

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HİNDİ KANADINA İNOKÜLE EDİLEN *Salmonella* Typhimurium
ÜZERİNE KOZALAK SİRKEİ İÇEREN HARDAL SOSUNUN
DEPOLAMA BOYUNCA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Melike COŞKUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNERLİK GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Halil YALÇIN

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 1070-YL-25 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR-2026

KABUL ve ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Melike COŞKUN tarafından **Prof. Dr. Halil YALÇIN** yönetiminde hazırlanan “**Hindi Kanadına İnoküle Edilen *Salmonella* Typhimurium Üzerine Kozalak Sirkesi İçeren Hardal Sosunun Depolama Boyunca Etkisinin Araştırılması**” başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Sınavı Tarihi 26/03/2026

Prof. Dr. Fulya TAŞÇI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Başkan

Prof. Dr. Halil YALÇIN
Burdur Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi
Anabilim Dalı

Jüri

Doç. Dr. Azim ŞİMŞEK
Isparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi Eğirdir Meslek
Yüksekokulu Gıda Kalite Kontrolü
ve Analizi Anabilim Dalı

Jüri

ONAY

Bu tez, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu ... / ... / Tarih ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ramazan ADANIR

Müdür

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez süresince bilgi, deneyim ve değerli katkılarıyla yol gösteren, her aşamada desteğini esirgemeyen yol göstericiliği, sabrı ile akademik yolculuğuma ışık olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halil YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında verdiği destekten dolayı Sayın Doç. Dr. Ali SOYUÇOK'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam ve laboratuvar çalışmaları süresince katkı sağlayan, görüş ve önerileriyle çalışmama değer katan kıymetli çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Zübeyde POLAT, Uzm. Dyt. Şevval Öykü ÖZSOY ve Melahat DEVECİ'ye de teşekkür ederim. Tez çalışmam süresince her zaman yanımda olan, sabrı, anlayışı ve desteğiyle bu süreci daha kolay ve anlamlı hale getiren sevgili eşim Recep COŞKUN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Varlıkları ve verdikleri destek, bu çalışmayı tamamlayabilmemde en büyük motivasyon kaynaklarımdan biri olan canım ailem annem Kübra TÖNGÜŞLÜ, babam Turgut TÖNGÜŞLÜ, biricik kardeşlerim Melis, Merve ve Mehmet TÖNGÜŞLÜ'ye teşekkür ederim. Ayrıca bu araştırmayı 1070-YL-25 proje numarası ile destekleyen Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

ETİK BEYAN

“Hindi Kanadına İnoküle Edilen *Salmonella Typhimurium* Üzerine Kozalak Sirkesi İçeren Hardal Sosunun Depolama Boyunca Etkisinin Araştırılması” başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Halil YALÇIN danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Melike COŞKUN

Tarih: 26.03.2026

İmza:

(Faint watermark text: YALÇIN AKIF ERSOY)

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	i
KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vii
TABLOLAR	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kanath-Hindi Eti	3
2.2. <i>Salmonella</i> Typhimurium'un Özellikleri ve Gıdalardaki Önemi	7
2.3. Soslar ve Sosların Gıdalarda Kullanımı	10
2.4. Hardal ve Hardal Soslarının Antimikrobiyal Özellikleri	11
2.5. Kozalak Sirkesi ve Antimikrobiyal Özellikleri	13
2.6. Vakumlu ve Vakumsuz Paketleme	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM	18
3.1. Gereç	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Kozalak Sirkesinin Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) Değerinin Belirlenmesi	18
3.2.2. Hardal Sos Elde Edilişi	19
3.2.3. Kozalak Sirkeli Hardal Sosun Kullanıldığı Grupların Hazırlanması	20
3.2.4. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarının Oluşturulması	21
3.2.5. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarında Yapılan Analizler	22
3.2.5.1. pH Analizi	22
3.2.5.2. Su Aktivitesi (a_w) Analizi	23
3.2.5.3. Renk Analizi	23
3.2.5.4. Toplam Koliform Bakteri Analizi	23
3.2.5.5. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Analizi	24
3.2.5.6. Toplam Psikrofil Bakteri Analizi	24
3.2.5.7. Maya-Küf Analizi	24
3.2.5.8. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi	25
3.2.5.9. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarının Oluşturulması	25
3.2.5.10. Deneme Gruplarının Kontaminasyonu	27
3.2.6. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarında Yapılan Analizler	27
3.2.6.1. pH Analizi	27
3.2.6.2. <i>Salmonella</i> Typhimurium Sayımı	28

3.2.7. İstatistiksel Analizler	28
4. BULGULAR	29
4.1. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarının Sonuçları	29
4.1.1. pH Analizi Sonuçları	29
4.1.2. Su Aktivitesi (a_w) Analizi Sonuçları	30
4.1.3. Renk Analizi Sonuçları	32
4.1.3.1. Renk Analizi L^* Değeri Sonuçları	32
4.1.3.2. Renk Analizi a^* Değeri Sonuçları	34
4.1.3.3. Renk Analizi b^* Değeri Sonuçları	35
4.1.4. Toplam Koliform Bakteri Analizi Sonuçları	36
4.1.5. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Analiz Sonuçları	39
4.1.6. Toplam Psikrofil Bakteri Analiz Sonuçları	41
4.1.7. Maya-Küf Analiz Sonuçları	42
4.1.8. Tiyoarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi	44
4.2. <i>Salmonella</i> Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarının Sonuçları	45
4.2.1. pH Analizi Sonuçları	45
4.2.2. <i>Salmonella</i> Typhimurium Sayım Sonuçları	50
5. TARTIŞMA	57
5.1. pH Analizi	57
5.2. Su Aktivitesi (a_w)	59
5.3. Renk Analizi	60
5.4. Tiyoarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS)	63
5.5. Toplam Koliform Bakteri	64
5.6. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	65
5.7. Toplam Psikrofil Bakteri	66
5.8. Maya-Küf Analizi	67
5.9. <i>Salmonella</i> Typhimurium	68
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR	73

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Hindi eti üretim akış şeması	3
Şekil 2.2.	XLD agarda <i>Salmonella</i> koloni görünümü	8
Şekil 2.3.	Bazı sos örneklerinin görselleri	10
Şekil 2.4.	Hardal sos kıvam görünümü	12
Şekil 2.5.	Hardal tohumu görseli	13
Şekil 2.6.	Kozalak sirkesi	15
Şekil 3.1.	Hardal sos karışımı	20
Şekil 4.1.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları grafiği	39



TABLÖLAR

Tablo 3.1.	Kozalak sirkesinin <i>Salmonella</i> Typhimurium üzerindeki MİK ve MBK değerleri (%)	19
Tablo 3.2.	Hardal sosunda kullanılan maddelerin oranları	20
Tablo 3.3.	Hardal sos ve kozalak sirke ilaveli vakumsuz paketlenen hindi kanadı çalışma grupları	21
Tablo 3.4.	Hardal sos ve kozalak sirke ilaveli vakumlu paketlenen hindi kanadı çalışma grupları	22
Tablo 3.5.	<i>Salmonella</i> Typhimurium ile kontamine edilen vakumsuz paketlenen hindi kanadı çalışma grupları	26
Tablo 3.6.	<i>Salmonella</i> Typhimurium ile kontamine edilen vakumlu paketlenen hindi kanadı çalışma grupları	26
Tablo 4.1.	Vakum paketli çalışma gruplarının pH değerleri	29
Tablo 4.2.	Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının pH değerleri	30
Tablo 4.3.	Vakum paketli çalışma gruplarının a_w değerleri	31
Tablo 4.4.	Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının a_w değerleri	31
Tablo 4.5.	Vakum paketli çalışma gruplarının L^* değerleri	32
Tablo 4.6.	Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının L^* değerleri	33
Tablo 4.7.	Vakum paketli çalışma gruplarının a^* değerleri	34
Tablo 4.8.	Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının a^* değerleri	35
Tablo 4.9.	Vakum paketli çalışma gruplarının b^* değerleri	35
Tablo 4.10.	Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının b^* değerleri	36
Tablo 4.11.	Vakum paketli araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	37
Tablo 4.12.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	38
Tablo 4.13.	Vakum paketli araştırma gruplarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	39
Tablo 4.14.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	40
Tablo 4.15.	Vakum paketli araştırma gruplarının toplam psikrofil bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	41
Tablo 4.16.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam psikrofil bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	42
Tablo 4.17.	Vakum paketli araştırma gruplarının maya-küf sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	43
Tablo 4.18.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının maya-küf sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	43
Tablo 4.19.	Vakum paketli araştırma gruplarının TBARS analizi sonuçları ($\mu\text{mol/kg}$)	44
Tablo 4.20.	Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının TBARS analizi sonuçları ($\mu\text{mol/kg}$)	45
Tablo 4.21.	<i>Salmonella</i> Typhimurium ile kontamine edilen vakum paketli araştırma gruplarının pH değerleri	47
Tablo 4.22.	<i>Salmonella</i> Typhimurium ile kontamine edilen vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının pH değerleri	49

Tablo 4.23.	Vakum paketli araştırma grupların <i>Salmonella</i> Typhimurium sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	52
Tablo 4.24.	Vakumsuz paketlenen araştırma grupların <i>Salmonella</i> Typhimurium sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)	54



SİMGELER ve KISALTMALAR

ATCC	American Type Culture Collection
EDTA	Etilendiamintetraasetik Asit
FTS	Fizyolojik Tuzlu Su
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)
g	Gram
İB	İnhibisyon Bölgeleri
kg	Kilogram
KOB	Koloni Oluşturan Birim
LAB	Laktik Asit Bakterileri
µg	Mikrogram
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MBK	Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MİK	Minimum İnhibitör Konsantrasyonu
ppm	Parts Per Million (Milyonda Bir Birim)
PCA	Plate Count Agar
pH	Potansiyel Hidrojen
PDA	Potato Dextrose Agar
Eh	Redoks Potansiyeli
rpm	Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
°C	Santigrat Derece
a_w	Su Aktivitesi
TBA	Tiyobarbitürik Asit
TBARS	Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TCA	Trikloroasetik Asit
TGK	Türk Gıda Kodeksi
%	Yüzde
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
XLD	Xylose Lysine Deoxycholate Agar

ÖZET

Hindi Kanadına İnoküle Edilen *Salmonella* Typhimurium Üzerine Kozalak Sirkesi İçeren Hardal Sosunun Depolama Boyunca Etkisinin Araştırılması

Bu çalışmada, kozalak sirkesi ve hardal içeren marinasyon uygulamalarının, vakumlu ve vakumsuz ambalajlama koşullarında depolanan çiğ hindi kanatlarının fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve oksidatif kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca belirtilen materyalde kullanılan maddelerin *Salmonella* Typhimurium inhibisyonuna katkısı incelenmiştir. Araştırmada; çiğ hindi kanat (kontrol), çiğ hindi kanat + kozalak sirkesi, çiğ hindi kanat + hardal sos, çiğ hindi kanat + hardal sos + kozalak sirkesi (%3,125; doz 1), çiğ hindi kanat + hardal sos + kozalak sirkesi (%6,25; doz 2) ve çiğ hindi kanat + hardal sos + kozalak sirkesi (%12,5; doz 3) olmak üzere altı farklı grup oluşturulmuştur. Örneklerde renk, su aktivitesi, pH, toplam koliform bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofil bakteri, maya-küf, TBARS ve *Salmonella* Typhimurium analizleri yapılmıştır. *S. Typhimurium* için minimum inhibitör konsantrasyon %6,25 olarak belirlenmiştir. Marinasyon işlemi sonrası örnekler 4 °C'de 14 gün boyunca vakumlu ve vakumsuz koşullarda depolanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre marinasyon uygulamaları pH değerlerini düşürmüş ve mikrobiyal gelişimi baskılamıştır. Vakumlu ambalajlanan örneklerde depolama başlangıcında en yüksek pH değeri KVR1(Çiğ Hindi Kanat + *S. Typhimurium* + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)) grubunda (6,67) belirlenirken, depolama sonunda en düşük pH değeri KVR2(Çiğ Hindi Kanat + *S. Typhimurium* + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %6,25)) grubunda (5,71) tespit edilmiştir. Vakumsuz ambalajlanan örneklerde ise başlangıçta en yüksek pH KM1(Çiğ Hindi Kanat + *S. Typhimurium* + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)) grubunda (6,67), 7. günde en düşük pH değeri KM2 (Çiğ Hindi Kanat + *S. Typhimurium* + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %6,25)) grubunda (6,54) belirlenmiştir. Depolama süresince vakumlu gruplarda TBARS değerlerinin genel olarak arttığı, ancak kozalak sirkesi içeren gruplarda bu artışın daha sınırlı kaldığı görülmüştür. VR3(Vakumlu-Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 3; %12,5)) grubu, 7. günde 4,47 µmol/kg TBARS değeri ile lipid oksidasyonunun kontrolü açısından en etkili grup olmuştur. *S. Typhimurium* ile inoküle edilen örneklerde, KM3(Çiğ Hindi Kanat + *S. Typhimurium* + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %12,5) grubunda patojen gelişiminin 1,15 log azaldığı ve bu etkinin vakumsuz ambalajlama koşullarında daha uzun süre korunduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, %12,5 kozalak sirkesi içeren hardal sos kombinasyonunun özellikle oksijen varlığında *S. Typhimurium* kontrolünde daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hardal sos, Hindi kanat, Kozalak sirkesi, *Salmonella* typhimurium

ABSTRACT

Investigation of the Effect of Mustard Sauce Containing Pine Cone Vinegar on *Salmonella* Typhimurium Inoculated into Turkey Wings During Storage

This study aimed to determine the effects of marination treatments containing pine cone vinegar and mustard on the physicochemical, microbiological, and oxidative quality characteristics of raw turkey wings stored under vacuum and non-vacuum packaging conditions. Additionally, the contribution of the substances used in the specified materials to *Salmonella* Typhimurium inhibition was investigated. Six different groups were created in the study: raw turkey wings (control), raw turkey wings + pine cone vinegar, raw turkey wings + mustard sauce, raw turkey wings + mustard sauce + pine cone vinegar (3,125%; dose 1), raw turkey wings + mustard sauce + pine cone vinegar (6,25%; dose 2), and raw turkey wings + mustard sauce + pine cone vinegar (12,5%; dose 3). Color, water activity, pH, total coliform bacteria, total aerobic mesophilic bacteria, total psychophilic bacteria, yeast-mold, TBARS, and *Salmonella* Typhimurium analyses were performed on the samples. The minimum inhibitory concentration for *S. Typhimurium* was determined to be 6,25%. After the marination process, samples were stored at 4 °C for 14 days under vacuum and non-vacuum conditions. According to the research results, marination treatments lowered pH values and suppressed microbial growth. In vacuum-packaged samples, the highest pH value at the beginning of storage was determined in the KVR1 (Raw Turkey Wing + *S. Typhimurium* + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 1; 3,125%) group (6,67), while the lowest pH value at the end of storage was determined in the KVR2 (Raw Turkey Wing + *S. Typhimurium* + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 1; 6,25%) group (5,71). In samples packaged without vacuum, the highest initial pH was determined in the KM1 (Raw Turkey Wing + *S. Typhimurium* + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 1; 3,125%) group (6,67), while the lowest pH value on day 7 was determined in the KM2 (Raw Turkey Wing + *S. Typhimurium* + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 1; 6,25%) group (6,54). It was observed that TBARS values generally increased in the vacuum-packaged groups during storage, but this increase was more limited in the groups containing pine cone vinegar. The VR3 (Vacuum-packaged Raw Turkey Wing + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 3; 12,5%) group was the most effective group in terms of controlling lipid oxidation, with a TBARS value of 4,47 µmol/kg on day 7. In samples inoculated with *S. Typhimurium*, it was determined that pathogen growth decreased by 1.15 log in the KM3 (Raw Turkey Wing + *S. Typhimurium* + Mustard Sauce (Pine Cone Vinegar Dose 1; 12,5%) group, and this effect was maintained for a longer period under vacuum-free packaging conditions. In conclusion, it was shown that the mustard sauce combination containing 12,5% pine cone vinegar is more effective in controlling *S. Typhimurium*, especially in the presence of oxygen.

Keywords: Mustard sauce, Pine cone vinegar, *Salmonella* typhimurium, Turkey wings

1. GİRİŞ

Türkiye ekonomisi ve bireylerin yeterli beslenmesi için gıda endüstrisi büyük bir önem taşıırken, gıda güvenliği de sektörün sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. Artan nüfus, küresel ısınma, çevre kirliliği ve iklim değişiklikleri gibi etkenler, yeterli ve güvenli gıdaya erişimini her geçen gün zorlaştırmaktadır (Eroğlu ve Çakıcı, 2024). Güvenli gıda tanımı; insan, hayvan ve çevre sağlığını tehlikeye atmayan, yabancı maddelerden temizlenmiş, toksin içermeyen, hijyenik koşullarda üretilmiş ve tüketim sürecine kadar bozulmadan korunmuş sağlıklı ürün olarak tanımlanır. Birleşmiş Milletler Gıda Zirvesi'nde herkesin gıdaya ulaşması bir "insan hakkı" olarak tanımlanmaktadır. Gıda hakkı; dünyada yaşayan tüm insanların yaşadığı coğrafyaya, cinsine, ırkına, yaşına bakılmaksızın sürekli biçimde yeterli gıdaya uygun bedellerle ulaşma hakkı olarak tanımlanmaktadır (Ataman ve Evren, 2020).

Gıda güvenliği, tarladan sofraya kadar gıdalarda oluşabilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik zararları önlemeye yönelik tüm önlemleri kapsayan bir kavramdır (Ceyhun Sezgin, 2020). Dünya Sağlık Örgütü'ne (World Health Organization, WHO) göre, her yıl dünya genelinde yaklaşık 600 milyon kişi (yaklaşık her on kişiden biri) kontamine gıdaların tüketimi nedeniyle hastalanmakta ve bu durum 420 bin kişinin hayatını kaybetmesine yol açmaktadır. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, insan sağlığını tehdit eden güvensiz gıdaların tüketimi, işgücü kaybı ve medikal harcamalar nedeniyle her yıl 110 milyar ABD doları ekonomik zarara neden olmakta, ayrıca turizm ve ticari faaliyetlerin sektöre uğraması sonucu sosyoekonomik gelişimi de olumsuz etkilemektedir (WHO, 2024a).

Gıda kaynaklı hastalıkların temel sebepleri, genellikle gıdaların üretim, işleme, taşıma ve depolama süreçlerinde meydana gelen kontaminasyonlardır. Gıda güvenliğini tehdit ederek hastalıklara neden olan bu kontaminasyonlar mikrobiyal (virüsler, bakteriler, parazitler), kimyasal (toksinler, ağır metaller, pestisit kalıntıları) veya fiziksel (balık kılçığı, metal ya da cam parçaları gibi) kaynaklı olabilmektedir (WHO, 2024b).

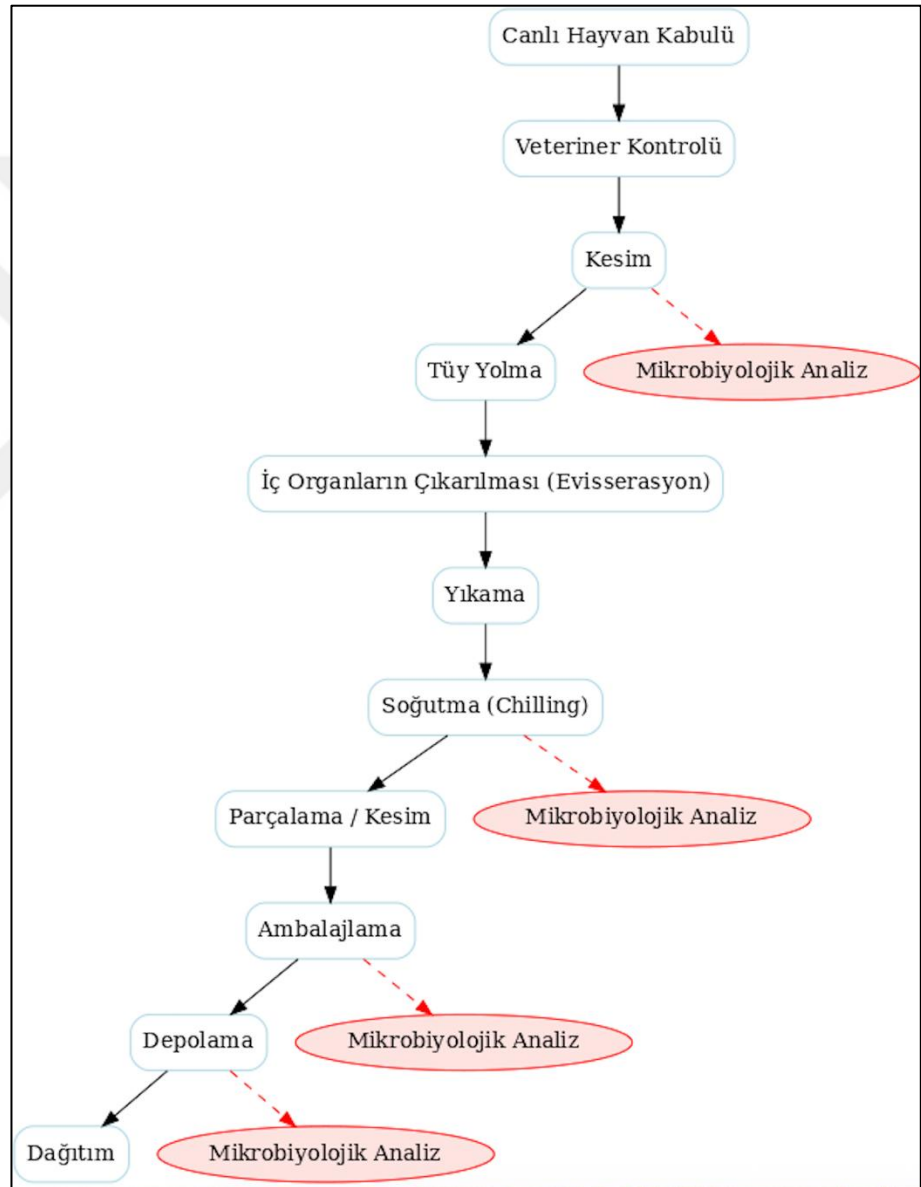
Gıda bozulması, biyolojik, kimyasal ve fiziksel faktörlerden kaynaklansa da, bozulmaların en yaygın nedeni mikroorganizmaların ortamda çoğalmasıdır. Bazı mikrobiyal süreçler yalnızca gıdaların bozulmasına yol açarken, patojen özellik taşıyan bakterilerin varlığı ve aktif hale gelmesi durumunda hem gıda bozulmaları meydana gelir hem de bu gıdaları tüketen bireylerde gıda zehirlenmeleri oluşabilmektedir (Diao ve ark., 2018).

Gıda kaynaklı hastalıklar günümüzde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için ciddi bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Küresel ölçekte önemli sağlık problemlerine yol açmasının yanı sıra ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. *Salmonella* spp., dünya genelinde en yaygın gıda kaynaklı patojenlerden biri olup, bulaşıcı gastroenteritin başlıca etkenlerinden biridir. Vakaların büyük bir kısmı, özellikle yumurta ve çiğ tavuk gibi kümes hayvanı ürünleri başta olmak üzere, hayvansal kökenli gıdaların tüketimiyle ilişkilendirilmektedir (Eroğlu, 2024).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kanatlı-Hindi Eti

Kanatlı etleri, yüksek besin değerine sahip olmaları, ekonomik açıdan ulaşılabilir bulunmaları ve pratik şekilde hazırlanabilmeleri ile öne çıkmaktadır (Uslu ve Ayaz, 2018). Şekil 2.1’de hindi eti üretimine ait örnek akış şeması verilmiştir.



Şekil 2.1. Hindi eti üretim akış şeması

Kanatlı eti düşük yağ oranı, yüksek protein içeriği, taşıdığı vitamin ve mineral maddeler ile sağlıklı ve dengeli beslenmede oldukça önemli bir gıda maddesidir. Kanatlı eti başta tavuk olmak üzere hindi, kaz, ördek gibi hayvanların kas doku, bağ doku, deri ve yenilebilir iç organlarından oluşmaktadır (Yücesoy ve Kaya, 2022).

Dünyada 2022 yılı itibarıyla kanatlı hayvan sayısı 28 milyar adet olup bunun %93,8'ini tavuk, %4,0'ünü ördek, %1,3'ünü hindi, %0,9'unu kaz ve Beç tavuğu oluşturmaktadır. Dünya kanatlı eti üretimi 2022 yılında bir önceki yıla göre %2,1 artarak 139 milyon tona yükselmiştir. Bu üretimin %88,8'ini tavuk eti, %4,4'ünü ördek eti, %3,7'sini hindi eti ile %3,2'sini kaz ve Beç tavuğu oluşturmaktadır. Türkiye'de ise 2023 yılında kümes hayvanlarının sayısı 374 milyon adet olup, bunun en büyük bölümünü %98,6 ile tavuk oluşturmaktadır. Hindi %0,9, kaz %0,4 ve ördek ile Beç tavuğu %0,1 paya sahip olan diğer kümes hayvanlarıdır (Gülaç, 2024).

Kanatlı etlerinin besin içeriği yaşa, cinsiyete, türe ve çeşitli özelliklere göre değişiklik gösterebilmektedir. Besin içeriği açısından en önemli kanatlı etlerinden olan hindi etinin nem oranı %69,8 ile %74,5 arasında, protein içeriği %18,9 ile %23,5 arasında, yağ içeriği %1,6 ile %8,8 arasında ve kül içeriği %0,86 ile %1,0 arasında değişiklik göstermektedir. Vitaminler ve mineral maddeler bakımından iyi bir kaynak olan hindi eti, tavuk etine oranla daha düşük enerji düzeyine sahiptir (115-160 kcal/100g). Hindi etinin aynı zamanda çoklu doymamış yağ asidi oranı da yüksektir (Aksu ve Kaya, 2005).

Hindi eti, vücut için gerekli olan amino asitleri yeterli ve dengeli şekilde içermesinin yanı sıra, B vitaminleri bakımından da zengin bir besin kaynağıdır. İçeriğinde lizin, fenilalanin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, metiyonin ve tirozin gibi amino asitler yüksek miktarda bulunmaktadır. Ayrıca, kırmızı ete kıyasla daha düşük yağ oranına ve kas içi yağ miktarına sahiptir. Yüksek protein içeriği ve düşük kolesterol seviyesi sayesinde sağlıklı beslenme açısından tercih edilmektedir (Ünal ve ark., 2024).

Kanatlı etindeki mikrobiyal kalitenin, hem gıda güvenliği hem de raf ömrü açısından kritik bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu etlerde gelişen mikroorganizmaların

bir kısmı patojen olmamakla birlikte, bazıları bozulmaya yol açmaktadır. Kanatlı etinin tüketimiyle ilişkili sağlık sorunları genellikle, ya kontamine ürünlerin tüketilmesiyle ortaya çıkan enfeksiyonlardan ya da bakterilerin ürettiği toksinlerin alınmasıyla oluşan zehirlenmelerden kaynaklanmaktadır (Sharif ve Al-Malki, 2010). Kanatlı etinin mikrobiyal kalitesi; kesim öncesinde yemin geri çekilme süresi, nakliye koşulları, canlı hayvan kaynaklı kontaminasyon, işleme yöntemlerinin etkinliği, sıcaklık kontrolü ve tesisin hijyen standartlarına bağlıdır. Kanatlı karkasındaki bakteriyel yük, tesisin farklı işleme aşamalarında artabilir veya azalabilir. Ekipmanlarda biriken bakteriler, hava veya insan teması yoluyla çapraz kontaminasyona neden olarak tesise yayılabilir. Bu nedenle, üretim sürecinin farklı aşamalarında mikroflorayı etkileyen faktörleri ve antimikrobiyal müdahalelerin en uygun noktalarını belirlemek büyük önem taşımaktadır. İşleme sırasında hijyen kurallarına uyulması, tavuk ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini sağlamak açısından kritik rol oynar. Tesisin düzenli ve etkili temizlikle toz, kir ve kanatlı kaynaklı kirleticilerden arındırılması gerekmektedir (Demirok ve ark., 2013).

Kanatlı etinde sıklıkla karşılaşılan mikroorganizmalar arasında *Campylobacter*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Acinetobacter* ve *Staphylococcus* türlerinin bulunduğu bilinmektedir. Özellikle *Salmonella* ve *Campylobacter* türleri, gıda kaynaklı hastalıklara yol açan temel mikroorganizmalar olarak öne çıkmaktadır (Eroğlu ve Çakıcı, 2024).

Türkiye’de yürürlükte olan Türk Gıda Kodeksi (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği’nin 2. Ek’inde, gıda güvenliği kriterleri kapsamında soğutma sonrası kanatlı karkaslarının *Salmonella* spp. açısından incelenmesi ve pozitif bulunması durumunda izolatların serotiplendirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte, monofazik *Salmonella* Typhimurium dahil olmak üzere *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium varlığının belirlenmesi öngörülmektedir. Ancak, patojenin tespiti için sakatatlardan numune alınması veya işlenmesine dair herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Türkiye’de artan tüketimle birlikte bu eksiklik göz ardı edilmiş ve *Salmonella* açısından riskli ürünlerin tüketimine bağlı olarak gastroenterit vakalarında artış gözlenmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2025).

Hayvansal bazlı gıdaların güvenliğini artırmak ve raf ömrünü uzatmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek ve gıdanın raf ömrünü uzatmak için dondurma, soğutma, dehidrasyon, gıda katkı maddelerinin eklenmesi ve uygun paketlenme gibi geleneksel koruma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Gavahian ve ark., 2019). Gıdaların raf ömrünü uzatmak ve renk, lezzet, tekstür gibi özelliklerini uzun süre koruyabilmek için kurutma, dondurma, soğutma, fermentasyon, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır (Güneş ve Ekren, 2017). Kümes hayvanları, soğuk ortamda saklansa bile kesimden sonra 4 ila 10 gün içinde hızla bozulabilen bir gıdadır. Taze ve işlenmiş soğutulmuş gıdaların raf ömrünü uzatmada modifiye atmosfer paketlenme yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir (Meredith ve ark., 2014).

Kanatlı eti, yüksek su ve protein içeriğinin yanı sıra nispeten yüksek pH seviyesine sahip olması nedeniyle, soğutulmuş koşullarda bile birkaç gün içinde bozulabilir. Mikrobiyal metabolizma, kalite kaybının en önemli sebeplerinden biri olup, sümüksü yapı, bozulmuş tat ve doku değişimi gibi olumsuzluklara yol açar. Kanatlı üretim zincirinde *Acinetobacter*, *Staphylococcus* ve *Enterococcus spp.* yaygın olarak bulunurken, soğutulmuş kanatlı etinde *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Psychrobacter*, laktik asit bakterileri (LAB), *Enterobacteriaceae* ve *Micrococcaceae* türleri genellikle spesifik bozulma organizmaları olarak raporlanmaktadır. Bu mikroorganizmaların gelişimi; pH, su aktivitesi (a_w), besin içeriği, depolama sıcaklığı, paketlenme koşulları ve farklı türler arasındaki rekabet ya da inhibisyon gibi içsel ve dışsal ekolojik faktörlerden etkilenmektedir (Sequino ve ark., 2025).

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar genel olarak bakteriler, mantarlar, virüsler ve protozoalar gibi çeşitli gruplara ayrılabilir ve bunların her biri gıda kalitesi ve güvenliği ile önemlidir. Gıda kalitesi açısından, mikrobiyal bozulma gıdanın bozulmasına yol açarak sağlık için potansiyel tehlikelere neden olmaktadır (Dash ve ark., 2022). Patojenik mikroorganizmaların büyümesi ve bulaşması, toksin üretimi ve gıdaların çapraz kontaminasyonu, gıda güvenliğini tehlikeye atmakta ve tüketiciler için sağlık riski oluşturmaktadır. Gıda işleme sektöründe, doğal koruyucu maddeler

sağlık yararları ve uzatılmış raf ömrü ile çeşitli fermente gıdaların üretiminde uygulama alanı bulunmaktadır (Alegbeleye ve ark., 2022).

Gıdalar, antioksidan ve antimikrobiyal koruyucu içermesi bakımından iki kategoriye ayrılmakta olup antioksidanlar, gıdanın oksidatif süreçlerle bozulmasını geciktirmeye veya önlemeye yardımcı olurken, antimikrobiyal ajanlar hücrel metabolizmadaki anahtar süreçleri hedef alarak gıdada bozulma ve patojenik mikroorganizmaların büyümesine engel olmaktadır. Bu gıda koruyucuları bir ürünün raf ömrünü de uzatabilmektedir. Antimikrobiyal bileşikler hem bozulmaya neden olan hem de patojen mikroorganizmaların büyümesini önlemektedir. Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri propiyonik, sorbik, benzoik ve asetik asitler gibi organik asitlerdir (Bolan ve ark., 2024).

2.2. *Salmonella Typhimurium*' un Özellikleri ve Gıdalardaki Önemi

Enterobacteriaceae familyasında yer alan *Salmonella* türleri fakültatif anaerob karakter gösterir ve çevresel koşullara karşı oldukça dayanıklı olmaları nedeniyle uzun süre canlılıklarını sürdürebilmektedir. Gıdaların besin içeriği, pH düzeyi, redoks potansiyeli (Eh), su aktivitesi (a_w), yapısal özellikleri ve inhibitör bileşiklerin varlığı, türlerin gelişimini etkileyen intrinsik faktörler arasında yer almaktadır. Ayrıca depolama sıcaklığı, atmosferik gaz basıncı ve bağıl nem gibi ekstrinsik koşullara karşı da direnç gösterebildikleri bildirilmektedir. Mezofilik özellik taşıyan *Salmonella* suşları genellikle 35–37 °C'de optimum gelişme göstermekte olup, çoğunlukla 5,8–47 °C arasında üreyebilmektedir. Bununla birlikte, 2–54 °C aralığında gelişebilen suşların bulunduğu da rapor edilmektedir. Soğuk koşullara dirençli bazı varyantların ise –2 °C ile –10 °C arasında canlılıklarını koruyabildiği bilmektedir. Nemli ortamlar, toprak, kanalizasyon ya da kuyu suları gibi çevresel alanlarda da uygun koşullarda uzun süre yaşayabilmektedir (Asal Ulus, 2019; Aydemir Atasever, 2011; Keskinoglu, 2019; Tonbak ve ark., 2017).

Salmonella, insanlarda ve hayvanlarda görülen bakteriyel bağırsak hastalıklarının başlıca nedenlerinden biridir. Enfeksiyon, kontamine gıda ve içeceklerin tüketimi ya da *Salmonella* taşıyan insan veya hayvanlarla temas yoluyla

bulaşabilmektedir. Memeliler, kuşlar, sürüngenler ve hatta bitkiler bu bakterinin konakçısı olabilirken, *Salmonella* değişken abiyotik çevre koşullarına uyum sağlayarak biyofilm oluşturma yeteneği sayesinde hayatta kalabilmektedir. Biyofilm, mikroorganizmaların kendileri tarafından üretilen polisakkarit bir matriks içinde, yüzeye geri dönüşsüz olarak tutunmuş şekilde yaşamalarına olanak tanıyan kompleks bir mikrobiyal topluluktur (Costerton ve ark., 1999; Donlan RM, 2002). Şekil 2.2’de *Salmonella* koloni görünümü verilmiştir.



Şekil 2.2. XLD agarda *salmonella* koloni görünümü

Gıda kaynaklı salmonelloz, kümes hayvanları başta olmak üzere gıda amaçlı yetiştirilen hayvanlarının bağırsaklarında yerleşebilen patojen olmayan tifo dışı *Salmonella* türlerinin sebep olduğu zoonotik bir enfeksiyondur. Gıda kaynaklı hastalık etkenleri arasında *Salmonella*, yaklaşık 4,7 milyar dolarlık yıllık maliyet ile en yüksek ekonomik yük oluşturan ilk sıradaki patojen olarak bildirilmektedir. Son yıllarda yaşanan salgınlarda, salmonelloz olgularının %75’inden fazlasının tavuk, yumurta ve hindi gibi ürünlerin de içinde bulunduğu yedi farklı gıda grubundan kaynaklandığı belirtilmektedir (Manjankattil ve ark., 2023).

Salmonella enfeksiyonlarının başlıca kaynağı yumurta ve kümes hayvanlarının etidir. Bunun yanı sıra, kırmızı et, süt ve süt ürünleri, sebze, meyve ve su ürünleri de bu bakterinin taşınmasına aracılık etmektedir. *Salmonella* ile enfekte olmuş hayvan etlerinin tüketimi, salmonelloz vakalarının önemli nedenlerinden biridir. Genellikle gıda üretim yüzeylerinden bulaştığı düşünülse de, temel bulaş yolu hayvansal kaynaklı fekal kirlilikler olabilmektedir. Ayrıca, yetersiz pişirme ve uygunsuz depolama sıcaklıkları da hastalığın yayılmasına katkıda bulunmaktadır. Gıda zincirindeki bu kontaminasyonlar göz önüne alındığında, bakterinin hayatta kalmasını ve çoğalmasını sınırlayan ekolojik faktörler önem taşımaktadır. *Salmonella*'nın çoğalabileceği en düşük sıcaklığın 7 °C olduğu belirtilirken, 15 °C altında üreme hızının düştüğü bilinmektedir (Giaccone ve ark., 2011).

Yapılan bir çalışmada tavuk kanatlarına uygulanan zahter ekstresi, zahter esansiyel yağı, defne özü ve defne esansiyel yağının *Salmonella* Typhimurium (*S. Typhimurium*) üzerindeki antimikrobiyal etkilerini incelemiştir. Toplamda 10 farklı grup oluşturulmuş ve bu gruplar farklı oranlarda defne özü, defne esansiyel yağı ve zahter ekstraktı içermiştir. Sonuçlar, en yüksek inhibitör etkinin %0,4 konsantrasyondaki defne esansiyel yağ grubunda gözlemlendiğini ve konsantrasyon arttıkça inhibitör etkinin arttığını göstermiştir. Ayrıca, defne özü yağının antimikrobiyal aktivitesinin, diğer özlerden daha az inhibitör olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, zahter ve defne bitkilerinden elde edilen özlerin ve uçucu yağların doğal antimikrobiyal olarak gıdalarda *Salmonella* inhibisyonu amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir (Yılmaz ve ark., 2023).

Yapılan farklı bir çalışmada *S. Typhimurium*'un nane, kekik, defne yaprakları ve bunların alkol ekstratlarına karşı en az duyarlı olduğu, esansiyel yağların adaçayı, biberiye, kimyon, karanfil ve kekike karşı *P. fluorescens*, *S. marcescens*, *E. coli*, *Surcina spp.*, *Micrococcus spp.*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *Mycobacterium flei* ve *S. cerevisiae*'ye karşı antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmektedir (Macwan ve ark., 2016).

2.3. Soslar ve Sosların Gıdalarda Kullanımı

Soslarda, insanlar tarafından yemekler, salatalar, tatlılar ve benzeri gıda ürünlerine lezzet katan ve uzun yıllardır kullanılan besin maddeleridir. Soslar, çeşitli formülasyonlar da üretilen, geniş bir tüketici kitlesi tarafından tercih edilen ve özellikle yardımcı ve aperatif menülerde yer bulan önemli bir gıda kategorisidir. Bu soslar, emülsiyon özelliklerine sahip olmalarıyla bilinmekte ve yiyeceklere kremamsı bir doku sağlamaktadır (Önder, 2019).

Türk Dil Kurumu'na göre sos; kıvam, renk ve lezzet vermek amacıyla yiyecekler hazırlanırken içine konulan veya servisi sırasında üzerine dökülen, domates, sarımsak, süt, çikolata, baharat vb. malzemelerle yapılabilen sıvı kıvamlı karışım olarak ifade edilmiştir (TDK, 2025). Bazı soslara ait örnek görseller Şekil 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.3. Bazı sos örneklerinin görselleri (Canva, 2025).

Soslar, yüksek katma değere sahip olmaları ve aynı zamanda kolaylıkla üretilibilmeleri nedeniyle gıda endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadır (Mandala ve ark., 2004).

Soslar, günlük hayatta yaygın olarak tüketilmektedir. Sosların tek kullanımlık paketler, hafif malzemelerden yapılması, kullanım kolaylığı ve yemeklerin tadını iyileştirme gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Farklı ülke ve yemeklerde kullanılan soslar gıdanın lezzeti ve çekiciliğini arttırmaktadır (Sikora ve ark., 2008).

Yiyeceklerde lezzet ve aroma hazırlamak veya eklemek için kullanılan, fermente edilmiş veya edilmemiş, baharat, çeşniler veya diğer bileşenlere dayalı sıvı, macun, emülsiyon veya süspansiyon formunda soslar bulunmaktadır (Silva ve ark., 2021).

Sosların içerdikleri bazı bileşenler, mikroorganizmaların gelişmesini engelleyebilir veya öldürebilir. Örneğin, sirke, sarımsak, soğan, biber gibi bazı doğal bileşenler antimikrobiyal özelliklere sahip ve sosların içinde bulunabilir. Ayrıca, bazı endüstriyel olarak üretilen soslar ve çeşniler de koruyucu maddeler içerebilir, bu da onların antimikrobiyal etkilerini artırabilmektedir.

2.4. Hardal ve Hardal Soslarının Antimikrobiyal Özellikleri

Hardal, tarih öncesi çağlardan beri bilinen ve yüksek düzeyde biyoaktif içeriğe sahip olan bir bitkidir. *Sinapis alba* L. (beyaz hardal), *Brassica nigra* L. (siyah hardal), *Brassica juncea* L. (kahverengi hardal), *Brassica carinata* A. Braun (Etiyopya hardalı), *Brassica eruca* L. (roka) ve *Sinapis arvensis* L. (yabani hardal) gibi birçok türü bulunmaktadır (Grygier, 2023).

Çeşitli turpgillerde, özellikle hardalda bulunan izotiyosiyanatlar geniş bir antimikrobiyal aktivite yelpazesi sergiler. Genel olarak, aromatik izotiyosiyanatların, alifatik yan zincire sahip olanlardan daha etkili olduğuna inanılmaktadır. Siyah ve doğu hardal tohumlarından elde edilen alil izotiyosiyanat ticari olarak bulunmaktadır. Ancak, alil izotiyosiyanatın keskinliği ve uçuculuğu nedeniyle gıdalarda kullanımı sınırlıdır (David ve ark., 2013). Şekil 2.4’de hazırlıklar sırasında çekilmiş olan tane sarı hardaldan elde edilen hardal sos kıvam ve görseli verilmiştir.

Hardal sosu, öğütölmüş hardal tohumları, su, limon suyu, sirke, şarap, tuz ve diğler baharatlarla karıştırılarak elde edilen, parlak sarıdan daha koyu bir sarı renge doğru değışebilen bir sostur. Genellikle peynirler ve şarküteri ürünleri ile birlikte servis edilen hardal sosu, sandviçlerden hamburgerlere, sosisli sandviçlere kadar çeşitli yemeklere eklenmektedir (Kırmızıkuşak, 2021). Zengin protein içeriğı (%18-24) onu gıda endüstrisinde iyi bir besin katkı maddesi haline getirmektedir (Abul-Fadl ve ark., 2011).



Şekil 2.4. Hardal sos kıvam görünümü

Hardal özleri, *Salmonella* spp. ve *Escherichia coli* gibi bakterilere karşı antimikrobiyal potansiyele sahiptir ve içerdikleri izotiyosiyanatların da izole edildiğinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği bilinmektedir (Monu ve ark., 2014). Sarı hardal tohumuna ait görsel Şekil 2.5’de verilmiştir.

Hardal tohumu içeren yaygın gıdalar arasında salamura ürünler, işlenmiş etler, baharat karışımları, salata soslari, soslar ve hazır yiyecekler bulunur. Aynı zamanda, hardal yağı, yenilebilir yağ ve aroma maddesi olarak kullanılmaktadır (Gamalga ve ark., 2020). Hardalın koruyucu etkisi uçucu yağlarından ileri gelmektedir. Hardal tohumlarındaki uçucu yağ türlere göre değışiklik göstermektedir. Tohum halindeki

hardalda organik izotiyosiyanatlar bulunmamaktadır. Bu maddeler glukozinolatların enzimatik hidrolizi sonucunda öğütme sonrası açığa çıkarlar. Siyah hardal tohumunun (*Brassica nigra* L.) bileşiminde bulunan sinigrin, ortamda su bulunduğunda pH ve sıcaklığa bağlı olarak allil izotiyosiyanata parçalanırlar. Uçucu yağın en etkin maddesi allil izotiyosiyanattır. Allil izotiyosiyanattan dolayı siyah hardal uçucu yağı kuvvetli bir antimikrobiyaldir. Beyaz hardal tohumunda (*Sinapis alba*) ise yok denecek kadar az uçucu yağ bulunmaktadır (Coşkun, 2010).



Şekil 2.5. Hardal tohumu görseli (Canva, 2025).

Sinapis alba bitkisinden elde edilen beyaz hardal uçucu yağları, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Campylobacter jejuni* gibi patojenlere karşı *in vitro* antimikrobiyal aktivite gösteren önemli bileşenlerdir (Monu ve ark., 2014).

2.5.Kozalak Sirkesi ve Antimikrobiyal Özellikleri

Sirke, önce alkol fermantasyonu, ardından asetik asit fermantasyonu olmak üzere iki aşamalı bir süreç sonucunda oluşan fermente sıvı bir üründür. Alkol fermantasyonu anaerobik ortamda mayalar tarafından gerçekleştirilirken, asetik asit

fermantasyonu aerobik koşullarda asetik asit bakterileri tarafından meydana gelir. Sirke kelimesi, *Divanü Lugat-it Türk*'te de yer almakla birlikte, Fransızcadan dilimize geçmiştir. İngilizcede *vinegar* olarak bilinen bu kelime, Fransızca *vin aigre* yani "ekşi şarap" anlamına gelir. Antibakteriyel, antifungal ve anti-enflamatuar özellikleri sayesinde sağlık açısından çeşitli faydalar sunar. Kan şekeri kontrolü, kardiyovasküler sağlık, lipit metabolizması, kilo yönetimi, sindirim sistemi düzenlenmesi ve böbrek sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bu yararlar, içerdіęi polifenoller, melanoidinler, ligustrazin ve organik asitler gibi biyoaktif bileşiklere dayandırılmaktadır. Uygun şekilde üretildiğinde insan tüketimi için güvenli kabul edilse de aşırı tüketimi gastrointestinal sistem ve diş minesinde bazı sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Kadiroğlu, 2024).

Sirke, asidik bir fermente ürün olup, 3000 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Sirke üretiminde katı hal ve sıvı hal olmak üzere iki fermentasyon yöntemi kullanılmaktadır. Hammaddeye bağlı olarak tahıl veya meyve sirkesi şeklinde sınıflandırılmaktadır. Dünyada yaygın olarak bilinen bu fermente gıda, Avrupa'da genellikle balzamik sirke, şeri sirkesi ve elma sirkesi gibi çeşitleriyle üretilir. Sirke yapımında üzüm, elma, domates, hurma ve ananas gibi meyveler tercih edilen hammaddelerdir (Xia ve ark., 2020). şekil 2.6'da kozalak sirkesi görölmektedir.

Sirke, sos, mayonez ve salata sosu gibi gıdaların tat ve aroma özelliklerini geliştiren, dünya genelinde hem baharat hem de gıda koruyucu olarak kullanılan bir üründür. Amino asitler, organik asitler, fenolik bileşikler, vitaminler ve mineraller açısından zengin birçok meyve ve sebzeden üretildiği için biyoaktif özellik taşıır ve antioksidan, anti-obezite, antidiyabetik ve antimikrobiyal etkiler göstermektedir (Özdemir ve ark., 2022).



Şekil 2.6. Kozalak sirkesi

Turşu, dünya genelinde ilgi gören ve çeşitli sebzeler, bazı meyveler hatta çam kozalağı gibi farklı malzemelerle hazırlanabilen fermente bir üründür. Yapılan araştırmalar, çam kozalağında bulunan polifenollerin insan sağlığını destekleyen önemli biyoaktif bileşenler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, çam kozalağındaki bileşenlerin antimikrobiyal özellikler taşıdığı da belirtilmektedir (Bilen ve ark., 2024).

2.6. Vakumlu ve Vakumsuz Paketleme

Gıda muhafazasında temel prensip, patojen ve gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesi, gelişiminin geciktirilmesi veya önlenmesidir. Düşük sıcaklık, düşük su aktivitesi, yüksek asidite, anaerobik ortam, modifiye atmosferde paketleme, antimikrobiyal kullanımı ve fermentasyon işlemleri mikrobiyal gelişimi engellerken; pastörizasyon, sterilizasyon, ışınlama, yüksek hidrostatik basınç, dalgalı elektrik alan, mikrodalga uygulamaları gibi yöntemler mikroorganizmaları etkisiz hale getirmektedir. Aseptik işleme ve paketleme, santrifüj, filtrasyon gibi yöntemler ise mikroorganizmanın gıdaya bulaşmasını engeller veya gıdadan uzaklaştırmaktadır. Bu yöntemlerin kombinasyonları, tek tek

uygulandıklarından daha olumlu sonuçlar elde etmekte ve mikrobiyal gelişmenin durdurulması veya önlenmesi "engeller teknolojisi" olarak adlandırılan bir sistemle mümkün olmaktadır. Bu teknikler arasında antimikrobiyal aktiviteye sahip kimyasalların kullanımı ve ısıtma işlem uygulamaları en eski ve yaygın metotlardandır (Gould, 1999).

Paketleme; et ve et ürünlerini renk değişimleri, istenmeyen tat ve koku oluşumu, besin değerinin azalması, doku yapısındaki bozulmalar ve patojen mikroorganizmaların gelişimine karşı koruma sağlayan önemli bir işlemdir. Paketlemede kullanılan gaz karışımları, ambalajlama ekipmanları, ürünün türü, depolama koşulları ve katkı maddeleri; ürünün raf ömrünü ve kalite özelliklerini belirleyen başlıca etkenlerdir. Et endüstrisinde yaygın olarak vakum paketleme, modifiye atmosfer paketleme ve aktif paketleme gibi yöntemler tercih edilmektedir. Vakum paketlemede ambalaj içerisindeki hava uzaklaştırılarak sızdırmaz bir kapatma yapılmakta olup böylelikle oksidatif bozulmalar önemli ölçüde önlenir ve aerobik mikroorganizmaların çoğalması büyük ölçüde engellenmiş olmaktadır (Zhou ve ark., 2010).

Ambalaj, gıdaları hava, nem, koku ve mikroorganizmalar gibi kaliteyi olumsuz etkileyen dış faktörlerden korumaktadır. Hijyen sağlayarak mikrobiyal ve kimyasal bulaş riskini azaltırken, ürünün duyu kalitesini muhafaza eder ve aroma kaybını önlemektedir. Ayrıca, depolama ve taşımayı kolaylaştırarak ürünün raf ömrünü uzatmada önemli bir rol oynar. Uygun ambalajlama, gıdanın kalitesini muhafaza etmeye, tazeliğini ve raf ömrünü artırmaya yardımcı olurken, tüketicilere güvenli bir şekilde ulaşmasını sağlar (Toplu ve ark., 2022).

Vakum paketleme, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini yavaşlatmasına rağmen tamamen durduramaz. Ayrıca, etin çevresindeki oksijen miktarını azaltarak renk değişimleri ve kalite kaybına yol açan oksidatif reaksiyonları sınırlar. Bu yöntem, hem bozulma bakterilerinin hem de patojenik mikroorganizmaların baskılanmasını desteklediğinden, soğutma ile birlikte kullanıldığında daha etkili olur. Böylece etin duyu özelliklerini koruyarak gıda güvenliğine katkı sağlamaktadır (Kandeean ve Tahseen, 2022).

Günümüzde, uygun soğutma ile birlikte kullanılan vakum ambalajlı paketleme, lipit içeren gıdaların kalitesini koruyarak raf ömrünü uzatan en yaygın muhafaza yöntemlerinden biridir. Bu işlem, lipit oksidasyonunu önlemek ve aerobik bozulma bakterilerinin çoğalmasını sınırlamak için ambalaj içindeki atmosferi değiştirerek oksijenin uzaklaştırılmasını sağlar. Ancak, oksijensiz bu ortamda, özellikle psikrotrofik laktik asit bakterileri gibi anaerobik mikroorganizmaların gelişimi teşvik edilebilir ve bu durum hoş olmayan bir koku ile viskoz bir görünüm oluşmasına neden olabilir (Lahreche ve ark., 2022).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hindi kanatları Antalya’da bulunan yerel bir firmadan dondurulmuş olarak ve kozalak sirkesi Bizim Hekim Şifa Evi’nden 500 ml’lik şişeler halinde temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan hardal sos ise Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi laboratuvarında kullanılacağı gün taze olarak hazırlanmıştır. Diğer taraftan çalışmada deneysel kontaminasyon amacıyla kullanılan *S. Typhimurium* ATCC 14028 suşu Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı’ndan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kozalak Sirkesinin Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) Değerinin Belirlenmesi

Kozalak sirkesinin minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) mikro seyreltme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Taze kültürlerin 18 saatlik inkübasyon türbiditesi fizyolojik tuzlu su (FTS) yardımıyla 0,5 McFarland’a ayarlanmıştır. 0 mg/mL, 3,125 mg/mL, 6,25 mg/mL, 12,5 mg/mL, 25 mg/mL, 50 mg/mL ve 100 mg/mL olmak üzere farklı konsantrasyonlarda kozalak sirkesi içeren Mueller Hinton Broth besiyerlerinden 200 µL, 96 kuyucuklu plaklara (Corning Costar 3599, flat bottom) dağıtılmıştır. Üzerlerine 20 µL 0,5 McFarland’a ayarlanmış bakteri süspansiyonundan ilave edilmiş ve hazırlanan mikroparka optimum sıcaklıkta 37 °C’de 24 saat mikroparka okuyucu (Thermo VarioSkanLux, ABD) içerisinde inkübe edilmiş ve her 15 dakikada bir 600 nm’de otomatik olarak cihaz tarafından absorbans değerleri ölçülmüştür. Büyümenin görülmeyeceği tüplerdeki en düşük ekstrakt konsantrasyonu MİK değeri olarak belirlenmiştir (Sudagidan ve Yemenicioğlu 2012).

Kozalak sirkesinin *S. Typhimurium* üzerindeki MİK değeri %6,25 olarak bulunmuştur. Kozalak sirkesinin *S. Typhimurium* minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) değeri de %25 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Kozalak sirkesinin *Salmonella Typhimurium* üzerindeki MİK ve MBK değerleri (%)

	MİK (%)	MBK (%)
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	6,25	25

Çalışma gruplarında kullanılacak kozalak sirkesi dozları MİK konsantrasyonunun yarısı ve iki katı olarak belirlenmiştir;

- Doz 1 için %3,125
- Doz 2 için %6,25
- Doz 3 için %12,5

3.2.2. Hardal Sos Elde Edilişi

Araştırmada kullanılan hardal sos, öğütülmüş sarı hardal, su, limon suyu, zeytinyağı, toz zerdeçal, toz şeker, tuz ve karabiber kullanılarak homojen halde elde edilmiştir. Analiz için kullanılacak hardal sos Tablo 3.2’de verilen formüle uygun şekilde toplam 3 kg olarak hazırlanmıştır. Grupların oluşturulduğu gün hazırlanan sos kullanılıncaya kadar buzdolabında (+4 °C’de) kapalı plastik kaplarda bekletilmiştir. Tablo 3.2’deki formülasyona göre hazırlanan hardal sosun görünümü Şekil 3.1’deki gibidir.

Tablo 3.2. Hardal sosunda kullanılan maddeler ve oranları

SIRA NO	ÜRÜN ADI	MİKTAR	BİRİM
1	Sarı hardal	600	g
2	Toz şeker	240	g
3	Toz zerdeçal	48	g
4	Yemeklik tuz	2	g
5	Karabiber	2	g
6	Su	400	mL
7	Zeytinyağ	1600	mL
8	Limon suyu	400	mL



Şekil 3.1. Hardal sos karışımı

3.2.3. Kozalak Sirkeli Hardal Sosun Kullanıldığı Grupların Hazırlanması

Araştırmada kullanılan kozalak sirkeli hardal sos içeren gruplar laboratuvarda steril şartlarda hazırlanmıştır. Çalışmada kozalak sirkesinin 3 farklı dozu kullanılmıştır (Tablo 3.3 ve Tablo 3.4). M1 ve VR1 gruplarında kullanılan kozalak sirkeli hardal sos için 726 g hardal sosa 23 mL kozalak sirkesi ilave edilmiştir. Böylece %3,125 oranında kozalak sirkesi içeren toplam 750 g (w/v) hardal sos elde edilmiştir (Doz 1). M2 ve VR2 gruplarında kullanılan kozalak sirkeli hardal sos için 703 g hardal sosa 47 mL

kozalak sirkesi ilave edilmiştir. Böylece %6,25 oranında kozalak sirkesi içeren toplam 750 g (w/v) hardal sos elde edilmiştir (Doz 2). M3 ve VR3 gruplarında kullanılan kozalak sirkeli hardal sos için 656 g hardal sosa 94 mL kozalak sirkesi ilave edilmiştir. Böylece %12,5 oranında kozalak sirkesi içeren toplam 750 g (w/v) hardal sos elde edilmiştir (Doz 3).

3.2.4. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarının Oluşturulması

Deneme grupları aşağıda verilen Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'e göre oluşturulmuştur. Deneme gruplarına tablolarda verilen işlemler uygulandıktan sonra vakumlu ve vakumsuz paketli olarak iki farklı şekilde üretim yapılmıştır. Sos kullanılan tüm gruplarda sosların sürülmesi işlemi steril kaşık yardımıyla yapılmıştır (yaklaşık 10 g). Bunun yanında tüm grupların üretimi bittikten sonra örnekler dengeleme fazı için steril metal ızgara üzerinde 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda 0. gün örnekleri analize alınmıştır.

Tablo 3.3. Hardal sos ve kozalak sirke ilaveli vakumsuz paketlenen hindi kanadı çalışma grupları

Deneme Grupları	Deneme Düzeni
K0	Kontrol
K2	Çiğ Hindi Kanat + Kozalak Sirkesi
M0	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos
M1	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)
M2	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 2; %6,25)
M3	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 3; %12,5)

Dengeleme fazı bittikten sonra deneme gruplarındaki vakumsuz depolanacak hindi kanatları her bir analiz günü (0, 3, 7. günler) için ayrı ayrı olacak şekilde steril plastik kaplarda paketlenerek buzdolabı koşullarında (+4 °C) 7 gün boyunca

depolanmıştır. Yukarıda verilen bilgilere paralel olarak üretilen gruplarda vakum işlemi (Kumtel, Hvse-01) uygulanarak her bir gruptaki örnekler ayrı ayrı vakum poşetinde vakumlanarak, vakum paketli çalışma grupları elde edilmiştir. Aynı şekilde her bir analiz günü için bir örnek olacak şekilde üretim yapılmıştır. Bu örnekler de buzdolabı şartlarında (+4 °C) 7 gün boyunca depolanmıştır. Çalışma gruplarında depolamanın 0, 3 ve 7. günlerinde analizler yapılmıştır.

Tablo 3.4. Hardal sos ve kozalak sirkesi ilaveli vakumlu paketlenen hindi kanadı çalışma grupları

Deneme Grupları	Deneme Düzeni
VK0	Kontrol
VK2	Çiğ Hindi Kanat + Kozalak Sirkesi
VR0	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos
VR1	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)
VR2	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 2; %6,25)
VR3	Çiğ Hindi Kanat + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 3; %12,5)

3.2.5. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarında Yapılan Analizler

3.2.5.1. pH Analizi

Tez çalışmasında pH ölçümü, Hanna Foodcare Meat pH Tester cihazı (Hanna H1981036, ABD) ile hindi kanadının kemiksiz kısımlarına denk gelecek şekilde cihazın probu saplanarak 3 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Her farklı grup ölçümü sonrası cihaz probu dezenfekte edildikten sonra saf sudan geçirilmiş ve kurularak bir sonraki ölçüme hazırlanmıştır. Cihaz, ölçümler öncesinde kendi referans sıvısı kullanılarak kalibre edilmiştir.

3.2.5.2. Su Aktivitesi (a_w) Analizi

Araştırmada oluşturulan çalışma gruplarındaki hindi kanatlarının kemiksiz kısımlarından alınan örnekler su aktivite cihazının (Testo 650, Almanya) ölçüm bloğuna steril pens yardımıyla aktarılmıştır. Bu blok cihaza yerleştirilmiş ve cihazdan ölçülen değer kaydedilmiştir.

3.2.5.3. Renk Analizi

Araştırma gruplarındaki hindi kanat örneklerinin renk analizi üst deri yüzeyinden 3 farklı noktadan yapılmıştır. Bu analiz için Intelligent Spectrocolorimeter Accuracy 0.04 Caliber (VTSYIQI, Çin) cihazı kullanılarak L^* , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. Cihaz, ölçümler öncesinde kendi referans değerleri ile kalibre edilmiştir (Cemeroğlu, 2010).

3.2.5.4. Toplam Koliform Bakteri Analizi

Araştırma gruplarındaki hindi kanat örneklerinin kemiksiz kısımlarından 10 g örnek alınarak 90 mL peptonlu su ile 60 saniye boyunca homojenize (Masticator Homogenizer, IUL, İspanya) edilmiştir. Daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Taze olarak hazırlanan VRB agar (Violet Red Bile Agar, Biolife, İtalya) besiyerlerine dökme plak yöntemi ile paralel olarak ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C’de 24-48 saat inkübasyon (Memmert UNB 400, Almanya) için bekletilmiştir (ISO 4832, 2010). İnkübasyon sonucu petrilerde oluşan tipik koloniler sayılmıştır. Sonuçlar $\log_{10}$ KOB/g olarak verilmiştir.

Araştırmada yapılan mikrobiyolojik analizlerde tüm besiyerleri, dilüsyon sıvıları, malzemeler ve ekipmanlar steril olarak kullanılmıştır. Çalışmalar aseptik şartlarda bek alevi etrafında yapılmıştır.

3.2.5.5. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Analizi

Araştırma gruplarındaki hindi kanat örneklerinin kemiksiz kısımlarından 10 g örnek alınarak 90 mL peptonlu su ile 60 saniye boyunca homojenize (Masticator Homogenizer, IUL, İspanya) edilmiştir. Daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Taze olarak hazırlanan PCA (Plate Count Agar, Biokar, Fransa) besiyerlerine dökme plak yöntemi ile paralel olarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petriler 35 °C’de 48 saat inkübasyon için bekletilmiştir (FDA, 2020). İnkübasyon sonucu oluşan tüm koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log₁₀ KOB/g olarak verilmiştir.

3.2.5.6. Toplam Psikrofil Bakteri Analizi

Araştırma gruplarındaki hindi kanat örneklerinin kemiksiz kısımlarından 10 g örnek alınarak 90 mL peptonlu su ile 60 saniye boyunca homojenize (Masticator Homogenizer, IUL, İspanya) edilmiştir. Daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Taze olarak hazırlanan PCA (Plate Count Agar, Biokar, Fransa) besiyerlerine dökme plak yöntemi ile paralel olarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan besiyerleri 7 °C’de 10 gün inkübasyon için bekletilmiştir (Gürel İnanlı ve Öksüztepe, 2007). İnkübasyon sonucu oluşan tüm koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log₁₀ KOB/g olarak verilmiştir.

3.2.5.7. Maya-Küf Analizi

Araştırma gruplarındaki hindi kanat örneklerinin kemiksiz kısımlarından 10 g örnek alınarak 90 mL peptonlu su ile 60 saniye boyunca homojenize (Masticator Homogenizer, IUL, İspanya) edilmiştir. Daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Taze olarak hazırlanan PDA (Potato Dextrose Agar, Condalab, İspanya) besiyerlerine yayma plak yöntemi ile paralel olarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan besiyerleri 25 °C’de 5 gün inkübasyon için bekletilmiştir (FDA, 2001). İnkübasyon sonucu oluşan tüm koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log₁₀ KOB/g olarak verilmiştir.

3.2.5.8. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi

Hindi kanat örneklerinde depolama süresince lipid oksidasyonunun izlenmesi için, TBARS analizi Lemon (1975) yöntemine göre bazı modifikasyonlar (Kılıç ve Richards, 2003) yapılarak gerçekleştirilmiştir. Tez çalışma gruplarından, analiz günlerinde alınan her bir örnekten 2 gram tartılmış ve üzerine 12 mL EDTA ile propil gallat içeren trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi eklenmiştir. Bu karışım, 15 saniye boyunca homojenizatör (WiseTis Homogenizer, Korea) kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Ardından, Whatman No. 1 filtre kâğıdı ve huni yardımıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen süzüntüden 1 mL alınarak, üzerine 1 mL tiyobarbitürik asit (TBA) çözeltisi eklenmiş ve vortekslelendikten sonra 100 °C'deki su banyosunda 40 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresinin ardından numune soğutulmuş ve 4100 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj (Eppendorf, Centrifuge 5810 R) edilmiştir. Elde edilen süpernatant, spektrofotometre (Optizen POP model UV/VIS, Kore) kuvvetlerine alınmış ve 532 nm dalga boyunda absorbans değerlerinde ölçülmüştür. Bu değerler, hazırlanan standart eğriden elde edilen katsayı ile çarpılarak örneklerin TBARS değerleri $\mu\text{mol/kg}$ biriminde hesaplanmıştır.

3.2.5.9. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarının Oluşturulması

Çalışmada kullanılan hindi kanat ürünleri, yerel bir firmadan dondurulmuş olarak temin edilmiştir. Deneme dizaynı Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'ya göre oluşturulmuştur. Deneme gruplarına tablolarda verilen işlemler uygulandıktan sonra vakumlu ve vakumsuz paketlenme olarak iki farklı şekilde üretim yapılmıştır. Hazırlanan *S. Typhimurium* inokulumuna hindi kanat örnekleri daldırıldıktan sonra bakterilerin tutunması için 20 dakika boyunca steril metal ızgara üzerinde bekletilmiştir. Sos kullanılan tüm gruplarda sosların sürülmesi işlemi steril kaşık yardımıyla yapılmıştır (yaklaşık 10 gr). Bunun yanında tüm grupların üretimi bittikten sonra örnekler dengeleme fazı için steril metal ızgara üzerinde 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda 0. gün örnekleri analize alınmıştır. Deney gruplarına Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilen işlemler uygulandıktan sonra iki farklı şekilde depolama yapılmıştır.

Tablo 3.5. *Salmonella* Typhimurium ile kontamine edilen vakumsuz paketlenen hindi kanadı çalışma grupları

Deneme Grupları	Deneme Düzeni
KK0	Ham madde/materyal kontrol
KK1	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i>
KK2	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Kozalak Sirkesi
KM0	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos
KM1	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)
KM2	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 2; %6,25)
KM3	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 3; %12,5)

Tablo 3.6. *Salmonella* Typhimurium ile kontamine edilen vakumlu paketlenen hindi kanadı çalışma grupları

Deneme Grupları	Deneme Düzeni
KVK0	Ham madde/materyal kontrol
KVK1	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i>
KVK2	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Kozalak Sirkesi
KVR0	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos
KVR1	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 1; %3,125)
KVR2	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 2; %6,25)
KVR3	Çiğ Hindi Kanat + <i>S. Typhimurium</i> + Hardal Sos (Kozalak Sirke Doz 3; %12,5)

Deneme gruplarındaki uygulamaların ardından vakumsuz gruplardaki hindi kanatları tek kullanımlık plastik kaplarda her bir grup için ayrı ayrı paketlenerek +4 °C’de 14 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Vakum paketli gruplardaki hindi kanatları uygulama bittikten sonra vakum makinesi (Kumtel, Hvse-01) ile her bir grup ayrı ayrı vakum poşetinde vakumlanarak +4 °C’de 14 gün boyunca depolanmıştır. Çalışma gruplarında depolamanın 0, 1, 3, 5, 7 ve 14. günlerinde analizler yapılmıştır.

3.2.5.10. Deneme Gruplarının Kontaminasyonu

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü’nden temin ettiğimiz *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 suşu, 10 mL CASO (Tryptic Soy) Broth (TSB-Merck, Almanya) besiyeri içeren tüpe 40 µL inoküle edilmiştir. Tüpler 37 °C’de 18 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra bakteri içeren tüpler vortekslenerek aseptik şartlarda steril 15 mL’lik falcon tüplere aktarılmıştır. Bu tüpler 5000 rpm’de 4 dakika santrifüj (Eppendorf, Centrifuge 5810 R) edilerek, süpernatant uzaklaştırılmıştır. Pelette bulunan bakterilerin üzerine 10 mL steril FTS eklenmiştir. Vorteks aracılığı ile pelet çözündürülerek aynı şartlarda tekrar santrifüj edilmiştir. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Kontaminasyon solüsyonu hazırlamak için en son işlemde elde edilen peletin üzerine 10 mL CASO broth eklenerek pelet çözündürülmüştür. Bu şekilde hazırlanan tüplerde 10^{8-9} KOB/mL bakteri yoğunluğu içeren kontaminasyon sıvısı (inokulum) elde edilmiştir. Ana kontaminasyon solüsyonundan seyreltme yöntemi ile araştırmada kullanacağımız yaklaşık 10^4 KOB/mL bakteri yoğunluğu elde edilmiş ve bu inokulum ile örneklerin deneysel kontaminasyonu yapılmıştır.

3.2.6. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarında Yapılan Analizler

3.2.6.1. pH Analizi

Tez çalışmasında pH ölçümü, Hanna Foodcare Meat pH Tester cihazı (Hanna HI981036, ABD) ile hindi kanadının kemiksiz kısımlarına denk gelecek şekilde cihazın probu saplanarak 3 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Her farklı grup ölçümü

sonrası cihaz probu dezenfekte edildikten sonra saf sudan geçirilmiş ve kurularak bir sonraki ölçüme hazırlanmıştır. Cihaz, ölçümler öncesinde kendi referans sıvısı kullanılarak kalibre edilmiştir.

3.2.6.2. *Salmonella Typhimurium* Sayımı

Analiz günü gelen örnekler soğuk muhafazadan çıkarılarak aseptik şartlarda *Salmonella Typhimurium* yüküne bakılmıştır. Hindi kanatlarından 10 g tartılarak 90 mL peptonlu su içerisinde 60 sn boyunca homojenize (Masticator Homogenizer, IUL, İspanya) edilmiştir. Uygun dilüsyonlardan XLD (Xylose Lysine Deoxycholate Agar-Oxoid, United Kingdom) besiyerine 0, 1, 3, 5, 7 ve 14. günlerde yayma plak yöntemi ile ekimleri yapılmıştır. Ekim yapılan petripler 37 °C’de 24 saat inkübasyon için bekletilmiş ve inkübasyon sonucu oluşan tipik koloniler sayılmıştır. Sonuçlar KOB/g olarak verilmiştir. Analizler iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir (Ayan Yılmaz ve ark., 2024).

3.2.7. İstatistiksel Analizler

Deneme gruplarında pH, a_w , renk, toplam koliform bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrofilik bakteri, maya-küf, tiyobarbitürük asit reaktif ürünleri ve *S. Typhimurium* sayımı değerlendirilmesinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Version 25) programı kullanılmıştır. Gruplardan elde edilen veriler arasındaki farklılıklar ANOVA testi kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra verilere çoklu karşılaştırma testi (Duncan) uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlarda $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir. Mikrobiyolojik sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Çalışma üç tekerrür olarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında hindi kanadına inoküle edilen *Salmonella* Typhimurium üzerine kozalak sirkesi içeren hardal sosunun, vakumlu ve vakumsuz paketlenme koşullarında depolama boyunca etkisi araştırılmıştır. Çiğ hindi kanatları üzerinde hardal sos ve kozalak sirkesinin farklı kombinasyonlarının etkisini görebilmek için +4 °C’de vakumlu ve vakumsuz paketlerde depolanması sonrasında elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bulgular ışığında gruplar arası farklılıklar ortaya konularak hindi kanatlarında *Salmonella* Typhimurium riskinin elimine edilmesinde kullanılan dozların etkileri ve aralarındaki ilişki hakkında veriler elde edilmiştir.

4.1. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilmeyen Deneme Gruplarının Sonuçları

4.1.1. pH Analizi Sonuçları

Çalışmada elde edilen vakumlu ve vakumsuz paketlenen grupların depolama süresince pH değerleri sırasıyla Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Vakum paketli çalışma gruplarının pH değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	6,19±0,06 ^{Bbc}	6,58±0,07 ^{Ab}	6,23±0,06 ^{Ba}
VK2	6,18±0,06 ^{Bbc}	6,55±0,07 ^{Ab}	6,18±0,06 ^{Ba}
VR0	6,24±0,06 ^{Bab}	6,76±0,07 ^{Aa}	6,27±0,06 ^{Ba}
VR1	6,08±0,06 ^{Bc}	6,06±0,06 ^{Bc}	6,23±0,06 ^{Aa}
VR2	6,20±0,06 ^{Bb}	6,53±0,07 ^{Ab}	6,22±0,06 ^{Ba}
VR3	6,35±0,06 ^{Ba}	6,87±0,07 ^{Aa}	6,19±0,06 ^{Ca}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çalışmadaki VK0, VK2, VR0, VR2 ve VR3 gruplarında depolamanın diğer günleriyle kıyaslandığında en yüksek pH değeri 3. gününde tespit edilmiştir. Bu beş grupta da 7. gün pH değerlerinde 3. güne kıyasla düşme görülmüştür (p<0,05). Bunun yanında VR1 grubunda depolamanın 0. ve 3. gününde pH değerleri arasında farklılık

olmamasına karşın 7. gündeki yükselme istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolamanın tamamı dikkate alındığında en yüksek pH değeri VR3 grubunda 3. günde tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde en yüksek pH değeri VR0 grubunda tespit edilmiştir. 7. gün dikkate alındığında pH değerleri açısından tüm gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.2. Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının pH değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	6,19±0,06 ^{Bbc}	6,54±0,07 ^{Ab}	6,29±0,06 ^{Bd}
K2	6,18±0,06 ^{Bbc}	6,48±0,07 ^{Ab}	6,49±0,07 ^{Abc}
M0	6,24±0,06 ^{Bab}	6,33±0,06 ^{Bc}	6,60±0,07 ^{Aab}
M1	6,08±0,13 ^{Bc}	6,53±0,20 ^{Ab}	6,41±0,11 ^{Ac}
M2	6,20±0,06 ^{Bb}	6,77±0,07 ^{Aa}	6,13±0,06 ^{Be}
M3	6,35±0,06 ^{Ba}	6,73±0,07 ^{Aa}	6,64±0,07 ^{Aa}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Çalışmadaki kontrol grubunda (K0), en yüksek pH değeri depolamanın 3. gününde ölçülmüş olup 0. ve 7. günlerinde istatistiksel olarak bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). K2 grubunda ise depolamanın 3. ve 7. günlerindeki pH değeri depolamanın başlangıç gününe kıyasla artmıştır. M0 grubundan elde edilen verilere baktığımızda pH değeri depolamanın 7. gününde artış göstermiştir. M1 ve M3 grupları dikkate alındığında 0. gün pH değerleri 3. ve 7. gün depolama değerlerine göre daha düşüktür. M2 grubunda depolamanın başlangıcına kıyasla pH değeri 3. günde yükselmiş ancak bu değer depolamanın 7. gününde düşmüştür.

Çalışmada yer alan örneklerin depolama günleri içerisindeki pH değerleri dikkate alındığında en yüksek ölçüm 0. günde M3 grubunda, 3. günde M2 grubunda, 7. günde ise M3 grubunda ölçülmüştür.

4.1.2. Su Aktivitesi (a_w) Analizi Sonuçları

Çalışmadaki vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplardaki örneklere ait a_w analiz sonuçları sırasıyla Tablo 4.3 ve Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Vakum paketli çalışma grupların a_w değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	0,89±0,01 ^{Bc}	0,85±0,01 ^{Cd}	0,96±0,01 ^{Aa}
VK2	0,89±0,01 ^{Bc}	0,89±0,01 ^{Bc}	0,94±0,01 ^{Ab}
VR0	0,89±0,01 ^{Cc}	0,91±0,01 ^{Bb}	0,94±0,01 ^{Ab}
VR1	0,91±0,01 ^{Bb}	0,92±0,01 ^{Bab}	0,94±0,01 ^{Ab}
VR2	0,92±0,01 ^{Aab}	0,92±0,01 ^{Aab}	0,94±0,01 ^{Ab}
VR3	0,93±0,01 ^{Aa}	0,93±0,01 ^{Aa}	0,94±0,01 ^{Ab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

VK0 kontrol grubunda a_w değeri depolamanın 0. gününe kıyasla 3. günde azalmış olup, depolamanın 7. gününde ölçülen a_w değerinin 0. ve 3. günlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Tüm gruplar arasında en yüksek a_w değeri VK0 grubunun 7. gününde 0,96 olarak tespit edilmiştir. VK2, VR0 ve VR1 gruplarında depolamanın 7. gün a_w değerleri diğer depolama günlerine kıyasla artış göstermiştir. VR2 ve VR3 gruplarının depolamanın başlangıç ve son gün a_w değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Depolamanın başlangıç günü olan 0. ve 3. günde VR1, VR2 ve VR3 grubu a_w değerleri diğer 3 gruba göre yüksek ölçülmüştür. Depolamanın 7. gününde en yüksek a_w değerinin VK0 grubunda olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 7. gün depolama da VK2, VR0, VR1, VR2 ve VR3 gruplarında a_w analiz sonuçlarında istatistiksel olarak bir farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.4. Vakumsuz paketlenen çalışma grupların a_w değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	0,89±0,01 ^{Bc}	0,93±0,01 ^{Aab}	0,87±0,01 ^{Cd}
K2	0,89±0,01 ^{Cc}	0,93±0,01 ^{Aab}	0,91±0,01 ^{Bc}

M0	0,89±0,01 ^{Bc}	0,92±0,01 ^{Ab}	0,92±0,01 ^{Ac}
M1	0,91±0,02 ^{Ab}	0,92±0,01 ^{Ab}	0,92±0,03 ^{Abc}
M2	0,92±0,01 ^{Bab}	0,93±0,01 ^{Bab}	0,96±0,01 ^{Aa}
M3	0,93±0,01 ^{Aa}	0,94±0,01 ^{Aa}	0,94±0,01 ^{Ab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

K0 grubunda a_w değeri depolamanın 3. gününde artmış, 7. gününde ise 0. gün değerinin de altına düşmüştür. K2 grubunun verilerine baktığımızda a_w değerinde 3. günde artış görülmüş olup, depolamanın son günü analizinde düşüş tespit edilmiştir. M0 grubunda a_w değeri (0,89) 0. günde diğer günlere göre daha düşük ölçülmüştür. M1 ve M3 grupları arasında depolama günleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir (p>0,05). M2 grubunda a_w değeri son depolama gününde diğer günlere göre yüksek tespit edilmiştir (p<0,05).

Depolama başlangıç gününde a_w değerleri M1, M2 ve M3 grupları, K0, K2 ve M0 gruplarına kıyasla yüksek ölçülmüştür. Depolamanın 7. günündeki a_w değerleri incelendiğinde en yüksek değer M2 grubunda (0,96), en düşük verinin ise K0 grubunda (0,87) belirlenmiştir.

4.1.3. Renk Analizi Sonuçları

4.1.3.1. Renk Analizi L^* Değeri Sonuçları

Çalışmada elde edilen L^* değer sonuçları Tablo 4.5 ve Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Vakum paketli çalışma gruplarının L^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	74,05±1,86 ^{Aab}	75,12±3,12 ^{Aa}	64,96±2,70 ^{Ba}
VK2	76,04±0,88 ^{Aa}	72,56±2,36 ^{Aab}	68,68±1,98 ^{Ba}
VR0	63,30±4,94 ^{Ac}	63,81±4,53 ^{Ad}	68,07±3,94 ^{Aa}
VR1	72,12±1,60 ^{Aab}	68,25±1,90 ^{Bbcd}	66,17±1,66 ^{Ba}
VR2	71,04±2,16 ^{Ab}	70,17±1,44 ^{Aabc}	67,66±3,06 ^{Aa}
VR3	69,87±0,89 ^{Ab}	66,53±4,23 ^{Ac}	68,44±2,99 ^{Aa}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çalışmamızdaki VK0 ve VK2 gruplarında, depolamanın diğer günlerine göre 7. gününde L^* değerinde azalma olduğu görülmüştür. VR0, VR2 ve VR3 gruplarında depolama günleri arasında L^* değerleri açısından istatistiksel bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). VR1 grubunda en yüksek L^* değeri depolamanın 0. gününde belirlenmiş olup, depolamanın 3. ve 7. günlerinde istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Depolamanın başlangıç gününde en düşük L^* değeri VR0 grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 3. gün L^* değerlerinde VK0 ve VK2 grubu benzerlik göstermektedir ($p>0,05$). Depolamanın 7. günü tüm gruplar arasında L^* değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.6. Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının L^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	74,05±1,86 ^{Aab}	70,65±3,49 ^{Aab}	71,65±4,76 ^{Aa}
K2	76,04±0,88 ^{Aa}	74,68±2,43 ^{Aa}	71,82±6,79 ^{Aab}
M0	63,30±4,94 ^{Ac}	67,95±2,86 ^{Abc}	65,38±2,58 ^{Aab}
M1	72,12±1,60 ^{Aab}	66,04±3,44 ^{Bc}	63,73±1,77 ^{Bb}
M2	71,04±2,16 ^{Ab}	67,56±1,60 ^{ABbc}	65,81±2,23 ^{Bab}
M3	69,87±0,89 ^{Ab}	63,70±2,84 ^{Ac}	65,14±4,65 ^{Aab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarından K0, K2, M0 ve M3 gruplarında depolama günleri arasında L^* değerlerinde istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). M1 grubunda 0. gün L^* değeri depolamanın diğer günlerindeki L^* değerine göre daha yüksektir. M2 grubunda L^* değerinde depolama boyunca azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Vakumsuz paketlenen gruplarda depolamanın 0. gününde en düşük L^* değeri (63,30) M0 grubunda belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde K0 ve K2 grupları L^* değerlerinde istatistiksel olarak benzerlik bulunmaktadır. 7. gün depolamada L^* değerleri K0, K2, M0, M2 ve M3 gruplarının L^* değerinde istatistiksel olarak benzerlik görülmekte olup, depolamanın 7. gününde en düşük (63,73) L^* değeri M1 grubunda tespit edilmiştir.

4.1.3.2. Renk Analizi a^* Değeri Sonuçları

Deneme gruplarından elde edilen a^* değerleri Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Vakum paketli çalışma gruplarının a^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	3,40±0,52 ^{Aa}	0,21±2,35 ^{Abc}	1,05±1,33 ^{Aa}
VK2	4,17±0,59 ^{Aa}	2,04±1,73 ^{Aabc}	-0,64±0,64 ^{Ba}
VR0	3,50±1,40 ^{ABa}	3,68±3,00 ^{Aa}	2,06±1,61 ^{Ba}
VR1	4,73±2,77 ^{Aa}	-1,09±2,16 ^{Bbc}	-1,48±1,31 ^{Ba}
VR2	-1,17±0,53 ^{Bb}	2,26±4,01 ^{Ac}	0,35±3,21 ^{Ba}
VR3	2,17±3,59 ^{Bab}	3,25±3,51 ^{Aab}	0,39±7,62 ^{Ba}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Araştırmadaki VK0 grubunun a^* değeri sonuçlarında depolama boyunca istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$). VK2 grubu a^* değeri depolamanın son gününde -0,64 olarak ölçülmüştür. VR0 grubunda a^* değeri depolamanın başlangıcı ile 3. ve 7. gün kıyaslandığı istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. VR1 grubunun a^* değeri, depolamanın başlangıcında 3 ve 7. günlere göre daha yüksek belirlenmiştir ($p<0,05$). VR2 ve VR3 grubundaki 3. gün a^* değerinin depolamanın diğer günlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Depolama günlerine bakıldığında 0. gün depolamasında en düşük (-1,17) a^* değeri VR2 grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın 3. gününde en yüksek (3,68) a^* değeri VR0 grubunda, en düşük (-1,09) a^* değeri VR1 grubunda ölçülmüştür. Depolamanın 7. gününde gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.8. Vakumsuz paketlenen çalışma gruplarının a^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	3,40±0,52 ^{Aa}	1,34±3,58 ^{Aab}	3,06±1,70 ^{Aa}
K2	4,17±0,59 ^{Aa}	1,61±1,49 ^{Aab}	2,11±2,17 ^{Aa}
M0	3,50±1,40 ^{Aa}	1,32±3,32 ^{Aab}	3,05±0,82 ^{Aa}
M1	4,73±2,77 ^{Aa}	2,75±3,45 ^{Aab}	4,11±3,58 ^{Aa}
M2	-1,17±0,53 ^{ABb}	-2,39±4,05 ^{Bb}	3,19±1,44 ^{Aa}
M3	2,17±3,59 ^{Aab}	4,54±3,68 ^{Aa}	4,48±3,24 ^{Aa}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

K0, K2, M0, M1 ve M3 gruplarında depolama günleri boyunca a^* değerleri açısından istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p>0,05$). M2 grubunda depolamanın başlangıcı ile son günü dikkate alındığında a^* değerinde (–) değerden (+) değere doğru yükselme olduğu görülmüştür.

Depolamanın 0. gününde K0, K2, M0, M1 ve M3 grupları arasında istatistiksel olarak benzerlik görülmektedir ($p>0,05$). Depolamanın 0. gününde en düşük (-1,17) a^* değeri M2 grubunda yer almaktadır. Depolamanın 3. gününde en yüksek (4,54) a^* değeri M3 grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın 7. gününde a^* değeri sonuçlarında gruplar arası anlamlı bir değişiklik görülmemiştir ($p>0,05$).

4.1.3.3. Renk Analizi b^* Değeri Sonuçları

Çalışmada elde edilen b^* değerleri Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Vakum paketlenen çalışma gruplarının b^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	13,05±3,24 ^{Ab}	10,61±2,88 ^{Ab}	13,85±0,83 ^{Ac}
VK2	13,02±0,72 ^{Ab}	13,03±0,75 ^{Ab}	15,02±3,29 ^{Ac}
VR0	47,90±8,72 ^{Aa}	48,52±8,13 ^{Aa}	45,48±10,48 ^{Aab}
VR1	64,75±14,41 ^{Aa}	46,23±4,57 ^{ABa}	40,17±5,47 ^{Bb}
VR2	54,84±8,25 ^{Aa}	48,57±5,37 ^{Aa}	57,24±7,29 ^{Aa}
VR3	52,96±12,71 ^{Aa}	55,86±8,13 ^{Aa}	48,00±11,48 ^{Aab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Araştırmadaki VK0, VK2, VR0, VR2 ve VR3 gruplarının depolama boyunca b^* değerinde istatistiksel bir fark görülememiştir ($p>0,05$). VR1 grubu b^* değerinin depolama boyunca azalış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın başlangıç ve 3. günlerinde b^* değerleri bakımından tüm gruplar arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 7. gününde en yüksek (57,24) b^* değeri VR2 grubunda görülmektedir.

Çalışmadaki K0, K2, M0, M1 ve M3 gruplarının depolama günleri boyunca b^* değerleri arasında anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir ($p>0,05$). M2 grubu b^* değerlerinde depolamanın 0. gün ile 3. gün kıyaslandığından azalış olduğu, depolamanın 3. günü ile depolamanın 7. günü kıyaslandığında artış olduğu ve başlangıç düzeyine yaklaştığı görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4.10. Vakumsuz paketli çalışma gruplarının b^* değerleri

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	13,05±3,24 ^{Ab}	13,96±4,87 ^{Ab}	12,07±4,16 ^{Ab}
K2	13,02±0,72 ^{Ab}	16,34±1,22 ^{Ab}	12,42±4,67 ^{Ab}
M0	47,90±8,72 ^{Aa}	54,59±14,25 ^{Aa}	43,67±4,63 ^{Aa}
M1	64,75±14,41 ^{Aa}	49,82±6,57 ^{Aa}	43,43±13,05 ^{Aa}
M2	54,84±8,25 ^{Aa}	38,59±7,48 ^{Ba}	54,77±2,97 ^{Aa}
M3	52,96±12,71 ^{Aa}	53,20±13,8 ^{Aa}	47,91±17,02 ^{Aa}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Depolamanın 0, 3 ve 7. günlerinde b^* değeri açısından M2 grubu hariç tüm gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. M2 grubunda ise depolamanın başlangıç ve bitiş değerleri arasında istatistiksel fark belirlenmemiş olup 3. gün değeri farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

4.1.4. Toplam Koliform Bakteri Analizi Sonuçları

Mevcut araştırmada elde edilen toplam koliform bakteri sonuçları vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplar için sırasıyla Tablo 4.11, Tablo 4.12 ve Vakumsuz

paketlenen araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları grafiği ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

VK0 grubunda depolamanın 0. ve 7. gününde koliform sayısı açısından istatistiksel fark yoktur. VK2 grubunda toplam koliform bakteri sayımında başlangıç ile 3. günü arasında 0,51 log artış saptanmıştır. VK2 grubunun 7. gününde ise toplam koliform bakteri sayısı tespit limitinin (<1 log) altında kalmıştır ($p<0,05$). VR0 grubunda da koliform sayısı 7. gününde tespit limitinin altında kalmıştır ($p<0,05$). VR1 grubunun 0. gününde toplam koliform sayısı 1,67 log tespit edilmiş olup, sonraki depolama günlerinde toplam koliform bakteri tespit edilememiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.11. Vakum paketli araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	$1,98 \pm 0,02^{Bd}$	$2,28 \pm 0,02^{Ab}$	$1,98 \pm 0,02^{Ba}$
VK2	$2,15 \pm 0,02^{Bc}$	$2,66 \pm 0,03^{Aa}$	$<1^{Cb}$
VR0	$2,62 \pm 0,03^{Ba}$	$2,69 \pm 0,03^{Aa}$	$<1^{Cb}$
VR1	$1,67 \pm 0,02^{Ae}$	$<1^{Bc}$	$<1^{Bb}$
VR2	$2,28 \pm 0,02^{Ab}$	$2,28 \pm 0,02^{Ab}$	$<1^{Bb}$
VR3	$<1^f$	$<1^c$	$<1^b$

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

VR2 grubunda VR0 ve VK2 gruplarında olduğu gibi depolamanın 7. gününde toplam koliform sayısı tespit limitinin altında kalmıştır. VR3 grubunda ise depolama boyunca toplam koliform tespit edilememiştir ($p>0,05$). Genel olarak gruplardaki toplam koliform sayısı değerlendirildiğinde VK0 hariç diğer tüm gruplarda depolama sonunda tespit limitinin altında kaldığı görülmüştür.

K0 grubunda toplam koliform bakteri sayısı depolamanın başlangıcına göre son gününde 0,96 log artış göstermiştir ($p<0,05$). K2 grubunda ise toplam koliform sayısı 7. günde tespit limitinin altında kalmıştır. M0 grubunda başlangıçta 2,62 log olan toplam koliform bakteri sayısı depolamanın 3. gününden sonra <1 log düzeyine inmiştir. M1 grubunda ise toplam koliform sayısında 0. ve 3. gün arasında 0,61 log artışı saptanmış, 7. günde M1 grubundaki toplam koliform bakteri sayısının tespit

limitinin (<1 log) altında kalmıştır. M2 grubunda depolamanın başlangıç gününde 2,28 log toplam koliform bakteri tespit edilirken, depolamanın 3. ve 7. günlerindeki toplam koliform bakteri yükünün tespit limitinin altında olduğu görülmüştür. M3 grubunda tüm depolama günlerinde toplam koliform bakteri yükünün tespit limitinin altında olduğu belirlenmiştir.

Depolamanın başlangıç günü 0. günde en yüksek toplam koliform bakteri yükü M0 grubunda 2,62 log olarak tespit edilirken, sayılabilen en düşük toplam koliform bakteri yükü M1 grubunda 1,67 log olarak saptanmıştır ($p<0,05$). M3 grubunda toplam koliform bakteri sayısı depolama süresince tespit limitinin ($1 \log_{10}$ KOB/g) altında kalmıştır. Depolamanın 3. gününde K2 grubu en yüksek toplam koliform bakteri yükü 2,57 log, sayılabilen en düşük toplam koliform bakteri yükünün M1 grubunda 2,28 log olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

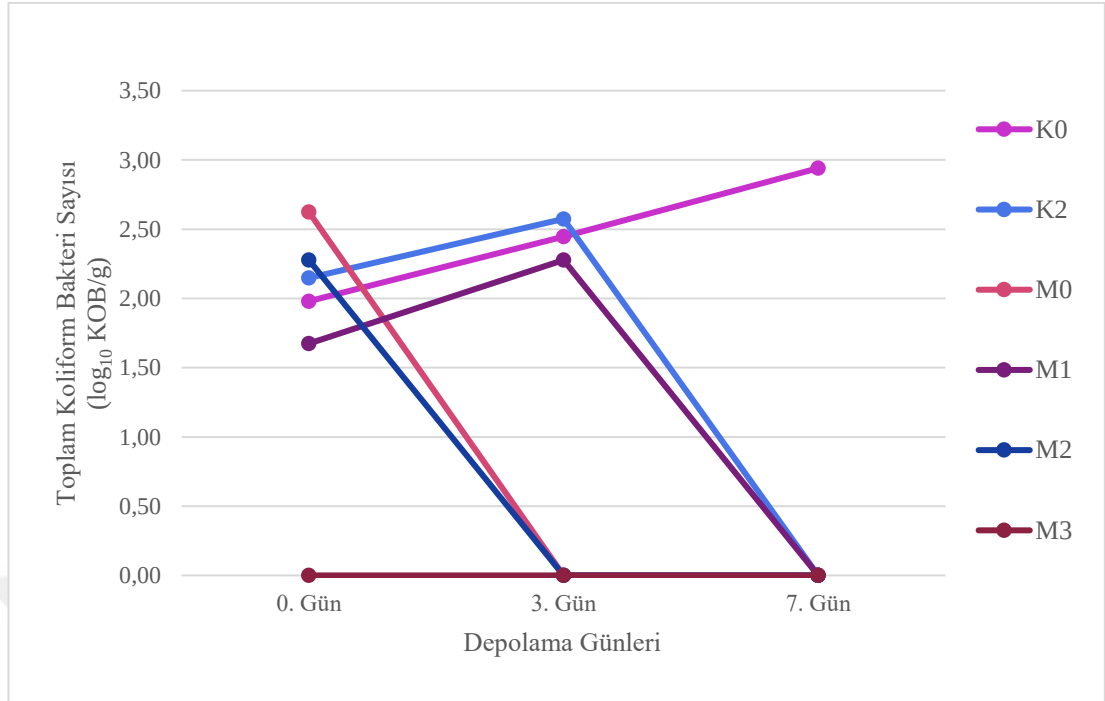
Tablo 4.12. Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	$1,98 \pm 0,02^{Cd}$	$2,45 \pm 0,02^{Bb}$	$2,94 \pm 0,03^{Aa}$
K2	$2,15 \pm 0,02^{Bc}$	$2,57 \pm 0,03^{Aa}$	$<1^{Cb}$
M0	$2,62 \pm 0,03^{Aa}$	$<1^{Bd}$	$<1^{Bb}$
M1	$1,67 \pm 0,37^{Be}$	$2,28 \pm 1,31^{Ac}$	$<1^{Cb}$
M2	$2,28 \pm 0,02^{Ab}$	$<1^{Bd}$	$<1^{Bb}$
M3	$<1^f$	$<1^d$	$<1^b$

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Depolamanın 3. gününde M0, M2 ve M3 gruplarında toplam koliform bakteri sayımın tespit limitinin ($1 \log_{10}$ KOB/g) altında kaldığı belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününde sadece K0 grubunda toplam koliform bakteri sayılmış olup, diğer gruplarda bu değer tespit limitinin altında kalmıştır.



Şekil 4.1. Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam koliform bakteri sayım sonuçları grafiği

4.1.5. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Analiz Sonuçları

Çalışmada elde edilen toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sonuçları vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplar için sırasıyla Tablo 4.13 ve Tablo 4.14’te verilmiştir.

Tablo 4.13. Vakum paketli araştırma gruplarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları (log₁₀ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	1,87±0,02 ^{Cd}	4,39±0,04 ^{Ba}	5,02±0,05 ^{Aa}
VK2	2,45±0,02 ^{Cb}	3,96±0,04 ^{Bc}	4,82±0,05 ^{Ab}
VR0	4,16±0,04 ^{Aa}	4,19±0,04 ^{Ab}	3,76±0,04 ^{Bd}
VR1	4,21±0,04 ^{Aa}	3,27±0,03 ^{Cf}	3,56±0,04 ^{Be}
VR2	1,83±0,02 ^{Cd}	3,65±0,04 ^{Bd}	4,67±0,05 ^{Ac}
VR3	2,19±0,02 ^{Cc}	3,56±0,04 ^{Be}	4,67±0,05 ^{Ac}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

VK0 grubunda toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı depolama boyunca artmıştır, 0. gün ile 7. gün arasında 3,15 log artış saptanmıştır (p<0,05). VK2

grubunda TAMB sayısı depolama boyunca artış göstermiştir, bu artış istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). VR0 grubunda depolamanın 0. ve 3. gün TAMB sayımları arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$). Ancak 7. günde belirlenen düşüş ile beraber istatistiksel fark ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). VR1 grubu TAMB sayıları depolamanın başlangıcında en yüksek 4,21 log 3. günde ise bu gruptaki en düşük (3,27 log) sayım alınmıştır ($p<0,05$). VR2 ve VR3 gruplarında TAMB sayısında depolama boyunca artış görülmüştür. Bu artışlar tüm günler arasından istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gün TAMB analiz sonuçları dikkate alındığında en yüksek değer 4,21 log ile VR1 grubunda belirlenmiştir. Depolamanın 3. ve 7. gününde en yüksek TAMB sayımı VK0 grubunda belirlenmiştir. Depolamanın son günü dikkate alındığında en düşük TAMB sayısı VR1 (3,56 log) grubundadır.

Tablo 4.14. Vakumsuz paketlenen araştırma grupların toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	1,87±0,02 ^{Cc}	5,27±0,05 ^{Ba}	5,45±0,06 ^{Aa}
K2	2,45±0,02 ^{Cb}	4,32±0,04 ^{Bd}	4,53±0,05 ^{Ad}
M0	4,16±0,04 ^{Ba}	4,51±0,05 ^{Ac}	4,02±0,06 ^{Cf}
M1	4,21±1,35 ^{Ba}	4,71±0,59 ^{Ab}	4,30±0,55 ^{Be}
M2	1,83±0,02 ^{Cc}	3,62±0,04 ^{Be}	5,18±0,05 ^{Ab}
M3	4,17±0,04 ^{Ca}	4,54±0,05 ^{Bc}	4,73±0,05 ^{Ac}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

K0 grubunda depolama boyunca TAMB sayısında artış görülmüştür. Bu artış tüm analiz günleri arasında istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$). K2, M2 ve M3 gruplarında TAMB sayımı sonuçlarında depolama boyunca istatistiksel olarak farklılık gösteren artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). M0 grubunda depolamanın başlangıcı ile 3. gün arasında TAMB sayısında 0,35 log artış, depolamanın 3. gün ile 7. gün arasında ise 0,49 log azalış belirlenmiştir ($p<0,05$). M1 grubu TAMB sayımı sonuçlarında depolamanın başlangıç günü ve 7. günleri arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0,05$). M2 grubu depolama günleri arasında en düşük TAMB sayısı 0. günde, en yüksek sayım ise 7. günde belirlenmiştir. M2 grubunda depolamanın 0. gün

ile 7. gün arasında TAMB değerinde 3,35 log artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). M3 grubunda TAMB sayısında depolamanın başlangıcından sonuna kadar artış görülmüştür ($p<0,05$).

Depolamanın başlangıç günü olan 0. günde M0, M1 ve M3 grupları aralarında TAMB sayılarında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 3. günü dikkate alındığından en yüksek TAMB sayısı 5,27 log ile K0 grubunda, en düşük TAMB sayısı ise 3,62 log değeri ile M2 grubunda belirlenmiştir. Depolamanın 7. gününde en yüksek TAMB sayısı K0, en düşük ise M0 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$).

4.1.6. Toplam Psikrofil Bakteri Analiz Sonuçları

Çalışmadan elde edilen toplam psikrofil bakteri sayım sonuçları vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplar için sırasıyla Tablo 4.15 ve Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.15. Vakum paketli araştırma gruplarının toplam psikrofil bakteri sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	3,64±0,04 ^{Cd}	5,34±0,05 ^{Ac}	4,90±0,05 ^{Ba}
VK2	4,91±0,05 ^{Bb}	5,45±0,06 ^{Ab}	4,85±0,05 ^{Ba}
VR0	5,32±0,05 ^{Ba}	5,82±0,06 ^{Aa}	4,51±0,05 ^{Cc}
VR1	4,26±0,04 ^{Bc}	5,20±0,05 ^{Ad}	3,95±0,04 ^{Cd}
VR2	3,41±0,03 ^{Ce}	4,46±0,05 ^{Ae}	3,64±0,04 ^{Be}
VR3	2,48±0,02 ^{Cf}	4,36±0,04 ^{Bf}	4,60±0,05 ^{Ab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Vakum ambalajlı depolamada toplam psikrofil bakteri sayısı, depolamanın 3. gününde başlangıç gününe göre tüm gruplarda artmış olup, depolamanın son gününde ise psikrofil bakteri sayısı 3. güne göre VR3 grubu hariç tüm gruplarda düşmüştür. VR3 grubu toplam psikrofil bakteri sayısı log değerleri depolama başlangıcından depolama sonuna kadar artmıştır.

Depolama günleri arasında en düşük psikrofil bakteri sayısı 0. ve 3. gün depolamalarında VR3 grubunda, 7. günde ise VR2 grubunda belirlenmiştir. En yüksek

psiktofil bakteri sayısı depolamanın 0. ve 3. gününde VR0 grubunda iken, 7. günde VK0 grubundadır.

Tablo 4.16. Vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının toplam psikrofil bakteri sayım sonuçları (log₁₀ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	3,64±0,04 ^{Cd}	5,98±0,06 ^{Aa}	4,80±0,05 ^{Ba}
K2	4,91±0,05 ^{Bb}	5,66±0,06 ^{Ab}	4,80±0,05 ^{Ca}
M0	5,32±0,05 ^{Ba}	5,48±0,06 ^{Ac}	4,78±0,05 ^{Ca}
M1	4,26±0,46 ^{Bc}	5,49±0,04 ^{Ac}	4,17±0,62 ^{Bb}
M2	3,41±0,03 ^{Be}	5,46±0,06 ^{Ac}	3,04±0,03 ^{Cc}
M3	2,48±0,02 ^{Bf}	4,06±0,04 ^{Ad}	4,12±0,04 ^{Ab}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

K0 grubu toplam psikrofil bakteri sayısı depolamanın 0. günü; 3. günü ile kıyaslandığında 2,34 log, 7. günü ile kıyaslandığında ise 1,16 log artış tespit edilmiştir. K2 grubunda 3. gün sayım sonuçları başlangıçtan 0,75 log daha fazladır. M2 grubunda en yüksek psikrofil bakteri sayısı (5,46 log) depolamanın 3. gününde belirlenmiştir. Tüm gruplar ve depolama günleri sonuçları dikkate alındığında en düşük psikrofil bakteri sayısı (2,48 log) 0. günde M3 grubunda, en yüksek ise 5,98 log ile K0 grubunda depolamanın 3. gününde tespit edilmiştir.

4.1.7. Maya-Küf Analiz Sonuçları

Çalışmada elde edilen maya-küf sonuçları vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplar için sırasıyla Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir.

Araştırmadaki VK0 ve VR0 gruplarında depolamanın 3. gününde maya-küf sayısında artış görülmüş olup, depolamanın 7. gününde azalmıştır. VK2, VR2 ve VR3 gruplarında maya-küf sayıları tüm analiz günlerinde artış göstermiştir. VR1 grubunda maya-küf sayısı 3. günde 0,19 log azalmıştır, ancak bu değer depolamanın son gününde 0,81 log artış göstermiştir. Tüm depolama günleri dikkate alındığında en yüksek maya-küf sayısı VR0 grubunda belirlenmiştir.

Tablo 4.17. Vakum paketli araştırma grupların maya-küf sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	4,52±0,05 ^{Cd}	6,60±0,07 ^{Ab}	5,62±0,06 ^{Bd}
VK2	5,08±0,05 ^{Cb}	5,96±0,06 ^{Bc}	6,21±0,06 ^{Ab}
VR0	5,69±0,06 ^{Ca}	6,91±0,07 ^{Aa}	6,39±0,06 ^{Ba}
VR1	4,98±0,05 ^{Bc}	4,79±0,05 ^{Ce}	5,60±0,06 ^{Ad}
VR2	4,25±0,04 ^{Ce}	4,51±0,05 ^{Bf}	4,95±0,05 ^{Ae}
VR3	3,91±0,04 ^{Cf}	5,67±0,06 ^{Bd}	5,91±0,06 ^{Ac}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

K0 grubundaki maya-küf sayısı depolamanın 3. gününde artış göstermiş olup, depolamanın 7. gününde 3. güne kıyasla 2,25 log azalma belirlenmiştir. K2, M0 ve M2 gruplarında maya-küf sayısı depolama boyunca artış göstermiştir. M1 grubunda ise 4,98 log olan başlangıç maya-küf sayısı depolamanın 3. gününde 1,38 log artış göstermiştir. Bu grupta depolamanın 7. günü maya-küf sayısı ise 3. güne göre azalmıştır ($p>0,05$). M3 grubunda depolamanın 3. gününde başlangıca göre maya-küf sayısında artış olup, depolama sonunda bu değer düşmüştür.

Tablo 4.18. Vakumsuz paketlenen araştırma grupların maya-küf sayım sonuçları ($\log_{10}$ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	4,52±0,05 ^{Bd}	6,60±0,07 ^{Aa}	4,35±0,04 ^{Cf}
K2	5,08±0,05 ^{Cb}	5,86±0,06 ^{Bc}	6,97±0,07 ^{Aa}
M0	5,69±0,06 ^{Ca}	5,95±0,06 ^{Bc}	6,67±0,07 ^{Ab}
M1	4,98±0,38 ^{Bc}	6,36±0,20 ^{Ab}	6,27±0,14 ^{Ad}
M2	4,25±0,04 ^{Ce}	5,93±0,06 ^{Bc}	6,41±0,06 ^{Ac}
M3	3,91±0,04 ^{Cf}	5,86±0,06 ^{Ac}	5,48±0,06 ^{Be}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Depolama günleri incelendiğinde, 0. depolama gününde en yüksek (5,69 log) maya-küf sayısı M0 grubunda olup, en düşük (3,91 log) sayım M3 grubunda alınmıştır. Depolamanın 3. gününde ise maya-küf sayısı en yüksek olan (6,60 log) K0 grubudur. Depolamanın 3. gününde K2, M0, M2 ve M3 gruplarındaki maya-küf sayıları arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 7. gününde ise en yüksek maya-küf sayısının K2 grubunda, en düşüğünün ise K0 grubunda olduğu görülmüştür.

4.1.8. Tiyobarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS) Analizi

Çalışmada elde edilen tiyobarbitürik asit reaktif ürünleri (TBARS) sonuçları vakumlu ve vakumsuz paketlenen gruplar için sırasıyla Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.19. Vakum paketli araştırma grupların TBARS analizi sonuçları (μmol/kg)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
VK0	6,35±0,15 ^{Cab}	8,04±0,10 ^{Bb}	11,01±0,27 ^{Ab}
VK2	7,56±0,30 ^{Ca}	9,55±0,24 ^{Ba}	13,01±0,30 ^{Aa}
VR0	6,06±0,22 ^{Bb}	6,73±0,23 ^{ABc}	7,66±0,65 ^{Ac}
VR1	3,94±0,25 ^{Cc}	5,56±0,30 ^{Bd}	6,83±0,09 ^{Ad}
VR2	6,22±0,88 ^{Ab}	3,30±0,29 ^{Be}	5,07±0,16 ^{Ae}
VR3	5,73±0,75 ^{Ab}	3,36±0,66 ^{Be}	4,47±0,03 ^{ABe}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çalışmada yer alan TBARS sonuçlarında VK0, VK2 ve VR1 gruplarında depolama boyunca artış tespit edilmiştir (p<0,05). VR0 grubunda en düşük (6,06 μmol/kg) TBARS değeri depolamanın 0. gününde, en yüksek (7,66) TBARS değeri depolamanın son günü 7. günde tespit edilmiştir (p<0,05). VR2 grubunda depolamanın başlangıcı ile 3. günü kıyaslandığında TBARS değerinde azalış, depolamanın 3. günü ile 7. günü kıyaslandığında ise TBARS değerinde artış olduğu görülmüştür (p<0,05). VR3 grubunda depolamanın başlangıç günü en yüksek (5,73 μmol/kg) TBARS değeri belirlenmiştir.

Depolamanın 0. gününde en yüksek (7,56 μmol/kg) TBARS değeri VK2 grubunda, en düşük (3,94 μmol/kg) TBARS değeri ise VR1 grubunda tespit edilmiştir (p<0,05). Depolamanın 3. ve 7. gününde en yüksek TBARS değeri sırasıyla 9,55 μmol/kg ve 13,02 μmol/kg ile VK2 grubunda belirlenmiştir.

Tablo 4.20. Vakumsuz paketlenen araştırma grupların TBARS analizi sonuçları (µmol/kg)

Gruplar	Depolama Günleri		
	0. gün	3. gün	7. gün
K0	6,46±0,31 ^{Cb}	10,60±0,57 ^{Bb}	14,06±0,23 ^{Ab}
K2	7,82±0,23 ^{Ca}	12,90±0,16 ^{Ba}	16,29±0,55 ^{Aa}
M0	6,00±0,14 ^{Bb}	5,52±0,13 ^{Cc}	6,56±0,15 ^{Ac}
M1	6,06±0,16 ^{Bb}	4,55±0,18 ^{Cd}	6,57±0,11 ^{Ac}
M2	6,04±0,19 ^{Ab}	4,05±0,09 ^{Cde}	5,59±0,02 ^{Bd}
M3	6,07±0,21 ^{Ab}	3,57±0,16 ^{Ce}	5,04±0,17 ^{Bd}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).
a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

K0 ve K2 gruplarında depolama boyunca TBARS sonuçlarında artış olduğu belirlenmiştir (p<0,05). M0 ve M1 gruplarında depolamanın başlangıç günü ile 3. gün kıyaslandığında TBARS sonuçlarında azalış olduğu, depolamanın 3 ile 7. günü kıyaslandığında ise TBARS sonuçlarında artış olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). M2 ve M3 gruplarının en yüksek TBARS sonuçları depolamanın 0. gününde görülmüştür (p<0,05). Tüm gruplar ve bütün depolama günleri dikkate alındığında en yüksek TBARS sonuçları K2 grubunda tespit edilmiştir.

4.2. *Salmonella* Typhimurium ile Kontamine Edilen Deneme Gruplarının Sonuçları

4.2.1. pH Analizi Sonuçları

Mevcut tez çalışmasında vakumlu ve vakumsuz paketlenen grupların depolama günlerindeki pH değerleri sırasıyla Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de verilmiştir.

KVK0 grubundaki pH değerlerinde 0, 1, 3 ve 7. gün depolamaları arasında istatistiksel bir fark yoktur (p>0,05). Ancak depolamanın 14. günündeki değer ile diğer günlerdeki değerler kıyaslandığında farklılık görülmektedir (p<0,05). KVK1 grubunda tüm depolama günleri arasındaki en yüksek pH değeri 1. günde tespit edilmiş olup en düşük değer 5. günde ölçülmüştür. KVK2 grubundaki en yüksek pH değeri depolamanın 7. gününde, en düşük pH değeri ise 0. günde ölçülmüştür (p<0,05). KVR0 grubunda en yüksek pH değerleri (7,23) 5. günde elde edilmiştir (p<0,05).

KVR1 grubunda en düşük pH değeri 5. günde, en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KVR2 grubundaki pH değerlerine bakıldığında 0 ve 5. gün bulguları arasında istatistiksel fark yoktur, bu gruptaki en yüksek pH değeri 6. günde, en düşük pH değeri ise 14. günde tespit edilmiştir. KVR3 grubundaki pH değerleri dalgalı bir seyir göstermiştir, bu gruptaki en yüksek pH değeri 7. günde tespit edilmiştir.

Depolamanın başlangıç gününde en yüksek pH değeri KVR1 grubunda tespit edilmiştir ($P<0,05$). Depolamanın 1. gününde KVK1 grubunda en yüksek pH değeri ölçülmüştür. KVK1, KVK2 ve KVR1 grupları arasında depolamanın 3. gününde anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Depolamanın 5. gününde en yüksek pH değeri KVR0, en düşük pH değeri ise KVK1 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 7. günü analizlerinde en yüksek pH sonucu KVR3 grubunda belirlenmiştir. Bu günde KVK0, KVK1 ve KVR1 gruplarının pH sonuçları arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 14. gününde ise KVK0 grubunda en yüksek pH tespit edilmiş olup, en düşük pH değeri KVR2 grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.21. *Salmonella* Typhimurium ile kontamine edilen vakum paketli araştırma gruplarının pH değerleri

Gruplar	Depolama Günleri					
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün
KVK0	6,24±0,06 ^{Bbc}	6,28±0,06 ^{Be}	6,16±0,06 ^{Bbc}	6,04±0,06 ^{Ce}	6,23±0,06 ^{Bd}	6,83±0,07 ^{Aa}
KVK1	6,14±0,06 ^{Ecd}	7,08±0,07 ^{Aa}	6,48±0,07 ^{Ca}	5,66±0,06 ^{Ff}	6,29±0,06 ^{Dd}	6,75±0,07 ^{Ba}
KVK2	6,26±0,06 ^{Db}	6,39±0,06 ^{BCde}	6,49±0,07 ^{Ba}	6,43±0,06 ^{BCc}	6,63±0,07 ^{Ab}	6,37±0,06 ^{CDc}
KVR0	6,09±0,06 ^{Dd}	6,77±0,07 ^{Bc}	6,02±0,06 ^{Dd}	7,23±0,07 ^{Aa}	6,52±0,07 ^{Cc}	6,57±0,07 ^{Cb}
KVR1	6,67±0,07 ^{Ba}	6,95±0,07 ^{Ab}	6,40±0,06 ^{Ca}	6,06±0,06 ^{Ee}	6,18±0,06 ^{Dd}	6,48±0,07 ^{Cb}
KVR2	6,25±0,06 ^{Bbc}	6,42±0,06 ^{Ad}	6,13±0,06 ^{Ccd}	6,25±0,06 ^{Bd}	6,47±0,07 ^{Ac}	5,71±0,06 ^{De}
KVR3	6,30±0,06 ^{Cb}	6,46±0,07 ^{Bd}	6,26±0,06 ^{Cb}	6,54±0,07 ^{Bb}	7,10±0,07 ^{Aa}	6,07±0,06 ^{Dd}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

KK0 grubunda depolama günleri arasında en yüksek pH değeri depolamanın son gününde tespit edilmiştir. KK1 grubundaki depolama günleri arasında en düşük pH değeri 0. gün, en yüksek ise 1. gününde saptanmıştır ($p<0,05$). KK2 grubunda en düşük pH depolamanın 5. gününde, en yüksek pH değeri ise 14. günde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM0 grubunda en yüksek pH değeri depolamanın 1. gününde, tespit edilirken en düşük pH değeri ise 3. günde belirlenmiştir. KM1 ve KM2 gruplarında en yüksek pH depolamanın 1. gününde, en düşük pH ise 7. günde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM3 grubunda en düşük pH değeri 5. günde, en yüksek değer ise 1. günde ölçülmüştür ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde KM1 grubunun pH değerinin diğer deneme gruplarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). KK0, KK2, KM2 ve KM3 grupları arasında 0. günde istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 1. gününde en yüksek pH değeri KM3 grubunda, en düşük pH değeri ise KK2 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 1. gününde KK1, KM0 ve KM1 grupları arası pH değerlerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Depolamanın 3. gününde KM0 grubunun en düşük pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 5. gününde en yüksek pH değeri KM0 grubunda, en düşük pH değeri ise KK2 grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 7. günündeki pH verileri değerlendirildiğinde en düşük pH KM1 grubunda ölçülmüştür. KM0, KM1 ve KM2 gruplarında depolamanın 14. gün değerlerinde istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.22. *Salmonella* Typhimurium ile kontamine edilen vakumsuz paketlenen araştırma gruplarının pH değerleri

Gruplar	Depolama Günleri					
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün
KK0	6,24±0,06 ^{DEbc}	6,32±0,06 ^{CDd}	6,17±0,06 ^{Eb}	6,38±0,06 ^{Ccd}	6,70±0,07 ^{Bb}	7,64±0,08 ^{Aa}
KK1	6,14±0,06 ^{Dcd}	7,12±0,07 ^{Ab}	6,22±0,06 ^{Db}	6,74±0,07 ^{Cb}	6,91±0,07 ^{Ba}	6,79±0,07 ^{BCc}
KK2	6,26±0,06 ^{CDb}	6,31±0,06 ^{BCd}	6,18±0,06 ^{Db}	5,89±0,06 ^{Ee}	6,39±0,06 ^{Bc}	7,25±0,07 ^{Ab}
KM0	6,09±0,06 ^{Dd}	7,10±0,07 ^{Ab}	6,01±0,06 ^{Dc}	7,02±0,07 ^{Aa}	6,35±0,06 ^{Cc}	6,60±0,07 ^{Bd}
KM1	6,67±0,07 ^{Ba}	7,12±0,07 ^{Ab}	6,22±0,06 ^{Db}	6,48±0,07 ^{Cc}	6,00±0,06 ^{Ee}	6,56±0,07 ^{BCd}
KM2	6,25±0,06 ^{Dbc}	6,84±0,07 ^{Ac}	6,44±0,07 ^{Ca}	6,71±0,07 ^{Bb}	6,12±0,06 ^{Ed}	6,54±0,07 ^{Cd}
KM3	6,30±0,06 ^{Eb}	7,47±0,08 ^{Aa}	6,44±0,06 ^{Da}	6,29±0,06 ^{Ed}	6,84±0,07 ^{Ca}	7,12±0,07 ^{Bb}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.2.2. *Salmonella* Typhimurium Sayım Sonuçları

Mevcut tez çalışmasında vakumlu ve vakumsuz paketlenen grupların depolama günlerindeki *S. Typhimurium* sayım sonuçları sırasıyla Tablo 4.23 ve Tablo 4.24'te verilmiştir.

Araştırmanın bu kısmında KVK0 grubunda depolama başlangıcından depolama sonuna kadar *Salmonella* Typhimurium tespit edilememiştir. Tüm günler ve gruplar dikkate alındığında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KVK1 grubunda depolamanın 3. gününde tespit edilmiştir. KVK1 grubundaki depolama günleri arasında en düşük (4,27 log) *S. Typhimurium* sayısı ise 0. günde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KVK2 grubunun sonuçlarına bakıldığında depolama günleri içerisinde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı (5,47 log) depolamanın son gününde belirlenmiştir. KVK2 grubunda 0 ve 5. gün örnekleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). KVK2 grubundaki *S. Typhimurium* sonuçlarında depolamanın 0. günü ile 1, 3 ve 7. günleri kıyaslandığında sırasıyla 1,22, 1,62 ve 0,73 log artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). KVR0 grubunda depolama günleri arasındaki en yüksek (5,47 log) *S. Typhimurium* sayısı 14. günde tespit edilmiştir. KVR0 grubunda depolamanın 0, 1 ve 5. günleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). KVR0 grubunda 0. gün depolama ile son depolama günü olan 14. gün kıyaslandığında *S. Typhimurium* sayısında 1,68 log artış olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). KVR1 grubundaki depolama günleri arasındaki en yüksek *S. Typhimurium* sayısı (6,01 log) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KVR1 grubundaki 0 ve 3. gün depolamalarında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). KVR1 grubu depolama günleri arasında dalgalı bir seyir görülmekte olup, depolamanın 3. gününden sonra *S. Typhimurium* sayısında artış görülmüştür ($p<0,05$). KVR1 grubunda soğuk muhafazanın 5. günü ile 7. günü kıyaslandığında 0,3 log, 5. gün ile 14. gün kıyaslandığında ise 1,82 log artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). KVR1 grubundaki depolamanın 0. günü ile 14. gündeki *S. Typhimurium* sayım sonuçları arasında 1,96 log artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). KVR2 grubunda depolamanın 1. gününde başlangıca göre *S. Typhimurium* sayısında 0,58 log azalma görülmüştür ($p<0,05$). KVR2 grubu sayım sonuçları incelendiğinde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı (6,04 log) depolamanın 14. günde, en düşük *S. Typhimurium* sayısı ise depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KVR2

grubunda 0. gün ile 14. gün depolama günleri arasında *S. Typhimurium* sayısı 1,96 log artmıştır ($p<0,05$). KVR3 grubunda depolama günleri arasında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı (6,16 log) depolamanın 14. gününde saptanmıştır ($p<0,05$). KVR3 grubunda depolamanın 0. ile 14. günü arasında 2,32 log *S. Typhimurium* artışı tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Tablo 4.23. Vakum paketli araştırma grupların *Salmonella* Typhimurium sayım sonuçları (log₁₀ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri					
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün
KVK0	<1 ^e	<1 ^g	<1 ^f	<1 ^f	<1 ^d	<1 ^e
KVK1	4,27±0,27 ^{Ea}	4,45±0,34 ^{Db}	6,46±0,60 ^{Aa}	5,82±1,14 ^{Ba}	4,38±0,10 ^{Dc}	5,69±0,11 ^{Cc}
KVK2	3,76±0,03 ^{Ed}	4,98±0,05 ^{Ca}	5,38±0,05 ^{Bb}	3,80±0,03 ^{Ede}	4,49±0,04 ^{Db}	5,47±0,05 ^{Ad}
KVR0	3,79±0,03 ^{Dcd}	3,86±0,03 ^{Dd}	4,59±0,04 ^{Bc}	3,83±0,03 ^{Dd}	4,42±0,04 ^{Cc}	5,47±0,05 ^{Ad}
KVR1	4,05±0,04 ^{Db}	4,23±0,04 ^{Cc}	4,01±0,04 ^{Dd}	4,19±0,04 ^{Cb}	4,49±0,04 ^{Bb}	6,01±0,06 ^{Ab}
KVR2	4,08±0,04 ^{Cb}	3,50±0,03 ^{Ff}	3,65±0,03 ^{Ee}	3,91±0,03 ^{Dc}	4,66±0,04 ^{Ba}	6,04±0,06 ^{Ab}
KVR3	3,84±0,03 ^{Dc}	3,71±0,03 ^{Ee}	4,00±0,04 ^{Cd}	3,74±0,03 ^{Ee}	4,52±0,04 ^{Bb}	6,16±0,06 ^{Aa}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 4.24'deki veriler dikkate alındığında depolamanın 0. gününde gruplar arasında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı 4,27 log ile KVK1 grubunda iken en düşük *S. Typhimurium* sayısı 3,76 ile KVK2 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 1. gününde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KVK2 grubunda (4,98 log) iken en düşük sayım (3,50 log) KVR2 grubunda alınmıştır ($p<0,05$). Depolamanın 3. gününde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KVK1 grubunda 6,46 log, en düşük *S. Typhimurium* sayısı ise KVR2 grubunda 3,65 log olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 5. gününde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı 5,82 log ile KVK1 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 5. gününde KVK2 ve KVR0 gruplarının *S. Typhimurium* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 5. gününde gruplar arasındaki en düşük *S. Typhimurium* sayısı KVR3 grubunda 3,74 log olarak bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 7. günü KVK2, KVR1 ve KVR3 gruplarındaki *S. Typhimurium* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 7. gününde en yüksek (4,66 log) *S. Typhimurium* sayısı KVR2 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın son günü olan 14. günde gruplar arasında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KVR3 grubunda 6,16 log olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 14. gününde KVK2 ile KVR0 ve KVR1 ile KVR2 gruplarının kendi aralarında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.24'teki veriler incelendiğinde KK0 grubunda depolama günleri boyunca *Salmonella Typhimurium* belirlenmemiştir. KK1 grubundaki depolamanın 0 ve 1. gün örneklerinin *Salmonella Typhimurium* sayısında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$). KK1 grubu depolama günlerinden 0. gün ile 14. gün kıyaslandığında *S. Typhimurium* sayısında 1,46 log artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). KK1 grubundaki depolamanın 7. gün ile 14. gün sayım sonuçlarına bakıldığında *S. Typhimurium* sayısında 0,62 log artış görülmüştür ($p<0,05$). KK2 grubu depolama günleri arasında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı 7. günde, en düşük sayı ise 0. günde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KK2 grubunda depolamanın 1. günü ile 3. günü kıyaslandığında *S. Typhimurium* sayısında 1,03 log artış belirlenmiştir ($p<0,05$). KK2 grubunda depolamanın başlangıcı ile sonu olan 14. gün arasında 0,72 log *S. Typhimurium* artışı saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.24. Vakumsuz paketlenen araştırma grupların *Salmonella* Typhimurium sayım sonuçları (log₁₀ KOB/g)

Gruplar	Depolama Günleri					
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün
KK0	<1 ^f	<1 ^d	<1 ^g	<1 ^g	<1 ^f	<1 ^f
KK1	4,27±0,04 ^{Da}	4,23±0,04 ^{Dab}	5,40±0,05 ^{Ba}	5,66±0,06 ^{Aa}	5,11±0,05 ^{Cb}	5,73±0,06 ^{Aa}
KK2	3,76±0,04 ^{Fe}	4,19±0,04 ^{Eb}	5,22±0,05 ^{Bb}	5,13±0,05 ^{Cb}	5,44±0,05 ^{Aa}	4,48±0,05 ^{Db}
KM0	3,93±0,04 ^{Bd}	4,25±0,04 ^{Aab}	3,61±0,04 ^{Df}	3,93±0,04 ^{Bd}	3,72±0,04 ^{Cd}	3,46±0,03 ^{Ed}
KM1	4,05±0,04 ^{CDc}	4,11±0,04 ^{Cc}	4,02±0,04 ^{Dd}	4,36±0,04 ^{Bc}	4,91±0,05 ^{Ac}	3,58±0,04 ^{Ec}
KM2	4,08±0,04 ^{Bc}	4,29±0,04 ^{Aa}	4,13±0,04 ^{Bc}	3,67±0,04 ^{Cf}	3,56±0,04 ^{De}	3,57±0,04 ^{Dc}
KM3	4,18±0,04 ^{Ab}	4,11±0,04 ^{Bc}	3,84±0,04 ^{Ce}	3,84±0,04 ^{Ce}	3,60±0,0 ^{De}	3,03±0,03 ^{Ee}

A, B, C (→): Farklı üstel harflerle aynı satırda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c (↓): Farklı üstel harflerle aynı sütunda gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0,05).

KM0 grubundaki depolama günleri kıyaslandığında en yüksek (4,25 log) *S. Typhimurium* değeri depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM0 grubunda başlangıç ile 5. gün *Salmonella Typhimurium* sayısı arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($p<0,05$). KM0 grubu *S. Typhimurium* sayısında depolamanın 1. gününe göre 3. günde 0,64 log azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM0 grubu için depolamanın 0. günü ve 14. günü kıyaslandığında *S. Typhimurium* sayısında 0,47 log azalma olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM1 grubu için depolama günleri arasında en düşük (3,58 log) *S. Typhimurium* sayısı depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM1 grubu depolama günleri kıyaslandığında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı 4,91 log ile 7. günde saptanmıştır ($p<0,05$). KM1 grubu için depolamanın 3. günü ile 5. günü arasında *S. Typhimurium* sayısında 0,34 log artış görülmüştür ($p<0,05$). KM2 grubu depolama günleri arasında en yüksek *S. Typhimurium* sayısı depolamanın 1. günündedir ($p<0,05$). KM2 grubu için depolamanın 0. günü ile 14. günü arasında *S. Typhimurium* değerinde 0,51 log azalma tespit edilmiştir ($p<0,05$). KM3 grubu depolama günleri arasındaki en yüksek (4,18 log) *S. Typhimurium* sayısının depolamanın 0. gününde, en düşük (3,03 log) *S. Typhimurium* sayısının ise depolamanın 14. gününde olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). KM3 grubundaki depolamanın 0. gün ile 14. günü arasında 1,15 log azalma sağlanmıştır ($p<0,05$).

Depolamanın 0. gününde en düşük *S. Typhimurium* sayısı 3,76 log ile KK2 grubunda, en yüksek *S. Typhimurium* sayısı ise 4,27 log ile KK1 grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 1. gününde KM1 ve KM3 gruplarında *S. Typhimurium* sayısı açısından istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Depolamanın 3. gününde en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KK1 grubunda 5,40 log olarak tespit edilirken, en düşük *S. Typhimurium* sayısı KM0 grubunda 3,61 log olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 5. günü en düşük (3,67 log) *S. Typhimurium* sayısı KM2 grubunda, en yüksek (5,66 log) *S. Typhimurium* sayısı ise KK1 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 7. günündeki en yüksek *S. Typhimurium* sayısı KK2 grubunda 5,44 log olarak bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 7. gününde KM2 ve KM3 gruplarının *S. Typhimurium* sayıları arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın son günü olan 14. gün *S. Typhimurium* sayısı en yüksek KK1 grubunda 5,73 log, en düşük ise KM3 grubunda 3,03 log olarak tespit

edilmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 14. günündeki *S. Typhimurium* sayımlarına göre KM1 ve KM2 grupları arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0,05$).



5. TARTIŞMA

Hindi etinin insan beslenmesindeki önemi, üretimden tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen tüm aşamalarda hijyen koşullarının titizlikle uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle besin değeri yüksek ürünler arasında yer alan hindi etinin paketlenme ve ambalajlama süreçlerinde farklı tekniklerin tercih edilmesi; raf ömrünün uzatılması ve sonradan oluşabilecek mikrobiyal kontaminasyon risklerinin azaltılması açısından önemlidir (Çolak ve ark., 2011).

Kotiuk ve ark. (2024), mikrobiyal inaktivasyon teknikleri kapsamında, baharatlar ve toz haline getirilmiş hardal tohumlarına %10 oranında sirke uygulanmasının mikroorganizmaların inaktivasyonunda etkili olduğunu belirlemiştir.

Kumar ve Tanwar (2010) yaptıkları çalışmada öğütülmüş hardal ilavesi içeren tavuk nuget örneklerinde, depolama süresi boyunca (4 ± 1 °C'de 15 gün) pH ve tiyobarbitürik asit değerinin arttığını saptamışlardır. Mikrobiyolojik çalışmalar, depolama süresinin uzamasıyla toplam bakteri sayısında ve lipolitik bakteri sayısında önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur.

Porter ve ark., (2020) 4 °C ve 10 °C'de saklanan kıyılmış tavuk etinde *Salmonella*'ya karşı beyaz hardal uçucu yağı (WMEO) ve karvakrolün antimikrobiyal etkinliğini araştırmıştır. 4 °C ve 10 °C'de kullanılan derili kıyılmış tavuk butlarının ortalama nem ve yağ içeriği sırasıyla %68,6 nem ve %12,8 yağ ile %69,0 nem ve %11,9 yağ olduğu, pH sonuçlarında ise kıyılmış tavuk butlarında 10 °C ve 4 °C'de depolama boyunca 6,54 ile 6,86 arasında ölçülmüştür.

5.1. pH Analizi

Çelik ve ark., (2025) tavuk eti örneklerinin pH değerlerinin 4,21 ile 5,96 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar nar, pancar ve siyah havuç ile gerçekleştirilen marinasyon işlemlerinin, etin pH değerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Bu durumun, kullanılan marinatların organik asitler bakımından zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En düşük pH değeri, en yüksek titre

edilebilir asitliğe sahip nar ile marine edilmiş tavuk eti örneklerinde gözlemlenirken, en yüksek pH değerini ise kontrol grubunda belirlemişlerdir. Bu çalışmada vakumlu ve vakumsuz paketlenen hindi kanat örneklerinin sonuçları karşılaştırıldığında depolama süresine bağlı pH değişimlerinin vakumsuz gruplarda daha belirgin olduğu görülmüştür. Vakumlu ve vakumsuz paketlenme koşullarında pH değerleri depolamanın özellikle 3. gününde artış göstermiştir. Depolamanın 7. gününde vakum paketlenen gruplarda hindi kanat, hardal sos ve %3,125 doz içeren kozalak sirkeli VR1 grubu diğer gruplara göre artış göstermiştir. Vakum paketsiz gruplarda ise M0 grubu depolamanın 7. gününde diğer gruplardan farklı olarak depolamanın 3. gününe göre artış göstermiştir. Bu durum mevcut çalışmada marinasyon uygulanan gruplarda pH değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük bulunması açısından benzerlik göstermektedir. Vakumlu paketlenen örneklerde asidik bileşenlerin sınırlı düzeyde bulunmasının, pH düşüşünü sürdürecektir yeterli asit oluşumunu engellediği ve bu durumun depolamanın 7. gününde pH artışıyla sonuçlandığı düşünülmektedir.

Göçmez ve İlhak (2025) yaptıkları çalışmada laktik asit bakterileri içeren bir marinatla marine edilmiş tavuk göğsü etinde *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp. ve *Listeria monocytogenes*'in 4 °C ve 8 °C'de depolamalarındaki değişimleri araştırmışlardır. Marinatların pH değerleri 7 günlük saklama süresi boyunca 3,57 ile 3,78 arasında değiştiği belirtilmiştir. Marinatların bileşimi; su, salça, taze limon suyu, tuz, sarımsak, biber salçası, kırmızı acı biber, kekik, kimyon, karabiber ve şekerden oluşmaktadır. Marinatın en düşük değeri kontrol grubunda başlangıç pH değeri 5,99 iken, 14. günde 4 °C'de 6,66'ya ve 8 °C'de 7,04'e yükselmiştir. Marine edilmiş tavuk göğsü etinin pH değerleri, marinatın düşük pH'ı (3,60) nedeniyle 5,24–5,32'ye düşmüştür ve kontrol gruplarına kıyasla anlamlı farklılıklar göstermiştir. Göçmez ve İlhak (2025) çalışmasından farklı olarak bu tezde en düşük pH değeri VR1 (çiğ hindi kanat, hardal sos ve kozalak sirkeli (%3,125 doz)) grubunda 6,06 olarak belirlenerek yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Göçmez ve İlhak (2025) çalışmasında düşük pH'lı ve laktik asit bakterisi içeren marinasyon uygulaması tavuk göğsü eti pH'sında belirgin düşüş sağlarken, yapılan tez çalışmasında kozalak sirkeli ve hardal içeren sos uygulamaları pH üzerinde sınırlı olduğu ancak vakumlu paketlenme ile birlikte daha stabil bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Sirke bazlı bir bileşenin *Salmonella* Typhimurium ile aşılantmış (%1, %2 ve %3) kıyılmış tavuk göğsü etine karşı antimikrobiyal özelliklerini belirlenmesi ile ilgili araştırma yapılmıştır (Harris ve Williams, 2019). Örnekler 3 ± 1 °C'de saklanarak 0, 1, 3, 5 ve 7. günlerde analize alınmıştır. %2 aşı ile işlem görmüş kıyma tavuk pH değeri 0. günde 5,76, 1. ve 3. gün depolamada sırasıyla 5,96 ve 5,94 pH değeriyle kontrol gurubuna göre daha düşük ve 1. günde tüm uygulamalarından daha düşük (5,65) pH değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde, %1 ve %2 ile işlem görmüş tavukların pH değerleri sırasıyla 5,77 ve 5, 74 ile diğer tüm uygulamalara göre daha düşük olduğu 5. ve 7. günlerde tüm uygulamalar arasında pH değerlerinde istatistiksel olarak benzer olduğu tespit edilmiştir (Harris ve Williams, 2019). KVK1 grubunda 1. günde en yüksek pH değeri 6,85 ölçülürken, 5. günde en düşük pH değeri 6,50 tespit edilmiştir. KVK2 grubunda ise 0. günde en düşük pH 6,40, 7. günde en yüksek pH 6,78 ölçülmüştür. KVR3 grubunda 7. günde en yüksek pH (7,10) ölçülmüştür. KK ve KM gruplarında ise, özellikle depolamanın 1. gününde bazı gruplarda yüksek pH KM3 6,90, KK1 6,85 tespit edilirken, depolamanın 5–7. günlerinde pH değerlerinde düşüşler görülmüştür. Her iki çalışmada da depolamanın erken günlerinde pH değişimleri belirgin olup, sirke veya katkı uygulamaları ile işlenmiş gruplarda başlangıçta pH üzerinde etki gözlenmektedir. İleri depolama günlerinde (5–7 gün) gruplar arasında farkın azalması ve dalgalı pH seyri, her iki çalışmada da benzer bir eğilim göstermektedir.

pH değeri, gıda kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Marineleme tekniği, süresi ve marinenin türü ve pH değeri gibi çeşitli faktörler, marineleme işleminin başarısını etkiler. Marinenin pH değeri, su tutma, yumuşaklık, sululuk ve etin rengi gibi özelliklerin belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Serdaroğlu ve ark., 2007).

5.2. Su Aktivitesi (a_w)

Su aktivitesi, gıda ürünlerinin üretim süreçleri ve kalite değerlendirmelerinde pH kadar kritik bir parametre olarak kabul edilmektedir. Bu değer, gıdanın yapısında yer alan ve mikroorganizmaların büyüme ile metabolik faaliyetlerinde doğrudan yararlanabildiği serbest su miktarını ifade etmektedir. Bu nedenle su aktivitesi, gıdaların mikrobiyolojik açıdan dayanıklılığını ve stabilitesini ortaya koyan temel

göstergelerden biri olup, gıda teknolojisi alanında önemli bir yere sahiptir (Kara ve ark., 2021).

Çiçek ve ark., (2014) çalışmalarında vakum ambalajlanan tavuk, kuzu ve dana eti örneklerinin 4 °C'de 7 günlük depolama süresince fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Tavuk etindeki 0, 1, 4 ve 7. günlerinde ölçülen a_w değerlerini 0,983, 0,984, 0,980 ve 0,985 bulmuşlardır. Bu araştırmada ise vakum paketsiz örneklerde a_w değerlerinin depolama süresi boyunca 0,87–0,96 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda (K0) depolamanın 3. gününde a_w değerinde artış gözlenirken, 7. günde yeniden düşüş meydana gelmiştir. Marinasyon uygulanan gruplarda ise a_w değerlerinin depolama süresince daha stabil seyrettiği, özellikle M2 ve M3 gruplarında 7. günde en yüksek a_w değerlerinin belirlendiği görülmüştür. Vakum ambalajlı gruplarla karşılaştırıldığında, vakum paketsiz örneklerde a_w değerlerindeki dalgalanmanın daha belirgin olduğu, bunun ambalajlama koşullarında nem ve gaz değişiminin daha serbest gerçekleşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.3. Renk Analizi

Kanatlı hayvan etinin renk özellikleri; kesim öncesi, kesim süreci ve kesim sonrası olmak üzere üç temel aşamada etkilenmektedir. Kesim öncesi dönemde özellikle çevresel koşullar, yetiştirme sistemi, taşıma süreçleri ve stres gibi unsurlar, etin kalite parametreleriyle birlikte renk özellikleri üzerinde belirleyici rol oynar. Et renginde ortaya çıkan kusurların önemli bir kısmının bu aşamada meydana geldiği bilinir. Kanatlı etinde görülebilen renk farklılıkları ve hatalı uygulamalara bağlı değişimler, kolorimetrik ölçüm yapan cihazlar aracılığıyla tespit edilmektedir. Bu ölçümlerde et rengi; L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) parametreleri kullanılarak değerlendirilir. Kesim esnasında ve kesim sonrasında ise bayıltma yöntemleri (elektrik veya gaz), haşlama işlemi, soğutma koşulları, pH düzeyi ve marinasyon uygulamaları kanatlı etinin renk özelliklerinde değişimlere yol açabilmektedir (Çelen ve ark., 2020).

L^* (0: siyah–100: beyaz), a^* (+ kırmızı, – yeşil) ve b^* (+ sarı, – mavi) değerleri ile tanımlanan renk özellikleri, kalite değerlendirmesinde temel göstergeler arasında yer almaktadır. Gıda güvenliği açısından özellikle et ürünlerinde, mezofilik ve psikrofilik mikroorganizmalar ile maya ve küf gibi mikrobiyal parametrelerin kalite ile ilişkisi dünya genelinde kabul görmektedir. Bununla birlikte, yağ içeriği yüksek et ürünlerinde oksidatif değişimler; özellikle sarı renk oluşumunu ifade eden b^* değeri üzerinden izlenmekte ve bu değişimler ürünün tat ve koku gibi duyuşal özellikleriyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. (Ceylan ve ark., 2023).

Yapılan çalışmada farklı uygulamaların L^* değeri üzerine etkisi, 0, 3 ve 7. depolama günlerinde incelenmiştir. L^* değeri ürünün açıklık/parlaklık düzeyini ifade etmekte olup, depolama süresi boyunca meydana gelen değişimler kalite kaybının önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, hem uygulama türünün hem de depolama süresinin L^* değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Fencioğlu ve ark., (2022) marine edilmemiş çiğ bifteklerde 31,67 olarak bulunan L^* değerinin, pişirme işlemi sonucunda tüm örneklerde (marine edilmemiş ve farklı sirke türleri kullanılarak marine edilmiş) azaldığını ve araştırmalarındaki kontrol grubu örneklerinde bu değeri 26,07, farklı sirke türleri kullanılarak marine edilmiş örneklerde ise 22,23-30,37 olarak bulmuşlardır. Tez çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, vakumlu ve vakumsuz paketleme koşullarına bağlı olarak söz konusu literatürle büyük ölçüde paralellik göstermektedir. Vakumlu paketlenen örneklerde 0. günde L^* değerleri 69,87–76,04 aralığında iken, depolamanın 7. gününde bu değerlerin 64,96–68,68 aralığına düştüğü belirlenmiştir. Özellikle VK0 ve VK2 gruplarında 7. günde L^* değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). Vakum paketsiz örneklerde ise 0. gün L^* değerleri 63,30–76,04 arasında değişirken, 7. gün sonunda bazı gruplarda bu değerlerin 63,73–65,81 seviyelerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Vakumsuz M1 ve M2 gruplarında L^* değerlerindeki azalışın vakumlu gruplara kıyasla daha belirgin olması, oksijen varlığının pigment oksidasyonunu artırmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu sonuçlar, Fencioğlu ve ark. (2022)'nin sirke ile marinasyonun et rengini koyulaştırdığı

yönündeki bulgularını desteklemekte olup vakum ambalajlamanın bu etkiyi sınırlandırarak renk stabilitesini korumada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, her iki paketleme yönteminde de depolama süresinin L^* değeri üzerinde baskın bir faktör olduğu, ancak vakumlu paketlemenin renk açıklığının korunmasında vakumsuz paketlemeye kıyasla daha avantajlı olduğu sonucuna varılabilir. Asidik uygulamalar her iki paketleme koşulunda da başlangıç L^* değerini düşürmüş olsa da, vakumlu paketleme koşullarında bu olumsuz etkinin depolama süresince kısmen dengelendiği görülmektedir. Bu sonuçlar, vakumlu paketlemenin sirke ile uygulanan ürünlerde renk stabilitesini artırıcı bir paketleme yöntemi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

CO₂ ile paketlenmiş soğutulmuş tavuk but örneklerinde et kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada ile %0, %0,5, %1,0 sirke püskürtülen tavuk butlarında 0, 4, 8, 12, 16 ve 20. günlerde analizler yapmışlardır. Analiz sonuçları arasında tavuk eti ve derisi üzerinde L^* , a^* ve b^* (açıklık, kırmızılık, sarılık) ve et rengi (açıklık, kırmızılık, sarılık) açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. %1,0'e kadar sirke ile tavuk butu üzerine püskürtülmenin, karbondioksit içinde pakletlendiğinde tavuk derisinin veya etinin rengini etkilemediğini göstermiştir (Desai ve ark., 2014).

Tănavots ve ark., (2018) yapmış oldukları hardal-bal, elma sirkesi, beyaz şarap sirkesi ve kefir asidik marinatlarının domuz eti özellikleri üzerindeki etkilerini araştırırken çiğ ve işlenmemiş örneklerde kırmızılık (a^*) değerlerinin 4,99 ile 5,92 arasında değiştiği belirlemişlerdir. Marinasyon işlemi sonrasında ise tüm örnek gruplarında kırmızılık (a^*) değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma gözlemişlerdir. Kırmızılık değerindeki bu değişimin, kullanılan marinenin bileşiminden etkilendiği belirtilmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca en düşük kırmızılık (a^*) değeri hardal-bal marinesi ile muamele edilen örneklerde belirlenmiş olup, bu azalma araştırmacılar tarafından istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Elma sirkesi marinesi ile işlenen örneklerin kırmızılık (a^*) değerlerinin ise diğer iki örnek grubuna kıyasla nispeten daha düşük olduğu saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada ise VK0 grubunda a^* değeri 0. günde 3,40, 3. günde 0,21 ve 7. günde 1,05 olarak belirlenmiş; VK2 grubunda ise bu değerler sırasıyla 4,17, 2,04 ve -0,64 olmuştur. Her

ne kadar sayısal düşüşler gözlemlensede, bu değişimlerin büyük kısmı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Tānavots ve ark.'nın (2018) marinasyon sonrası gözlediği belirgin a^* değeri düşüşlerinin, vakumlu paketlenme koşullarında kısmen baskılandığı ifade edilmektedir.

Bu tez çalışmasındaki vakumsuz örneklerde a^* değerlerinin hem daha geniş bir aralıkta dağıldığı hem de bazı gruplarda depolama süresine bağlı istatistiksel olarak anlamlı değişimler gösterdiği belirlenmiştir. M2 grubunda 0. günde -1,17 olan a^* değeri, 3. günde -2,39'a düşmüş, 7. günde ise 3,19'a yükselmiş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu dalgalanma, Tānavots ve ark. (2018)'nin asidik marinatların pigment stabilitesini bozduğuna ilişkin bulgularıyla uyum göstermektedir. Bu çalışmada vakum paketlenme renk kaybını sınırlandırırken, vakum paketsiz koşullar marinasyonun kırmızılık üzerindeki etkisini daha net ortaya koymuştur.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Tānavots ve ark.'nın (2018) çiğ et örneklerinde bildirdiği sonuçlarla genel olarak uyum göstermektedir. Vakum paketsiz örneklerde hardal-bal, elma sirkesi ve beyaz şarap sirkesi marinatları sarılık (b^*) değerlerini kontrol grubuna kıyasla artırmış, depolama süresi boyunca bu artış büyük ölçüde korunmuştur. Kefir marinatlı örneklerde ise b^* değerlerinin depolama süresiyle birlikte artış eğilimi göstermesi, literatürde bildirilen bekletme süresine bağlı sarılık artışını desteklemektedir. Buna karşılık vakumlu paketlenme koşullarında b^* değerlerinin daha stabil seyretmesi ve marinasyon etkisinin sınırlandırılması, Tānavots ve ark. (2018)'nin pişmiş örneklerde marinatlara bağlı sarılık değişiminin sınırlı olduğu yönündeki bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

5.4. Tiyoarbitürik Asit Reaktif Ürünleri (TBARS)

Doğu (2009) yapmış olduğu tez çalışmasında, farklı baharatlarla yapılan marinasyonun tavuk butlarında mikrobiyal kalite ve yağ oksidasyonu üzerine etkileri ile modifiye atmosfer paketlenmenin depolama sürecindeki rolü incelenmiştir. Soğan, sarımsak, biberiye ve kekik marinasyonlarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını azaltmada etkili olduğu, tüm baharatların ise yağ oksidasyonunu düşürdüğü

belirlenmiştir. Marinasyon uygulanmış örneklerde modifiye atmosfer paketlenme, vakum ve aerobik paketlenmeye kıyasla mikrobiyal gelişimi daha fazla baskılamıştır. Paket içi oksijen oranı arttıkça yağ oksidasyonu yükselmiş, ancak tüm örneklerde TBARS değerleri kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır. Genel olarak, düşük oksijenli modifiye atmosfer paketlenme ile uygun marinasyon uygulamasının tavuk etinin kalite ve raf ömrünü artırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan tez çalışmamızdaki bulgulara göre vakumlu paketlenen örneklerde lipid oksidasyonu vakum paketsiz örneklerle kıyasla daha yavaş ilerlemiş; ancak depolama süresinin uzamasıyla birlikte her iki paketlenme koşulunda da TBARS değerlerinde artış meydana gelmiştir. Vakum paketsiz kontrol grupları K0 ve K2’de TBARS değerlerinin 7. gün sonunda sırasıyla 14,06 ve 16,29 yüksek seviyelere ulaşması, oksijen varlığının lipid oksidasyonunu hızlandırdığını göstermektedir. Vakumlu paketlenen gruplarda VK0 ve VK2’de ise bu değerlerin sırasıyla 11,01 ve 13,01 olduğu, bunun sonucunda oksijenin sınırlandırılması sayesinde TBARS artışının daha kontrollü olduğu belirlenmiştir. Sos uygulanan örneklerde ise hem vakumlu hem de vakum paketsiz koşullarda TBARS değerleri kontrol gruplarına kıyasla daha düşük bulunmuştur.

5.5. Toplam Koliform Bakteri

Tavuk göğüs etlerinin farklı antimikrobiyal madde eklenen sığır jelatini ile kaplanıp +4 °C’de muhafaza edilerek raf ömrü ve *Salmonella* üzerine etkileri araştırıldığı bir çalışmada, tavuk göğüs eti, yenilebilir sığır jelatini, gliserol, kekik suyu, kekik yağı, defne yağı ve karanfil yağı ile birlikte oluşturulan gruplarda 15 gün süresince mikrobiyolojik analizler yapılmıştır (Tepe, 2019). Bu çalışmada vakum paketsiz örneklerde koliform bakteri sayılarının depolama süresine bağlı olarak arttığı, özellikle kontrol grubunda (K0) 7. günde 2,94 log seviyesine ulaşarak diğer gruplardan ayrıldığı görülmüştür. Buna karşılık sos uygulanan M gruplarında koliform bakteri gelişiminin belirgin şekilde baskılandığı ve çoğu grupta 3. ve 7. günlerde <1 log düzeyine düştüğü tespit edilmiştir. Özellikle M3 grubunda depolamanın tüm günlerinde koliform bakteri tespit edilememiştir.

Bu sonuçlar, Tepe (2019) bildirdiği bulgularla uyum göstermektedir. Tepe (2019) çalışmasında da kontrol grubunda koliform bakteri sayılarının depolama süresi boyunca sürekli arttığı, buna karşın antimikrobiyal bileşen içeren gruplarda gelişimin önemli ölçüde sınırlandığı bildirilmiştir. Her iki çalışmada da antimikrobiyal uygulamaların, ambalajlama koşulundan bağımsız olarak koliform bakteriler üzerinde baskılayıcı etki gösterdiği, ancak vakum uygulanmadığında kontrol gruplarında mikrobiyal gelişimin daha belirgin olduğu görülmektedir.

Bir farklı çalışmada ise (Kunová ve ark., 2025) çeşitli marine soslarıyla işlenen ve vakumlu ambalajlanan tavuk etinin mikrobiyolojik kalitesini değerlendirmişlerdir. Örnekler 4 °C'de depolanmış ve limonlu biberiye, hardal-bal, Yunan usulü marinasyon ve tatlı-ekşi marine soslarıyla muamele edilmiştir. En yüksek koliform bakteri sayısı aerobik olarak paketlenmiş kontrol grubunda 2,88 KOB/g iken, marine edilerek vakumlu paketlenmiş örneklerde koliform bakteri sayısının 1 KOB/g'den az olduğu bulunmuştur. Tatlı ve ekşi gibi belirli marine soslarının vakumlu ambalajlama ile birlikte kullanılmasının, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini engellemeye yardımcı olduğu ve bu yaklaşımın marine edilmiş tavuk etinin raf ömrünü uzattığı belirtilmektedir. Bu çalışma, Kunová ve ark., (2025) tarafından bildirilen sonuçlara benzer şekilde, sos uygulamalarının vakum paketlemeyle birlikte kullanıldığında koliform bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkinliği güçlendirdiği sonucu görülmektedir.

5.6. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, üretim ve depolama süreci boyunca gıdaların hijyenik kalitesi hakkında önemli göstergelerden biridir.

Milani ve ark. (2019), hindi eti örneklerinin hardal esansiyel yağları ile işlenmesi sonucu, 4 °C±1'de 20 günlük depolama süresince mezofilik psikrotrofik bakteri, maya ve küf sayısını kontrollere kıyasla önemli ölçüde azalttıklarını belirtmişlerdir. Taze ve soğukta muhafaza edilen hindi etleri için mikrobiyolojik açıdan kabul edilebilir sınırlar, toplam aerobik mezofilik bakteriler için yaklaşık 6 log KOB/g psikrotrofik bakteriler için ise 7–8 log KOB/g olarak bildirilmektedir. Bu eşik

değerlere ulaşıldığında, üründe istenmeyen koku oluşumu, yüzeyde kaygan bir tabaka meydana gelmesi ve yağlarda lipolitik bozulmaların ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Depolamanın başlangıcında toplam mezofilik bakteri sayısı kontrol grubunda 4,43 log KOB/g, uçucu yağlar ile muamele edilen örneklerde ise 4,36 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 5. gününde kontrol grubunda toplam mezofilik bakteri sayısının yaklaşık 6,09 log KOB/g seviyesine yükseldiği, buna karşılık işlem uygulanmış örneklerde bu seviyeye ancak 10. günde (6,58 log KOB/g) ulaşıldığı saptanmıştır. Depolama boyunca toplam mezofilik bakteri sayısının işlem görmüş örneklerde daha düşük seviyelerde seyrettiği gözlenmiştir. Bu çalışmada vakumlu ve vakumsuz paketlenen örneklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayılarının depolama boyunca arttığı belirlenmiştir. Vakumlu gruplarda TMAB değerleri 0. günde 1,83–4,21 log aralığında iken, 7. gün sonunda 3,56–5,02 log seviyelerine ulaşmış ve hiçbir grupta 6 log sınır değerini aşmamıştır. Vakumsuz paketlenen gruplarda ise TMAB sayıları 0. günde 1,83–4,21 log aralığında bulunmuş, 7. günde özellikle kontrol grubunda 5,45 log seviyesine yükselerek vakumlu gruplara kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir. Marinasyon uygulanan gruplarda her iki paketlenme koşulunda da bakteri gelişimi kontrol grubuna göre daha sınırlı kalmış olup, vakumlu paketlenme uygulamasının TMAB artışını daha etkin biçimde baskıladığı düşünülmektedir.

5.7. Toplam Psikrofil Bakteri

Akarca ve ark., (2018) sığır etinden üretilmiş köftelere numunelerine %0.5, %1, %2 oranlarında soğan ekstraktları ilave edilerek 4 °C’de 21 gün süre ile depolanmıştır. Köfte örneklerinde depolama başlangıcında psikrofil sayılarının 3,00-4,50 log KOB/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en fazla (6,28) psikrofil sayındaki artış %0,5 oranında beyaz soğan kabuğu ekstraktı ilave edilen numunelerde 21. günde olduğu belirlenirken, en az artış ise %0,5 oranında yazlık soğan kabuğu ekstraktı ilave edilmiş köfte numunelerinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada hem vakumlu hem de vakum paketsiz örneklerde psikrofil bakteri sayılarının depolamanın 3. gününde belirgin şekilde arttığı, ancak 7. günde genel olarak düşüş eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Vakumlu gruplarda başlangıç değerleri 2,48–5,32 log KOB/g aralığında iken 3. günde 4,36–5,82 log KOB/g seviyesine

yükselmiş, 7. günde 3,64–4,90 log KOB/g aralığına gerilemiştir. Vakum paketsiz gruplarda da 0. günde 2,48–5,32 log KOB/g olan değerler 3. günde 4,06–5,98 log KOB/g seviyesine ulaşmış, 7. günde ise 3,04–4,80 log KOB/g aralığına düşmüştür. Ancak vakum paketsiz gruplarda özellikle kontrol grubunda (K0) 3. günde 5,98 log KOB/g ile en yüksek değere ulaşmıştır. Her iki çalışma değerlendirildiğinde, başlangıç değerlerinin benzer aralıklarda olduğu ve depolamanın ilk aşamalarında (özellikle 3. gün) mikrobiyal artışın belirgin olduğu görülmektedir. Ancak Akarca ve ark., (2018) yapmış oldukları çalışmadan farklı olarak bu çalışmada 7. günde gözlenen düşüş eğilimi, vakum ambalajlama ve marinasyon uygulamalarının birlikte oluşturduğu baskılayıcı etki ile açıklanabilir. Akarca ve ark., (2018) ile benzer şekilde depolama süresi psikrofil bakteri gelişimini artırıcı bir faktör olarak öne çıkarken, bu çalışmada vakum ambalajlama ve marinasyon uygulamalarının birlikte kullanılması sayesinde özellikle ileri depolama günlerinde mikrobiyal yükün kontrol altına alınabildiği belirlenmiştir.

5.8. Maya-Küf Analizi

Maya-küf sayılarının paketlenme koşullarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık gösterdiği ($p<0,05$), en düşük değerlerin düşük oksijen içeren modifiye atmosfer paketlerde (MAP) belirlendiği bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada %0 ve %5 O₂ içeren MAP koşullarında 25 günlük depolama sonunda maya-küf sayıları yaklaşık 2,5 log (KOB/g) seviyesinde kalırken, vakum paketlerde bu değer 3,87 log (KOB/g)'a yükselmiş, aerobik paketlerde ise 7,47 log (KOB/g) ile en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (Doğu, 2009). Bu çalışmada vakumlu ve vakumsuz ambalajlama koşullarında elde edilen maya ve küf sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, depolama süresinin uzamasıyla tüm gruplarda mikroorganizma sayılarında artış eğilimi olduğu görülmektedir. Ancak bu artışın düzeyi ambalajlama şekline ve uygulanan işleme bağlı olarak farklılık göstermiştir. Vakumlu ambalajlanan örneklerde 7. gün sonunda maya ve küf sayıları yaklaşık 4,95–6,39 log KOB/g aralığında değişirken, vakum paketsiz örneklerde bu değerlerin 5,48–6,97 log KOB/g seviyelerine ulaştığı belirlenmiştir. Bu durum, vakum uygulamasının oksijene duyarlı maya ve küflerin gelişimini sınırlayıcı bir etki oluşturduğu düşünülmektedir.

Tavuk bagetler ile ilgili yapılan bir çalışmada, Lp (*L. plantarum*), Lr (*L. reuteri*), La 2 (%2 laktik asit uygulaması) ve La 1,5 (%1,5 laktik asit uygulaması) uygulamaları ile 4 °C-12 °C ve farklı sürelerde (0, 2, 4, 6, 8, 10 gün) depolama yapılmıştır. Araştırma sonucunda, başlangıçta maya-küf sayısı 5–6 log KOB/b arasında iken, zamanla bu sayının 8–9 log KOB/b değerlerine ulaştığı tespit etmiştir. 4 °C'deki maksimum değer; 8,85 log KOB/b ile La 1,5 uygulamasının 8. gününde belirlemiştir. 12 °C depolamasında ise 10,01 log KOB/b seviyesinde La 2 uygulamasının 10. gününde tespit etmiştir (Çetin, 2006). Bu çalışmada 7. gün sonunda vakum paketsiz maya-küf sayıları yaklaşık 4,95–6,39 log KOB/g aralığında iken vakum paketsiz maya-küf sayıları 5,48–6,97 log KOB/g seviyelerine ulaşmıştır. Bu bulgular, düşük sıcaklıkta depolamanın maya-küf gelişimini yavaşlatmakla birlikte tamamen inhibe edemediğini göstermektedir. Özellikle 12 °C gibi soğuk zincir açısından riskli bir sıcaklıkta mikrobiyal yükün daha hızlı arttığı görülmektedir. Çalışmamızda ise depolama süresine paralel olarak maya-küf sayılarında artış gözlenmiş olup, bu durum çalışma ile paralellik göstermektedir.

5.9. *Salmonella Typhimurium*

Kozalak sirkesi, uzun yıllardır bazı hastalıklara karşı halk tıbbında kullanılmaktadır ve gıdalara fonksiyonel özellik katma potansiyeline de sahip olabilir. Kozalak sirkesi sosların özellikle kırmızı/beyaz et ve et ürünlerinde mikrobiyal riskleri azaltmak için kullanılabileceği öne sürülebilir.

Aydemir ve ark., (2024) çam kozalağı sirkesindeki *S. Typhimurium* sayısının, 2 ve 6 saat sonra sırasıyla 3,7 log ve 5,26 log azaldığını, *S. Typhimurium* sayısı azalmaya devam etmesine rağmen, 6 ile 24 saat arasındaki farkın anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Çam kozalağı sirkesinde *S. Typhimurium* sayısında hızlı bir azalma meydana gelirken, marine edilmiş sığır eti örneklerinde daha düşük bir azalma oranı gözlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Aydemir ve ark., (2024) bulgularıyla genel eğilim açısından uyum göstermektedir. Vakumlu ve vakum paketsiz gruplarda kozalak sirkesi içeren sos uygulamalarının, depolamanın erken dönemlerinde *Salmonella* gelişimini baskıladığı belirlenmiştir. Özellikle sosun uygulandığı gruplarda kontrol gruplarına kıyasla daha düşük *Salmonella* sayıları

gözlenmesi, kozalak sirkesinin antimikrobiyal etkisini desteklemektedir. Ancak depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte, özellikle vakum paketsiz koşullarda kontrol gruplarında başlangıç depolama günü ile son gün depolaması arasında KK1 ve KK2 gruplarında sırasıyla 1,52 ve 0,72 log *Salmonella* artışı meydana gelmiştir. Bu durum sirkenin başlangıçtaki hızlı etkisinin gıda matriksi ve depolama koşulları altında zamanla zayıfladığını düşündürmektedir.

Vakum paketli gruplarda ise *Salmonella* artışının daha yavaş gerçekleştiği ve sosun baskılayıcı etkisinin daha uzun süre korunduğu görülmüştür. Bu durum, Aydemir ve ark., (2024) çam kozalağı sirkesinin doğrudan uygulamada güçlü bir etki gösterdiği, ancak gıda matriksi içerisinde bu etkinin sınırlanabildiği yönündeki bulgularını destekler niteliktedir. Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen veriler, çam kozalağı sirkesinin *Salmonella* üzerinde etkili olduğunu, ancak bu etkinin ambalajlama yöntemi ve depolama süresine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Koruk suyu ile hazırlanan marine sıvılarının tavuk göğsü fileto etinin güvenliği ve kalitesi üzerindeki etkileri araştırmışlardır. *Salmonella* Typhimurium ile aşılınmış et örnekleri, 4 °C'de 1, 2 ve 18 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda koruk suyu ile marine edilmiştir. Tavuk fileto örneklerinde *S. Typhimurium*'un başlangıç düzeyi 5,602 log olarak saptanmış ve inokulasyonun ardından örnekler 20 °C'de 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Patojenle aşılınan örnekler, farklı marinyasyon sıvıları kullanılarak 4 °C'de 1, 2 ve 18 saat süreyle marine edildikten sonra tekrar sayım yapılmıştır. Elde edilen bulgular, marinyasyon süresine bağlı olarak *S. Typhimurium* sayılarında azalma meydana geldiğini; bu azalmanın 1. saatte 0,463–1,118 log, 2. saatte 0,129–1,415 log ve 18. saatte 0,587–3,476 log olduğunu ortaya koymaktadır (Şengün ve ark., 2019). Tez çalışmamızda vakum paketsiz koşullarda elde edilen sonuçlar, sosun *S. Typhimurium* üzerinde baskılayıcı bir etki oluşturduğunu göstermesi bakımından çalışma ile benzerlik göstermektedir. Vakum paketsiz gruplarda KM0, KM1, KM2 ve KM3 grupları arasında depolama başlangıcından depolamanın son günü arasında düşüş görülmüştür. En düşük değer KM3 (Doz 3) grubunda 1,15 log olduğu belirlenmiştir. Vakum paketsiz kontrol grubunda (KK0) depolama süresi boyunca *Salmonella* sayıları tespit limitinin altında (<1 log) kalırken, sos

uygulanmayan diğ er gruplarda depolama s uresine bağlı olarak sayının arttığı g  zlenmiştir. Buna karşılık, hardal sosu ve kozalak sirkesi içeren sos gruplarında (KM1–KM3), özellikle 7. ve 14. günlerde *Salmonella* sayılarının kontrol grubuna kıyasla daha düşük seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Vakumlu ve vakumsuz paketlenen örneklerde, *Salmonella* sayılarının depolama s uresi boyunca kontrol grubu KK0’ da daha düşük seviyelerde seyrettiği depolama s uresince tespit limitinin (<1 log) altında kaldığı belirlenmiştir. Bu bulgu, başlangıçta ürünlerde *Salmonella* kontaminasyonunun bulunmadığını gösterebilmektedir.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, kozalak sirkesi ve hardal karışımı içeren sos uygulamalarının, vakumlu ve vakum paketsiz ambalajlama koşulları altında depolanan hindi kanatlarının fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve oksidatif kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, hem sos dozunun hem de ambalajlama yönteminin ürün kalitesi ve mikrobiyal stabilite üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermiştir. pH analizleri sonucunda, sos uygulanan grupların pH değerlerinin kontrol gruplarına kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Vakum paketsiz gruplarda depolama süresine bağlı pH değişimleri daha belirgin olup, vakumlu ambalajlama koşullarında pH değerlerinin daha stabil seyrettiği görülmüştür. Bu durum, vakumlu paketlemenin mikrobiyal ve kimyasal değişimleri sınırlandırıcı etkisini ortaya koymaktadır.

Su aktivitesi (a_w) değerleri tüm gruplarda mikroorganizma gelişimine elverişli aralıklarda seyretmiş olmakla birlikte, vakum paketsiz örneklerde zamanla daha fazla değişkenlik gözlenmiştir. Sos uygulanan gruplardan, özellikle vakumlu koşullarda su aktivitesi değerlerinin stabilitesi dikkate alındığında, depolama süresi boyunca en iyi performans VR3 grubunda (0,93-0,94) elde edilmiştir.

Renk analizleri, depolama süresi ve ambalajlama yönteminin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Vakumlu ambalajlama, özellikle L^* değerlerinin korunmasında etkili olmuş ve pigment oksidasyonunu yavaşlatmıştır. Vakum paketsiz örneklerde a^* değerlerindeki düşüş daha belirgin olmuş, bu durum oksijen varlığına bağlı pigment degradasyonu ile ilişkilendirilmiştir.

Lipid oksidasyonu TBARS analizi ile değerlendirilmiş ve tüm gruplarda depolama süresine bağlı artış gözlenmiştir. Ancak vakumlu ambalajlanan örneklerde TBARS değerleri anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Marinasyon uygulamalarının her iki ambalajlama koşulunda da oksidatif bozulmayı sınırlandırdığı ve antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle marinasyon ile vakum ambalajın birlikte uygulanması, lipid oksidasyonunun kontrol altına alınmasında en etkili yöntem olarak öne çıkmıştır.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda toplam aerobik mezofilik bakteri, koliform ve maya-küf sayılarının depolama süresi boyunca arttığı, ancak bu artış hızının uygulamaya bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Vakum paketsiz kontrol grubunda en yüksek mikrobiyal yükler gözlenirken, marinasyon uygulanan ve vakumlu ambalajlanan örneklerde mikrobiyal gelişimin önemli ölçüde baskılandığı tespit edilmiştir. Bazı marinasyon gruplarında koliform bakterilerin <1 log KOB/g seviyesine düşmesi, uygulanan sosların belirgin antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Salmonella Typhimurium sonuçları, kozalak sirkesi ve hardal içeren sos gruplarında patojen gelişimini baskılayıcı etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular, sos bileşenlerinin oluşturduğu antimikrobiyal etkinin oksijensiz ortam koşullarıyla birlikte sinerjik bir etki gösterdiğini düşündürmektedir. Vakumsuz paketlenme koşullarında da mikrobiyal yükte azalma gözlenmekle birlikte, etkinin vakumlu gruplara kıyasla daha sınırlı olduğu değerlendirilmiştir. Vakumsuz paketlenen gruplar arasında *Salmonella* gelişiminin baskılanması açısından en iyi sonuç 1,15 log azalma ile %12,5 kozalak sirkesi içeren hardol sos ile muamele edilen grupta (KM3) sağlanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, hindi eti ve benzeri kanatlı ürünlerde raf ömrünün uzatılması ve gıda güvenliğinin artırılması amacıyla, kozalak sirkesi ve hardal içeren sos uygulamaların vakumlu ambalajlama ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, farklı konsantrasyonlar, depolama sıcaklıkları ve farklı patojen mikroorganizmalarla yapılacak ileri çalışmaların, bu doğal antimikrobiyal bileşenlerin endüstriyel uygulama potansiyelini kapsamlı şekilde ortaya koyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abul-Fadl, M. M., El-Badry, N., & Ammar, M. S. (2011). Nutritional and chemical evaluation for two different varieties of mustard seeds. *World Applied Sciences Journal*, 15(9), 1225–1233.
- Akarca, G., Özalp, E., Sakarya, E., & Tomar, O. (2018). Değişik Oranlarda Soğan Kabuğu Ekstraktı İlave Edilmiş Köftelerde Çeşitli Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(3), 932-945.
- Aksu, M. İ., & Kaya, M. (2005). Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastırma, a dried meat product, produced from beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1305–1312.
- Alegbeleye, O., Odeyemi, O. A., Strateva, M., & Stratev, D. (2022). Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. *Applied Food Research*, 2, 1-16.
- Asal Ulus, C. (2019). *Organik tavuk parça etlerinde Salmonella serotipleri ile izolatlarda antibiyotik direnç profilinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Ataman, R. P., & Evren, M. (2020). Gıda güvenliği ve etik. *Turkish Journal of Bioethics*, 7(4), 169–177.
- Ayan Yılmaz, E., Yalçın, H., & Polat, Z. (2024). Antimicrobial effects of laurel extract, laurel essential oil, zahter extract, and zahter essential oil on chicken wings contaminated with *Salmonella* Typhimurium. *Veterinary Medicine and Science*, 10(3), 1-9.
- Aydemir Atasever, M. (2011). *Kıymalarda bazı patojenlerin izolasyon ve identifikasyonu* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aydemir, M. E., Sezer, E., & Giraz, M. N. (2024). Effect of pine cone vinegar on the survival of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium and some physicochemical properties in raw beef. *Kocatepe Veterinary Journal*, 17(4), 299–307.
- Bilen, M. V., Uzun, P., Yıldız, H., & Fındık, B. T. (2024). Evaluation of the effect of active essential oil components added to pickled-based marinade on beef stored under vacuum packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 418, 110733.
- Bolan, S., Sharma, S., Mukherjee, S., Zhou, P., Mandal, J., Srivastava, P., & Bolan, N. (2024). The distribution, fate, and environmental impacts of food additive nanomaterials in soil and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 916, 1-21.

Canva. (2025). *Mustard seeds on wooden spoon*. <https://www.canva.com/photos/MADas8aXt-w-mustard-seeds-on-wooden-spoon/> (Erişim tarihi: 11.12.2025).

Canva. (2025). *Set of various sauces in bowls*. <https://www.canva.com/photos/MAFPkdSEpKA-set-of-various-sauces-popular-sauces-in-bowls/> (Erişim tarihi: 11.12.2025).

Cemeroğlu, B. (2010). *Food analysis: General methods in food analysis*. Food Technology Association Publications.

Ceyhun Sezgin, A. (2020). Gıda güvenliği açısından tehlike oluşturan bazı bakteriler ve sağlık üzerinde etkileri. *Journal of Global Food Research*, 1(1), 1–9.

Ceylan, A., Demir, B., & Kaya, C. (2023). Tavuk etinde doğal bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri. *Journal of Food Safety*, 43(2), 1–10.

Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Science*, 284, 1318–1322.

Coşkun, F. (2010). Gıdalarda kullanılan bazı baharat ve baharat özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi. *Akademik Gıda*, 8(4), 41–46.

elen, M. F., Akın, Y., & Türker, İ. (2020). Kanatlı hayvanlarda et rengini etkileyen faktörler. In R. A. Ruşen & S. A. Yıldız (Eds.), *International Studies On Natural And Engineering Science* (pp. 205–219). Ankara.

elik, İ., Alagöz, E., şen Arslan, H., & Sarıçoban, C. (2025). Quality changes in chicken meat marinated with antioxidant-rich fruit and vegetable juices. *Food Science & Nutrition*, 13(4), e70135.

etin, B. (2006). Koruyucu kültür ve laktik asit uygulamalarının tavuk etinde raf ömrü ve *Salmonella typhimurium* gelişimi ve önemli bazı mikroorganizmaların inhibisyonu üzerine etkileri (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.

iek, ., Karabıyıklı, ř., Kılınçer, F. N., & Yıldırım, A. T. (2014). Vakum ambalajlı olarak soğukta muhafaza edilen dana, kuzu ve tavuk etlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik zellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 53–63.

olak, H., Uğurluay, G., Nazlı, B., & Bingl, E. B. (2011). Paketlemede kullanılan nem tutucu filtrelerin hindi etinin raf ömrü üzerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37(2), 107–116.

Dash, K. K., Fayaz, U., Dar, A. H., Shams, R., Manzoor, S., Sundarsingh, A., Deka, P., & Khan, S. A. (2022). A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products. *Food Chemistry Advances*, 1, 1–11.

David, J. R. D., Ekanayake, A., Singh, I., Farina, B., & Meyer, M. (2013). Effect of white mustard essential oil on inoculated *Salmonella* spp. in a sauce with particulates. *Journal of Food Protection*, 74, 580–587.

Demirok, E., Veluz, G., Van Stuyvenberg, W., Castañeda, M. P., Byrd, A., & Alvarado, C. Z. (2013). Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poultry Science*, 92(4), 1117–1126.

Desai, M. A., Kurve, V., Smith, B. S., Campano, S. G., Soni, K., & Schilling, M. W. (2014). Utilization of buffered vinegar to increase the shelf life of chicken retail cuts packaged in carbon dioxide. *Poultry Science*, 93(7), 1850-1854.

Diao, M., Qi, D., Xu, M., Lu, Z., Lv, F., Bie, X., & Zhao, H. (2018). Antibacterial activity and mechanism of monolauryl-galactosylglycerol against *Bacillus cereus*. *Food Control*, 85, 339–344.

Doğu, E. (2009). *Marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk etlerinin modifiye atmosfer paketlenme ile muhafazası* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Donlan, R. M. (2002). Biofilms: Microbial life on surfaces. *Emerging Infectious Diseases*, 8, 881-890.

Eroğlu, R. (2024). *Kanatlı etlerinde Salmonella spp. ve Campylobacter spp. varlığının ve antibiyotik direnç profillerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.

Eroğlu, R., & Çakıcı, N. (2024). Kanatlı etlerinde gıda güvenliği: Bakteriyel tehlikeler. *Etoxec*, 4(1), 1-14.

Fencioğlu, H., Öz, E., Turhan, S., Proestos, C., & Öz, F. (2022). The effects of the marination process with different vinegar varieties on various quality criteria and heterocyclic aromatic amine formation in beef steak. *Foods*, 11(20), 1-22.

Food and Drug Administration (FDA). (2020). *Bacteriological analytical manual (BAM): Chapter 4 – Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*.

Food and Drug Administration (FDA). (2001). *Bacteriological analytical manual (BAM): Chapter 18 – Yeasts, Molds, and Mycotoxins*.

Gamalga, M., Bueno-Díaz, C., Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Povedano, E., Reviejo, A. J., Villalba, M., Campuzano, S., & Pingarrón, J. M. (2020). First electrochemical immunosensor for the rapid detection of mustard seeds in plant food extracts. *Talanta*, 219, 1-9.

Gavahian, M., Chu, Y. H., & Jo, C. (2019). Prospective applications of cold plasma for processing poultry products: Benefits, effects on quality attributes, and limitations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 1292–1309.

Giaccone, V., Catellani, P., & Alberghini, L. (2011). Food as cause of human salmonellosis. In B. S. M. Mahmoud (Ed.), *Salmonella: A dangerous foodborne pathogen* (pp. 48–71). InTech.

Gould, G. W. (1999). *New methods of food preservation* (pp. 44–89). Aspen Publishers.

Göçmez, E.B. & İlhak, O. İ. (2025). Effect of marination with bioprotective culture-containing marinade on *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in chicken breast meat. *Journal of Food Science*, 90 (4), 1-12.

Grygier, A. (2023). Mustard seeds as a bioactive component of food. *Food Reviews International*, 39, 4088-4101.

Gülaç, Z. N. (2024). *Kümes hayvancılığı durum tahmin raporu 2024* (Yayın No. 402, ss. 1–12). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, TRGM/TEPGE.

Güneş, Ç. N., & Ekren, O. (2017). Vakum soğutma tekniğinin fesleğen için incelenmesi. *Teskon 2017 – Soğutma Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (ss. 1749–1758).

Gürel İnanlı, A., & Öksüztepe, G. (2007). Elazığ'da tüketime sunulan karides ve kalamar ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 102–106.

Harris, C. M., & Williams, S. K. (2019). The antimicrobial properties of a vinegar-based ingredient on *Salmonella* Typhimurium and psychrotrophs inoculated in ground chicken breast meat and stored at 3±1 °C for 7 days. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(1), 118-123.

International Organization for Standardization. (2010). *ISO 4832: Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of coliforms—Colony-count technique*.

Kadiroğlu, H. (2024). *Sirke üretiminde etkili olan mikroorganizmaların izolasyonu ve doğal probiyotik sirke üretiminde kullanılabilirliklerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.

Kandeean, G., & Tahseen, A. (2022). Modified atmosphere packaging (MAP) of meat and meat products: A review. *Journal of Packaging Technology and Research*, 6, 137–148.

Kara, R., Acaröz, U., Gürler, Z., & Soylu, A. (2021). Bazı et ürünlerinin fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, 2, 5-12.

Keskinoglu, H. (2019). *Yumurta ve ürünlerinde Salmonella spp. varlığı ve antibiyotik dirençliliğinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Kırmızıkuşak, D. (2021). Uluslararası mutfaklarda kültürel etkileşim: Yaygın kullanılan soslar. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 9(2), 1187–1203.

Kotiuk, E., Skiba, D., & Sawicka, B. (2024). Microbiological criteria for ensuring the safety of mustard. *Microbiology Research*, Article 1-20.

Kumar, D., & Tanwar, V. K. (2010). Effects of incorporation of ground mustard on quality attributes of chicken nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 759-762.

Kunová, S., Timoracká, I., Zelenáková, L., Fikselová, M., Lovászová, V. Z., & Felšöciová, S. (2025). The effect of different marinades on the microbial shelf life of chicken meat. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 15(3), 1-7.

Lahreche, T., Durmuş, M., Köşker, A. R., Uçar, Y., Boğa, E. K., Hamdi, T. M., & Özoğul, F. (2022). Effects of different plant (marjoram and olive leaf) extracts on quality characteristics of red and ordinary muscles of vacuum-packaged tuna-like fillets. *Applied Food Research*, 2(1), 1–7.

Macwan, S. R., Dabhi, B. K., Aparnathi, K. D., & Prajapati, J. B. (2016). Essential oils of herbs and spices: Their antimicrobial activity and application in preservation of food. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(5), 885–901.

Mandala, I. G., Savvas, T. P., & Kostaropoulos, A. (2004). Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model sauce. *Journal of Food Engineering*, 64, 335–342.

Manjankattil, S., Dewi, G., Peichel, C., Creek, M., Bina, P., Cox, R., Noll, S., & Johnny, A. K. (2023). Effect of pimenta essential oil against *Salmonella* Agona and *Salmonella* Saintpaul in ground turkey meat and nonprocessed turkey breast meat. *Poultry Science*, 103, 1–12.

Meredith, H., Valdramidis, V., Rotabakk, B. T., Sivertsvik, B., McDowell, D., & Bolton, D. (2014). Effect of different modified atmospheric packaging (MAP) gaseous combinations on *Campylobacter* and the shelf life of chilled poultry fillets. *Food Microbiology*, 44, 196–203.

Milani, M. A., Dana, M. G., Ghanbarzadeh, B., Alizadeh, A., & Afshar, P. G. (2019). Comparison of the chemical compositions and antibacterial activities of two Iranian mustard essential oils and use of these oils in turkey meats as preservatives. *Applied Food Biotechnology*, 6(4), 225–236.

Monu, E. A., David, J. R. D., Schmidt, M., & Davidson, P. M. (2014). Effect of white mustard essential oil on the growth of foodborne pathogens and spoilage microorganisms and the effect of food components on its efficacy. *Journal of Food Protection*, 77, 2062–2068.

Önder, B. (2019). *Bazı salata soslarının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.

Özdemir, N., Pashaei, H., Zannou, O., & Koca, İ. (2022). Phytochemical content, antioxidant activity, and volatile compounds associated with the aromatic property of vinegar produced from rosehip fruit (*Rosa canina* L.). *LWT*, 154, 112811.

Porter, J. A., Morey, A., & Monu, E. A. (2020). Antimicrobial efficacy of white mustard essential oil and carvacrol against *Salmonella* in refrigerated ground chicken. *Poultry Science*, 99, 5091–5095.

Şengün, İ. Y., Göztepe, E., & Öztürk, B. (2019). Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry meat. *LWT – Food Science and Technology*, 113, 108297.

Sequino, G., Cobo-Díaz, J. F., Valentino, V., Tassou, C., Volpe, S., Torrieri, E., Nychas, G.-J. E., Ordóñez, A. A., Ercolini, D., & De Filippis, F. (2025). Environmental microbiome mapping in poultry processing chain and assessment of microbial dynamics in response to different storage conditions. *Food Microbiology*, 128, 104020.

Serdaroğlu, M., Abdraimov, K., & Önenç, A. (2007). The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *Journal of Muscle Foods*, 18(2), 162–172.

Sharif, L., & Al-Malki, T. (2010). Knowledge, attitude and practice of Taif University students on food poisoning. *Food Control*, 21, 55–60.

Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. N., & Kowalski, S. (2008). Sauces and dressings: A review of properties and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(1), 50–77.

Silva, M. M., Lemos, T. O., Rodrigues, M. C. P., Araújo, A. M. S., Gomes, A. M., Pereira, A. L. F., Abreu, V. K. G., Araújo, E. S., & Andrade, D. S. (2021). Sweet-and-sour sauce of açai and unconventional food plants with functional properties: An innovation in fruit sauces. *Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100372.

Sudagidan, M., & Yemenicioğlu, A. (2012). Effects of nisin and lysozyme on growth inhibition and biofilm formation capacity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from raw milk and cheese samples. *Journal of Food Protection*, 75(9), 1627–1633.

Tänavots, A., Pöldvere, A., Kerner, K., Veri, K., Kaart, T., & Torp, J. (2018). Effects of mustard-honey, apple vinegar, white wine vinegar and kefir acidic marinades on the properties of pork. *Veterinarija ir Zootechnika*, 76(98), 69–76.

Tepe, A. (2019). *Doğal antimikrobiyal içeren jelatin kaplamanın tavuk göğüs etlerinde raf ömrü ve Salmonella üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak, Türkiye.

Tonbak, F., Atasever, M., & Çalıcıoğlu, M. (2017). Kanatlı etlerinde *Salmonella* riski. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(1), 90–98.

Toplu, B., Sıçramaz, H., & Ayhan, Z. (2023). Farklı ambalaj materyalleri ve vakum/modifiye atmosfer ambalajlamanın dilimlenmiş Hatay peynirinin kalitesi ve raf ömrüne etkisi. *The Journal of Food*, 48(3), 587–601.

Türk Dil Kurumu (TDK). (2025). Sos. *Güncel Türkçe Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>

Türk Gıda Kodeksi. (2011). *Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler yönetmeliği* (Resmî Gazete Sayısı: 28157, 3. mükerrer). <https://www.resmigazete.gov.tr/>

Uslu, Ş., & Ayaz, N. D. (2018). Kırıkkale ilinde hindi eti tüketim alışkanlıklarının ve tüketicilerin gıda hijyeni konusundaki bilinç düzeylerinin araştırılması. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89(2), 16–24.

Ünal, K., Kırkyol, M., & Akköse, A. (2024). Farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen hindi burgerlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Food Science Engineering Research*, 3(2), 104–113.

World Health Organization. (2024a). *Food safety*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (Erişim tarihi: 22.01.2025).

World Health Organization. (2024b). *Foodborne diseases*. <https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases> (Erişim tarihi: 22.01.2025).

Xia, T., Zhang, B., Duan, W., Zhang, J., & Wang, M. (2020). Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *Journal of Functional Foods*, 64, 103681.

Yılmaz, A., Demir, B., & Kaya, C. (2023). Antimicrobial effects of zahter and bay leaf essential oils against *Salmonella* Typhimurium on chicken wings. *Journal of Food Safety*, 43(2), 1–8.

Yücesoy, F., & Kaya, H. (2022). Kanatlı et kalitesi üzerine beslemenin etkisi. *Palandöken Journal of Animal Science and Technology*, 1(1), 42–53.

Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat: A review. *Meat Science*, 86(1), 119–128.