. Inhibitory Effects Of Selected Plant Essential Oils On Growth Of Four Pathogenic Bacteria: E. Coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus Aureus And Listeria Monocytogenes. Food Control 18(5): 414-420.
- LECLERE, V., DUFOUR, B., LOMBARD, B., GAUCHARD, F., GARIN-B., SALVAT, G., BRISABOIS, A., POUMEYROL, M., BUYSER, D., GNANOU-BESSE, N., and LAHELLEC, C., 2002. Pathogens in Milk And Milk Products Surveillance and Impact on Human Health In France. Livestock Production Service, 76: 195-202.
- LEE, B.J., Hendricks, D.G.N. and Cornforth, D.P. (1999). A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef pattie model system. Meat Science, 245-253
- LEE, J. H., VAN, N. D., and MA, J. Y., 2010. Screening Of Antiviral Medicinal Plants Against Avian İnfluenza Virus H1N1 For Food Safety. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 30(2): 345–350.
- LEE, J., 2017. Physicochemical Characteristics and Antioxidant Effects of Red Mustard (*Brassica juncea L.*) Leaf Using Different Drying Methods. The Korean Society of Community Living Science, 28(4): 515-524.
- LEE, J. J., KİM, H. A., and LEE, J. 2018. The Effects of *Brassica Juncea L.* Leaf Extract on Obesity and Lipid Profiles of Rats Fed a High-Fat/Highcholesterol Diet. Journal of Nutrition Research and Practice, 12(4): 298–306.
- LEE, M. A., HUN CHOİ, J., SANG CHOİ, Y., JEONG HAN, D., YOUN KİM, H., YEON SHİM, S., KYUNG CHUNG, H., and JEİ KİM, C., 2010. The

- Antioxidative Properties of Mustard Leaf (*Brassica Juncea*) Kimchi Extracts on Refrigerated Raw Ground Pork Meat Against Lipid Oxidation. *Meat Science*, 84(3): 498-504.
- LEE, N. K., LEE, J. H., LİM, S. M., LEE, K. A., KİM, Y. B., and CHANG, P. S., 2014. Short Communication, Antiviral Activity of Subcritical Water Extract of *Brassica Juncea* Against Influenza Virus A/H1N1 In Nonfat Milk. *Journal of Dairy Science*, 97(9): 5383–5386.
- Lİ, S., 2012. The Antimicrobial Effects of Para-Hydroxybenzyl Isothiocyanate on Escherichia Coli O157:H7 in Beaker Sausage And The Sensory Influence of Deheated Yellow Mustard on Dry-Fermented Sausage. The University of Manitoba. Master thesis.
- Lİ, Y., and MUSTAFA, A., 2004. Development Of Polymerase Chain Reaction Assay To Detect Enteric Bacteria İn Ground Beef. *Food Microbiology*, 21: 269-375.
- LİM, S. H., YOO, E. J., and CHOİ, M. R., 2000. Changes of Physiological Activity of Mustard Leaf During Its Fermentation Period. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 10(1): 43–47.
- LİN, LZ, SUN, J., CHEN, P. ve HARNLY, J., 2011. UHPLC-PDA-ESI/HRMS/Msⁿkırmızı Hardal Yeşilliklerinde (*Brassica Juncea Coss* Çeşidi) Antosiyaninler, Flavonol Glikozitler ve Hidroksisinnamik Asit Türevlerinin Analizi. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 59(22): 12059–12072.
- LLEDO, M. L., OLAİMAT, A., and HOLLEY, R.A., 2012. Inhibition of *Listeria Monocytogenes* on Bologna Sausages By An Antimicrobial Film Containing Mustard Extract or Sinigrin. *International Journal of Food Microbiology*, 156(1):25-31.
- MCMİLLİN, K.W., (2008). Where is MAP Going? A Review and Future Potential of Modified Atmosphere Packaging For Meat. *Meat Science*, 80(1): 43-65.
- MİN, B., and AHN, D., 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-A review, *Food Science and Biotechnology*. 14(1): 152-163.
- MONTEL, M. C., MASSON, F., and TALON, R., 1998. Bacterial Role İn Flavour Development. *Meat Science*, 49: 111-123.
- NEVES, R., and DA CAMARA, C. A., 2016. Chemical Composition and Acaricidal Activity of The Essential Oils From Vitex Agnus-Castus L.(Verbenaceae) And Selected Monoterpene, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 88(3).
- OSWELLA, N. J., THİPPAREDDİB, H., and PEGG, R. B., 2018. Practical Use of Natural Antioxidants İn Meat Products İn The U.S.: A review. *Meat Science*, 145: 469-479.
- ÖNEL, E., 2022. Meşe Palamut Unu Kullanımının Köftelerin Karakteristikleri Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale, 139s.
- ÖZEN, F., 2008. Bitkisel Ekstrakt Kullanımının Tekirdağ Köftesinin Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 43s.
- ÖZGÜN, D., KÜŞÜMLER, A. S. 2020. Gıda Katkı Maddelerinin Sağlık Üzerine Etkileri, *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*. 2(1): 22-26.
- ÖZMEN, E., 2019. Burdur Piyasasında Tüketime Sunulan Burdur Şiş Köftelerin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 92s.

- ÖZTÜRKCAN, A., ve ACAR, S., 2017. Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1-17.
- ÖZTÜRK, T., 2019. Kabak (*Cucurbita Pepo L.*) Çekirdeği Ununun Yağ İkamesi ve Fonksiyonel İngrediyen Olarak Köfte Üretiminde Kullanım Potansiyeli. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 69s.
- ÖZKEŞKEK, M., 2019. Yeni Anadolu Mutfağı Bağlamında Türkiye'nin Yöresel Köfteleri. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 181s.
- TİAN, Y., and DENG, F., 2020. Phytochemistry and Biological Activity of Mustard (*Brassica juncea*): a Review. *Journal of Food*. 18(1): 704-718.
- TAINTER, D.R. and GRENİS, A.T. (1993). Spices and Seasonings: A Food Technology Handbook. (pp. 95-98). New York, N.Y: VCH Publishers, Inc.
- PARK, S. Y., JANG, H. L., LEE, J. H., CHOİ, Y., KİM, H., HWANG, J., SEO, D., KİM, S., and NAM, J. S. 2017. Changes In The Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Mustard Leaf (*Brassica Juncea*) Kimchi Extracts During Different Fermentation Periods. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 26 (1): 105–112.
- PRADO, M. E. A., QUEİROZ, V. A. V., DA VEİGA CORREİA, V. T., NEVES, E. O., RONCHETİ, E. F. S., GONÇALVES, A. C. A., MENEZES C. B., and OLİVEİRA, F. C. E., 2019. Physicochemical and Sensorial Characteristics of Beef Burgers With Added Tannin and Tannin-free Whole Sorghum Flours as isolated Soy Protein Replacer, *Meat Science*, 150:93-100.
- QAROONİ, J., POSNER; E.S., and PONTE, Jr.J.G., 1993. Production of Tanoor Bread with Hard White and Other U.S. Wheats. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 26: 100-106.
- RİBEİRO, J. S., SANTOS, M. J. M. C., SİLVA, L. K. R., PEREİRA, L. C. L., SANTOS, I. A., DA SİLVA LANNES, S. C., and DA SİLVA, M. V., 2019. Natural Antioxidants Used In Meat Products: A Brief Review. *Meat Science*, 148: 181-188.
- ROJAS MC, and BREWER MS. 2007. Effect of Natural Antioxidants on Oxidative Stability of Cooked, Refrigerated Beef and Pork. *J Food Sci* 72:282-288.
- ROURA, S.I., VALLE, C.E., PONCE, A.G. and M.R. MOREİRA, 2005. Inhibitor Parameters Of Essential Oils To Reduce a Food Born Pathogen. *Food Science and Technology*, 38(5): 565-570.
- SÁNCHEZ-ZAPATA, E., MUÑOZ, C. M., FUENTES, E., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., SENDRA, E., SAYAS, E., PÉREZ-ALVAREZ, J. A., 2010. Effect of Tiger Nut Fibre on Quality Characteristics of Pork Burger. *Meat Science*, 85(1): 70-76.
- SARIKUŞ, G., and SEYDİM, A.C., 2006. Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated With Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*, 39(5): 639-644.
- SEFALI, A., 2019. Türkiye'de Bulunan Brassica Türlerinin Biyolojisi ve Ekonomik Önemi. Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı yayını, 39s.

- SELVİ, T. A., JOSEPH, G. S., and JAYAPRAKASHA, G. K., 2003. Inhibition Of Growth And Aflotoxin Production İn Aspergillus Flavus By Garcinia İndica Extract and İts Antioxidant Activity. Food Microbiology, 20(4): 455-460.
- SERDAROĞLU, M. 2003. Et Teknolojisi Ders Notları. Ege Üniversitesi.
- SHEN Q, WANG M, TIAN J, HU L, REN S, CHEN J, YE X, and LIU D. 2018. Effects of Chinese Pickled and Dried Mustard on Nutritional Quality, Sensory Quality, and Shelf Life of Steamed Pork Belly. Food Sci Nutr 1-10.
- SHOKRY, A. M., 2016. The Usage of Quinoa Flour As a Potential İngredient İn Production of Meat Burger With Functional Properties. Middle East Journal of Applied Sciences, 6(4): 1128-1137.
- SOYER, A., ERTAŞ, A.H., ve ÜZÜMCÜOĞLU, U., 2005. Effect of Processing Conditions on The Quality of Naturally Fermented Turkish Sausages (Sucuks). Meat Science, 69: 135-141.
- TAİNTER, D. R., and GRENİS, A. T., 1993. Spices and Seasonings: a Food Technology Handbook. (pp. 95-98). New York, N.Y: VCH Publishers, Inc.
- THAKUR, A. K., CHATTERJEE, S. S., and KUMAR, V., 2014. Antidepressantlike Effects Of Brassica Juncea L. Leaves İn Diabetic Rodents. Indian Journal of Experimental Biology, 52(6): 613–622.
- TIAN, M., and DENG, V. S., 2020. Hardalın Fitokimyası ve Biyolojik Aktivitesi (*Brassica juncea*): Bir İnceleme. Gıda Dergisi, 18(1): 704-718.
- TONBAK, F., YALÇIN, M. H., ve DEMİR, P., 2021. Et ve Et Ürünleri Harcında Kullanılan Bazı Bitkisel Ürünlerin Histolojik Yapıları. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14(2): 136-141.
- TSE, 2007. Köfte-Pişmemiş (TS 10581). Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TURP, G. Y., REÇBER, B., and GENÇOĞLU, K., 2016. Köfte Üretiminde Hardal, Çörek Otu ve Kişniş Tohum Unları Kullanımının Depolama Süresince Bazı Ürün Özellikleri Üzerine Etkileri. Akademik Gıda, 14(3): 247-255.
- TÜRK GIDA KODEKSİ, 2019. Et, Hazırlanmış Et karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52).
- ÜNER, Y., AKSU, H. ve ERGÜN, Ö., 2000. Baharatın Çeşitli Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 26(1):1-10.
- ÜNAY, E., KAYAÇETİN, F., ÖZDEMİR, P., TUNÇ, A. E., YILDIRIM ŞENYER, G., ve ERİŞEK, A., 2019. Türkiye'nin Farklı Lokasyonlarında Sonbaharda ve İlkbaharda Yetiştirilen Hardal (*Brassica juncea*)' ın Soğuk Pres Yöntemiyle Elde Edilen Küspesinin Ruminant Beslemesi Açısından Değerlendirilmesi. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg, 59(1):14-18.
- ÜNLÜTÜRK, A., ve TURANTAŞ, F., 1999. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi, İzmir.
- YEŞİLYURT, H., 2020. İncir (*Ficus Carica L.*) Kabuğu Ununun Yağ İkamesi ve Fonksiyonelleştirici Olarak Köfte Üretiminde Kullanım Potansiyeli. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 62s.
- YILDIRIM, T. Ş., 2010. Terapötik Etkili Bazı Gıdalar ve Kullanım Alanları. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 60s.

- YILDIRIM, G., ve ÇİÇEK, Ü., 2021. Kişniş ve Sarımsak Oleoresini ile Marine Edilmiş Tavuk Etkilerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri. GAZİOSMANPAŞA Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD). 10(3): 154-164.
- YILDIZ, A., KARACA, T., ÇAKMAK, Ö., YÖRÜK, M., ve BAŞKAYA, R., 2004. İstanbul'da Tüketime Sunulan Köftelerin Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15 (1-2): 53-57.
- YOKOZAWA, T., KİM, H. Y., CHO, E. J., YAMABE, N., ve CHOİ, J. S. 2003. Protective Effects Of Mustard Leaf (Brassica Jirncea) Against Diabetic Oxidative Stress. Ournal of Nutritional Science and Vitaminology, 49(2): 87–93.
- YÜCEL, P., 2010. Kıymada Işnlama ve Baharat İlavesinin *Escherichia Coli* ve *Staphylococcus Aureus* Üzerindeki Hasar Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 91s.
- YÜNCÜ, Ö., KAVUŞAN, H. S., and SERDAROĞLU, M., 2021. Effects of Using Chia (*Salvia Hispanica L.*) Mucilage and Different Cooking Procedures on Quality Parameters of Beef Patties. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 854(1): 012107.