ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

OKSİJEN TUTUCULAR KULLANILARAK MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENEN TAVUK ETLERİNDE KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Burak DEMİRHAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2012

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

OKSİJEN TUTUCULAR KULLANILARAK MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLENEN TAVUK ETLERİNDE KALİTE DEĞİŞİMLERİ

Burak DEMİRHAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Çalışmada modifiye atmosfer paketlemenin (MAP, %70CO_2/%30N_2) ve demir bazlı oksijen tutucuların (OT) 19 günlük soğuk muhafaza süresince tavuk but ve göğüs etlerinde mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal değişiklikler üzerine etkisi incelenmiştir. Tavuk but ve göğüs etleri Hava, MAP, MAP+OT100 (MO100), MAP+OT300 (MO300) ve MAP+OT500 (MO500) olmak üzere 5 grup şeklinde ambalajlanmış ve 0. günden başlanarak 3'er günlük periyotlarla tepe boşluğu gaz kompozisyonu, pH, toplam aerob mezofil bakteri (TAMB), *Pseudomonas* spp., laktik asit bakterileri (LAB), toplam koliform bakteriler, *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus aureus* sayıları, tiyobarbitürik asit (TBA) değeri, hekzanal içeriği, yağ asitleri kompozisyonu, karbonil içeriği, sülfidril içeriği ve CIE L^* (açıklık koyuluk), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) enstrumental renk değerleri belirlenmiş, tekstür profil analizi ve duyusal değerlendirme yapılmıştır.

But ve göğüs etlerinde Hava grubunda TAMB sayısının kabul edilebilir limiti 7. günde; but etlerinde MAP grubunun 13. günde ve OT içeren grupların 19. günde; göğüs etlerinde ise MAP ve OT içeren grupların 19. günde aştığı saptanmıştır. Tavuk but etlerinde TAMB ve *Pseudomonas* spp.; tavuk göğüs etlerinde koliform sayısı OT kullanımıyla MAP grubuna göre önemli ölçüde ($p<0.05$) azaltılmıştır. Oksijen tutucu kullanılan gruplarda düşük TBA değerinin saptandığı, lipit oksidasyonunun diğer bir göstergesi olan hekzanal içeriği göz önünde bulundurulduğunda, aynı şekilde OT kullanılan gruplarda lipit oksidasyonunun baskılandığı gözlenmiştir ($p<0.05$). Yağ asitleri profili değerlendirildiğinde, genel olarak gerek but ve gerekse göğüs etlerinde OT kullanılan gruplarda 19. günde belirlenen toplam çoklu doymamış yağ asitleri içeriklerinin MAP grubundan daha yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Karbonil ve sülfidril içerikleri değerlendirildiğinde, OT içeren gruplar, MAP grubuna göre proteinlerin oksidasyonunun önlenmesinde etkili olmuşlardır. MAP ya da oksijen tutucu kullanımının tavuk but ve göğüs etlerinin ölçülen tekstür özellikleri üzerine genel olarak belirgin bir etki yapmadığı saptanmıştır. Tavuk but ve göğüs etlerinde oksijen tutucuların ve MAP'ın soğuk muhafaza süresince Hava grubuna göre daha yüksek a^* değerlerine neden olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Duyusal değerlendirmede, OT kullanılan grupların depolama sonlarına doğru daha yüksek puanlar ($p<0.05$) aldıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak, oksijen tutucuların genel olarak mikrobiyal gelişimi baskıladığı, protein ve lipit oksidasyonunu geciktirdiği ve ürün duyusal özelliklerinin olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Mart 2012, 174 sayfa

Anahtar Kelimeler: Oksijen tutucular, tavuk eti, modifiye atmosfer paketleme, raf ömrü

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

QUALITY CHANGES IN CHICKEN MEATS PACKAGED WITH MODIFIED ATMOSPHERE USING OXYGEN SCAVENGERS

Burak DEMİRHAN

Ankara University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

The effects of modified atmosphere packaging (MAP, 70%CO_2/30%N_2) and iron- based oxygen scavenger (OS) on microbiological, physical, chemical and sensory changes in chicken leg and breast meat were evaluated during refrigerated storage for 19 days. Chicken leg and breast meats were separated into five groups, packaged in Air, MAP, MAP+OS100 (MO100), MAP+OS300 (MO300) and MAP+OS500 (MO500) analyzed at Day 0 and three-day intervals thereafter for headspace gas composition, pH, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), *Pseudomonas* spp., lactic acid bacteria (LAB), total coliform bacteria, *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* counts, thiobarbituric acid (TBA) value, hexanal content, fatty acid composition, carbonyl content, sulfhydryl content, CIE L^* (lightness), a^* (redness) and b^* (yellowness) color values, texture profile, and sensory evaluation.

TMAB counts exceeded the acceptability limit at day 7 in Air group for leg and breast meats, in MAP at day 13 and in OS containing samples at day 19 for leg meat, while it was day 19 in MAP and OS groups for breast meats. Counts of TAMB and *Pseudomonas* spp. for leg meats, and of total coliforms for breast meats were significantly ($p<0.05$) reduced with OS incorporation. Lower TBA values were observed in OS incorporated groups. Considering the hexanal contents, lipid oxidation was suppressed by utilization of OS ($p<0.05$). In fatty acids profile, percentage of total polyunsaturated fatty acids measured in breast and leg meats incorporated with OS at day 19 was higher ($p<0.05$) than MAP groups. OS groups retarded protein oxidation when measured with carbonyl and sulfhydryl contents as compared to MAP group. No significant effect of OS or MAP was observed on the texture profile of chicken meats. OS and MAP groups generally resulted in higher a^* values in breast and leg meats over the refrigerated storage ($p<0.05$). In sensory evaluation, OS groups generally possessed higher ($p<0.05$) scores. In conclusion, OS suppressed microbiological growth, retarded lipid and protein oxidation without no negative effect on sensory properties of chicken leg and breast meats.

March 2012, 174 pages

Key Words: Oxygen scavengers, chicken meat, modified atmosphere packaging, shelf life

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesinde bilgilerinden faydalandığım ve hiçbir zaman yardımını esirgemeyen sayın danışman hocam Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a, çalışmamda ilgi ve yardımlarını gördüğüm Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın hocam Prof. Dr. Nuray KOLSARICI'ya, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın hocam Prof. Dr. Cengiz CANER'e, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden sayın hocalarım Prof. Dr. Aziz EKŞİ, Prof Dr. Ali BAYRAK, Prof. Dr. Kamuran AYHAN, Prof. Dr. Aziz TEKİN'e, Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı öğretim üyeleri sayın hocalarım Prof. Dr. Aysel BAYHAN ÖKTEM ve Prof. Dr. Gülderen YENTÜR'e, bilgi ve hoşgörülerini eksik etmeyen Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'ndeki arkadaşlarım Dr. Buket ER, Yard. Doç. Dr. Fatma KAYNAK ONURDAĞ ve Araş. Gör. Selda ÖZGACAR'a, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Safa GÜRCAN'a, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki arkadaşlarım Araş. Gör. Eda DEMİROK, Araş. Gör. Dr. İlker Turan AKOĞLU, Araş. Gör. Dr. Mustafa KIRALAN, Araş. Gör. Dr. Hakan ERİNÇ, Emine AŞIK ve Ece KIZILKAYA'ya, katkılarından dolayı Vet. Hek. Esra KÖROĞLU'na, hammadde temininde yardımlarından dolayı Beypi A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamımın hiçbir anında beni yalnız bırakmayan, maddi ve manevi desteklerini hissettiğim, dualarını eksik etmeyen başta annem Ayperi DEMİRHAN, babam Memduh DEMİRHAN ve abilerim İlkay DEMİRHAN ile Kerem Tolga DEMİRHAN olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, 09B4343008 numaralı ve "Oksijen Tutucu Kullanılarak Modifiye Atmosferde Paketlenen Tavuk Etlerinde Kalite Değişimleri" konulu BAP projesi tarafından desteklenmiştir.

Burak DEMİRHAN
Ankara, Mart 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ **5**
2.1 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) **7**
2.1.1 Modifiye atmosfer paketlemenin kalite üzerine etkisi **12**
2.2 Aktif Gıda Ambalaj Sistemleri **16**
2.2.1 Oksijen tutucular **18**
2.3 Gıdalarda Oksidasyon Reaksiyonları **24**
2.3.1 Lipit oksidasyonu **26**
2.3.2 Protein oksidasyonu **29**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **34**
3.1 Materyal **34**
3.2 Yöntem **34**
3.2.1 Deneme planı **34**
3.2.2 Analiz yöntemleri **35**
3. 2.2.1 Nem içeriği **35**
3.2.2.2 Yağ içeriği **35**
3.2.2.3 Protein içeriği **35**
3.2.2.4 Kül içeriği **35**
3.2.2.5 Tepe boşluğu gaz içeriği **35**
3.2.2.6 pH değeri **36**
3.2.2.7 Mikrobiyolojik analiz **36**
3.2.2.7.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı **36**
3.2.2.7.2 *Pseudomonas* spp. sayısı **37**
3.2.2.7.3 Toplam koliform bakteriler **37**
3.2.2.7.4 Laktik asit bakterileri **37**
3.2.2.7.5 *Staphylococcus aureus* **37**
3.2.2.7.6 *Salmonella* spp. **38**
3.2.2.8 Tiyobarbiturik Asit (TBA) değeri **40**
3.2.2.9 Hekzanal içeriği **40**
3.2.2.10 Yağ asitleri dağılımı **41**
3.2.2.11 Karbonil içeriği **42**
3.2.2.12 Sülfidril (–SH) içeriği **43**
3.2.2.13 Enstrümental renk analizi **43**
3.2.2.14 Tekstür profil analizi **43**
3.2.2.15 Duyusal değerlendirme **44**
3.2.2.15.1 Çiğ duyusal değerlendirme **44**
3.2.2.15.2 Pişmiş örneklerde duyusal değerlendirme **44**
3.3 İstatistiksel Analiz **45**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA **46**

4.1 Ham Maddenin Kimyasal Bileşimi 46
4.2 Tepe Boşluğu Gaz Konsantrasyonu 46
4.3 pH Değeri 50
4.4 Mikrobiyolojik Analiz 55
4.4.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı 55
4.4.2 *Pseudomonas* spp. sayısı 60
4.4.3 Toplam koliform bakteriler 63
4.4.4 Laktik asit bakterileri 67
4.4.5 *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus aureus* 70
4.5 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değeri 71
4.6 Hekzanal İçeriği 74
4.7 Yağ Asitleri Dağılımı 78
4.8 Karbonil İçeriği 88
4.9 Sülfidril (-SH) İçeriği 93
4.10 Enstrümental Renk 96
4.11 Tekstür Profil Analizi 104
4.12 Duyusal Analiz 118
4.12.1 Çiğ tavuk but ve göğüs etlerinde duyusal analiz 118
4.12.2 Pişmiş tavuk but ve göğüs etlerinde duyusal analiz 129
5. SONUÇ 137
KAYNAKLAR 141
EK 1 Duyusal değerlendirme formu örneği (çiğ) 158
EK 2 Duyusal değerlendirme formu örneği (pişmiş) 159
ÖZGEÇMİŞ 160

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

µm	Mikrometre
16:0	Palmitik Asit
16:1	Palmitoleik Asit
18:0	Stearik Asit
18:1	Oleik Asit
18:2	Linoleik Asit
18:3	Linolenik Asit
BHA	Bütillendirilmiş hidroksianizol
BHT	Bütillendirilmiş hidroksitoluen
ÇDYA	Çoklu doymamış yağ asidi
DHA	Dokoza hekzanoik asit
dk	Dakika
DYA	Doymuş yağ asidi
DNPH	2.4-Dinitrofenil hidrazin
EPA	Eikoza pentanoik asit
g	Gram
GRAS	Genellikle güvenli kabul edilen
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
kg	Kilogram
KOB	Koloni Oluşturan Birim
LDPE	Düşük yoğunluklu polietilen
LAB	Laktik Asit Bakterileri
MA	Malonaldehit
MAP	Modifiye atmosfer paketleme
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mmol	Milimol
N	Newton
nm	Nanometre
PET	Poli etilen terefitalat
PP	Poli propilen
PS	Poli stiren
PVC	Poli vinil klorür
PVDC	Poli viniliden klorür
SPME	Solid faz mikroekstraksiyon
TBHQ	Tersiyer bütillendirilmiş hidrokinon
TAMB	Toplam aerob mezofil bakteri
TDYA	Tekli doymamış yağ asidi
TPA	Tekstür profil analizi
UV	Ultraviyole
TBA	Tiyobarbitürik Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Demir bazlı oksidasyon prensibi 20
Şekil 2.2 Otoksidasyon basamakları 27
Şekil 2.3 Protein oksidasyon aşamaları. 30
Şekil 4.1 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pH değerlerindeki değişim 51
Şekil 4.2 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pH değerlerindeki değişim 54
Şekil 4.3 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TAMB sayısındaki değişim 56
Şekil 4.4 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TAMB sayısındaki değişim 57
Şekil 4.5 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişim 60
Şekil 4.6 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişim 61
Şekil 4.7 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin toplam koliform bakteri sayısındaki değişim 64
Şekil 4.8 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin toplam koliform bakteri sayısındaki değişim 65
Şekil 4.9 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin LAB sayısındaki değişim 68
Şekil 4.10 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin LAB sayısındaki değişim 69
Şekil 4.11 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TBA değerlerindeki değişim 71
Şekil 4.12 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TBA değerlerindeki değişim . 72
Şekil 4.13 Soğuk muhafaza süresince tavuk but etlerinin hekzanal içeriklerindeki değişim 75
Şekil 4.14 Soğuk muhafaza süresince tavuk göğüs etlerinin hekzanal içeriklerindeki değişim 76
Şekil 4.15 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin karbonil içeriklerindeki değişim 89
Şekil 4.16 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin karbonil içeriklerindeki değişim 90
Şekil 4.17 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sülfidril içeriklerindeki değişim 93
Şekil 4.18 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sülfidril içeriklerindeki değişim 94
Şekil 4.19 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin L^* değerlerindeki değişim 97
Şekil 4.20 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin L^* değerlerindeki değişim 98
Şekil 4.21 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin a^* değerlerindeki değişim 99
Şekil 4.22 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin a^* değerlerindeki değişim 100
Şekil 4.23 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin b^* değerlerindeki değişim 101
Şekil 4.24 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin b^* değerlerindeki değişim 102
Şekil 4.25 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sertlik (N) değerlerindeki değişim 105
Şekil 4.26 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sertlik (N) değerlerindeki değişim 106
Şekil 4.27 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin adhesiflik (g.sn) değerlerindeki değişim 109
Şekil 4.28 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin adhesiflik (g.sn) değerlerindeki değişim 109

Şekil 4.29 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin esneklik değerlerindeki değişim 110
Şekil 4.30 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin esneklik değerlerindeki değişim 111
Şekil 4.31 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin bağlayıcılık değerlerindeki değişim 112
Şekil 4.32 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin bağlayıcılık değerlerindeki değişim 113
Şekil 4.33 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin gam özelliği (N) değerlerindeki değişim 114
Şekil 4.34 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin gam özelliği (N) değerlerindeki değişim 115
Şekil 4.35 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerlerindeki değişim 116
Şekil 4.36 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerlerindeki değişim 117
Şekil 4.37 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal analiz değerleri 127
Şekil 4.38 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal analiz değerleri..... 128
Şekil 4.39 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pişmiş duyusal değerlendirme puanları..... 135
Şekil 4.40 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pişmiş duyusal değerlendirme puanları 136

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Tavuk but ve göğüs etlerinin kimyasal bileşimi (%)* 46
Çizelge 4.2 Soğuk muhafaza süresince but ve göğüs etlerinin tepe boşluğu oksijen içerikleri (%)* 47
Çizelge 4.3 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin tepe boşluğu oksijen içerikleri (%)* 47
Çizelge 4.4 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin tepe boşluğu karbondioksit içerikleri (%)* 48
Çizelge 4.5 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin tepe boşluğu karbondioksit içerikleri (%)* 48
Çizelge 4.6 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pH değerleri* 51
Çizelge 4.7 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pH değerleri* 53
Çizelge 4.8 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TAMB sayısı (log_{10} kob/g)* 56
Çizelge 4.9 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TAMB sayısı (log_{10} kob/g)* 57
Çizelge 4.10 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısı (log_{10} kob/g)* 60
Çizelge 4.11 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısı (log_{10} kob/g)* 61
Çizelge 4.12 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin toplam koliform bakteri sayısı (log_{10} kob/g)* 63
Çizelge 4.13 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin toplam koliform bakteri sayısı (log_{10} kob/g)* 64
Çizelge 4.14 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin LAB sayısı (log_{10} kob/g)*..... 67
Çizelge 4.15 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin LAB sayısı (log_{10} kob/g)* . 68
Çizelge 4.16 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TBA değerleri (mg MA/kg)* 71
Çizelge 4.17 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TBA değerleri (mg MA/kg)* 72
Çizelge 4.18 Soğuk muhafaza süresince tavuk but etlerinin hekzanal içerikleri (log pik alanı)* 75
Çizelge 4.19 Soğuk muhafaza süresince tavuk göğüs etlerinin hekzanal içerikleri (log pik alanı)* 76
Çizelge 4.20 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*..... 80
Çizelge 4.20 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*(devam) 81
Çizelge 4.21 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*..... 82
Çizelge 4.21 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*(devam) 83
Çizelge 4.22 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin DYA içerikleri (%)*..... 86
Çizelge 4.23 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TDYA içerikleri (%)*..... 86
Çizelge 4.24 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin ÇDYA içerikleri

(%)* 87
Çizelge 4.25 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin DYA içerikleri (%)* 87
Çizelge 4.26 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TDYA içerikleri (%)* 88
Çizelge 4.27 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin ÇDYA içerikleri (%)* 88
Çizelge 4.28 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin karbonil içerikleri (nmol hidrazon/mg protein)* 89
Çizelge 4.29 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin karbonil içerikleri (nmol hidrazon/mg protein)* 90
Çizelge 4.30 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sülfidril içerikleri (nmol/mg protein)* 93
Çizelge 4.31 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sülfidril içerikleri (nmol/mg protein)* 94
Çizelge 4.32 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin L^* değerleri* 97
Çizelge 4.33 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin L^* değerleri* 98
Çizelge 4.34 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin a^* değerleri* 99
Çizelge 4.35 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin a^* değerleri* 100
Çizelge 4.36 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin b^* değerleri* 101
Çizelge 4.37 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin b^* değerleri* 102
Çizelge 4.38 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sertlik (N) değerleri* 104
Çizelge 4.39 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sertlik (N) değerleri* 105
Çizelge 4.40 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin adhesiflik (g.sn) değerleri ... 107
Çizelge 4.41 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin adhesiflik (g.sn) değerleri* 108
Çizelge 4.42 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin esneklik değerleri* 110
Çizelge 4.43 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin esneklik değerleri* 111
Çizelge 4.44 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin bağlayıcılık değerleri* 112
Çizelge 4.45 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin bağlayıcılık değerleri* 113
Çizelge 4.46 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin gam özelliği (N) değerleri* 114
Çizelge 4.47 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin gam özelliği (N) değerleri* 115
Çizelge 4.48 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerleri* 116
Çizelge 4.49 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerleri* 117
Çizelge 4.50 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal görünüş puanları* 119
Çizelge 4.51 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal görünüş puanları* 119
Çizelge 4.52 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal renk puanları* 122

Çizelge 4.53 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal renk puanları*..... 122
Çizelge 4.54 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal ilk algılanan koku puanları*..... 123
Çizelge 4.55 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal ilk algılanan koku puanları*..... 123
Çizelge 4.56 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal koku puanları*..... 124
Çizelge 4.57 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal koku puanları*..... 124
Çizelge 4.58 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal yapışkanlık puanları*..... 125
Çizelge 4.59 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal yapışkanlık puanları*..... 125
Çizelge 4.60 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal genel beğeni puanları*..... 126
Çizelge 4.61 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal genel beğeni puanları*..... 126
Çizelge 4.62 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin görünüş duyusal puanları*... 129
Çizelge 4.63 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin görünüş duyusal puanları*..... 129
Çizelge 4.64 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin renk duyusal puanları*..... 130
Çizelge 4.65 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin renk duyusal puanları* 130
Çizelge 4.66 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin koku duyusal puanları*..... 131
Çizelge 4.67 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin koku duyusal puanları* ... 131
Çizelge 4.68 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin lezzet duyusal puanları*..... 132
Çizelge 4.69 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin lezzet duyusal puanları* .. 132
Çizelge 4.70 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yapı duyusal puanları*..... 133
Çizelge 4.71 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yapı duyusal puanları*..... 133
Çizelge 4.72 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin genel beğeni duyusal puanları*..... 134
Çizelge 4.73 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin genel beğeni duyusal puanları*..... 134

1. GİRİŞ

Yüksek besin kalitesi ve düşük maliyete sahip olan tavuk etlerinin üretimi ve tüketimi tüm dünyada günden güne artış göstermektedir (Patsias vd. 2006). Türkiye'de de toplam hayvansal ürünler içinde önemli bir yer tutan tavuk eti üretimi 2000 yılında yaklaşık 662,000 ton iken, yıllar içinde iki kattan daha fazla artarak 2010 yılında yaklaşık 1.430,000 ton düzeyine ulaşmıştır. Kanatlı etleri tüketimi de üretime paralel olarak artmış ve 2000 yılında kişi başına yıllık 11.05 kg olan tüketim, 2010 yılında 19.13 kg'a yükselmiştir (Anonim 2010). Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde gerçekleşen bu artışın başlıca nedeni, kırmızı et üretiminin giderek azalmasıyla ortaya çıkan protein açığının tavuk eti üretimindeki artışla dengelenmesidir.

Beyaz et sınıfında yer alan ve kırmızı etlerle kıyaslandığında daha düşük toplam yağ, doymuş yağ asidi, kolesterol daha yüksek doymamış yağ asidi içeriğine, daha düşük enerji değerine sahip olan tavuk etleri ekonomik olmalarından dolayı tüketici tarafından tercih edilen gıdalardır (Stadelman vd. 1988). Yüksek üretim ve tüketim potansiyeline sahip olan tavuk etleri, soğukta muhafaza edildiğinde dahi kesimden sonraki ilk bir hafta içinde hızla tüketilebilirlik özelliğini kaybetmektedir. Bu nedenle de endüstri tüketicinin daha güvenli, kaliteli ve uzun raf ömrüne sahip ürün talebini karşılamak amacıyla yeni koruma sistemleri üzerinde çalışmalar yapmaktadır (Balamatsia vd. 2007). Bu bağlamda, gıda ambalaj endüstrisi de taze ve işlenmiş et ürünleriyle ilgili katı yasal düzenlemelerin yerine getirilmesi, ayrıca, ürün kalitesi ve kullanım kolaylığı konularında tüketici beklentilerinin karşılanması amacıyla sürekli yeni teknikler geliştirme çabasındadır (Kerry vd. 2006).

Günümüzde taze etlerin muhafazası için değişik teknikler kullanılarak farklı amaçlar için geliştirilmiş birçok ambalaj yöntemi bulunmaktadır. Bunlar içinde, kısa süreli soğuk depolama ya da perakende satışlarda etin streç filmle sarılması, vakum ambalajlama ve farklı gaz konsantrasyonlarıyla ambalaj atmosferinin modifiye edilmesi ilkesine dayanan modifiye atmosfer paketleme (MAP) ya da kontrollü atmosfer paketleme teknolojileri gibi sistemler en yaygın kullanılan ambalaj yöntemlerindendir (Jeremiah 2001, Balamatsia vd. 2007).

Gıdaların muhafazasında önemli bir yere sahip olan ambalajlamada amaç, gıdayı bozulma etmenlerinden koruyarak ürünü taşımak, pazarlama aracı olarak tüketiciyle irtibata geçerek ürün bilgileriyle birlikte tüketiciye kolay kullanılabilir ve hazırlanabilir ürün sunmaktır (Yam vd. 2005). Taze etler ise özellikle olası bir bulaşmanın önlenmesi, bozulmanın geciktirilmesi, ağırlık kayıplarının azaltılması gibi kalite ile ilgili sorunların bertaraf edilmesi amacıyla ambalajlanmaktadır (Kerry vd. 2006). Bu amaçla taze etlerin ambalajlanmasında kullanılan MAP teknolojisi büyük gelişme kaydedilen ve et endüstrisinde giderek yaygınlaşan bir uygulamadır (Jeremiah 2001, Balamatsia vd. 2007).

Taze etlerde önem taşıyan mikrobiyal gelişme, lipit, protein ve pigment oksidasyonu gibi raf ömrünü etkileyen değişimlerin en aza indirilmesi amacıyla MAP'da farklı gaz konsantrasyonları kullanılabilmektedir. MAP genelde, vakumla uzaklaştırılan ambalaj atmosferine, amaca göre değişen konsantrasyonlarda karbondioksit, oksijen ve azot gazı karışımlarının verilmesi şeklinde uygulanır (Kondratowicz vd. 2006, Balamatsia vd. 2007). Karbondioksit, özellikle taze etlerde bozulmaya ve gıda zehirlenmesine neden olan mikroorganizma gelişiminin önlenmesi amacıyla ambalaj atmosferine ilave edilmektedir (Rao ve Sachindra 2002). Yağ ve suda çözünürlüğü düşük ve inert bir gaz olan azot ise, sistemde oksijenle yer değiştirmekte, böylece, ambalajın şekilsel bütünlüğünün korunmasında ve dolaylı olarak da üründe olası oksidatif değişimlerin engellenmesinde rol almaktadır (Rao ve Sachindra 2002, Kerry vd. 2006). Oksijen ise, özellikle kırmızı etlerde et renginin kalıcılığını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Chouliara vd. 2007).

Günümüzde, et ve et ürünlerinde kalite kontrolün teminine yönelik ambalaj teknolojileri içinde aktif ve akıllı ambalajlama olmak üzere iki yeni yaklaşım göze çarpmaktadır. Bunlardan akıllı ambalajlama, gıdanın ya da gıdayı çevreleyen ambalaj atmosferinin bazı özelliklerine bağlı olarak ürünün depolanması esnasında raf ömrü aşamaları hakkında üretici ve tüketicinin bilgilendirilmesini sağlayan bir ambalajlama yöntemidir (Ahvenainen 2003). Akıllı ambalajlama, aktif ambalaj sistemleriyle birlikte, bu sistemlerin bütünlüğünü ve etkinliğini kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Aktif ambalajlama ise genel olarak, klasik ambalaj sistemlerindeki gibi sadece inert bir

bariyer sağlamaktan ziyade, ürün kalitesinin sürekliliğini ve daha uzun raf ömrü temini amacıyla ambalaj sistemlerine çeşitli aktif maddelerin ilave edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Kerry vd. 2006).

Aktif ambalajlama uygulamaları içinde oksijen, etilen ve karbondioksit tutucular yanında antioksidan ve antimikrobiyal ambalajlama gibi sistemlerden gıdaların korunması amacıyla yaygın olarak yararlanılmaktadır (Kerry vd. 2006). Bu sistemler içinde et teknolojisinde son yıllarda dikkatleri çeken uygulama, oksijen tutucuların ambalaj sistemlerinde kullanılmasıdır (Mohan vd. 2008).

Ambalaj atmosferinde bulunan yüksek konsantrasyondaki oksijen mikrobiyal gelişimi hızlandırarak, üründe kötü tat ve koku oluşumuna, renkte ve yapıda istenmeyen değişimlere neden olduğundan ürünün raf ömrünün önemli ölçüde kısalmasına yol açmaktadır. Soğuk muhafazada tavuk etinin mikrobiyal yolla bozulması genellikle *Pseudomonas* spp. gibi aerobik bakterilerin faaliyetleriyle meydana gelmektedir. Bunun yanı sıra, tavuk etlerinde gıda zehirlenmesine neden olabilecek olası patojenlerin büyük çoğunluğu da aerobik karakter göstermektedir (Chouliara vd. 2007, Balamatsia vd. 2007). Mikrobiyal faktörlere ek olarak, ortamda bulunan oksijen, lipitlerde ve proteinlerde oksidasyona yol açarak ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Estevez vd. 2007). Bu nedenle, etlerde kalite özelliklerini olumsuz yönde etkileyen ve raf ömrünü sınırlandıran en önemli faktörlerden biri olan oksijenin ambalaj içerisindeki miktarı kontrol altına alınmalıdır (Ozdemir ve Floros 2004).

Gıdaların ambalajlanmasında oksijen tutucuların kullanımı, ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen değişimlerin sınırlandırılmasında yararlanılan yeni bir aktif ambalajlama teknolojisidir. MAP ve vakum ambalaj sistemleri oksijene duyarlı gıdalarda etkili olmalarına rağmen, bu sistemlere alternatif olarak oksijen tutucuların kullanılması, iyi kalitede ve raf ömrü uzun ürün temini sağlamaktadır (Ozdemir ve Floros 2004, Kerry vd. 2006). Oksijen tutucular ile ambalajlama sonrası ortamda bulunan kalıntı oksijen ortamdan uzaklaştırılmakta ve dolayısıyla oksijene duyarlı gıdalardaki istenmeyen kalite değişimleri azaltılmaktadır (Kerry vd. 2006).

Bu çalışmada, farklı oksijen tutma kapasitesine sahip demir bazlı oksijen tutucular kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen tavuk but ve göğüs etlerinde soğuk depolama boyunca meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve duyusal kalite değişimlerinin saptanması ve bu değişimlerin ürün raf ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

Gıdalarda mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmanın önlenmesinde, kalitenin ve ürün güvenliğinin korunarak raf ömrünün uzatılmasında en etkili yöntemlerden birisi ambalajlamadır. Günümüzde gelişen teknolojilerle birlikte, gıdaların ambalajlanmadan pazarlanması ve tüketiciye sunulması modern gıda zincirinde uygun görülmemektedir (Lee 2010).

Geleneksel olarak gıda ambalajlama "gıdanın tüketime kadarki dönemde kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkileri içeren çevresel faktörlerden korunması" olarak tanımlanmaktadır (Lee 2010, Galic vd. 2011). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre ise ambalajlama, "gıda maddelerinin; içinde tutma, koruma ve bilgi verme amacıyla ambalaj materyali kullanılarak sarılmaları veya kaplara yerleştirilmelerini" ifade etmektedir. Ambalaj materyali ise "gıda maddelerini dış etkenlerden koruyan ve içine konan gıda maddesini bir arada tutarak taşıma, depolama, dağıtım, tanıtım ve reklam gibi pazarlama işlemlerini kolaylaştıran veya gıda maddeleri ile temasta bulunmak üzere üretilen plastik, cam, seramik, kağıt, metal, ahşap veya bunların karışımından elde edilen materyaller" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 1997).

Ambalajlamanın temel amacı; gıdaların çevresel kontaminasyona karşı korunması ve kalitenin tüketiciye ulaşana kadar muhafaza edilmesi olarak ifade edilmektedir (Brody 1999, Kropf 2004b, Brody vd. 2008). Bu koruma işlemleri bozulmanın geciktirilmesi, raf ömrünün uzatılması ve ambalajlanmış gıdanın kalite ve güvenliğinin sağlanmasını içermektedir. Ambalaj materyali gıdayı bozulmaya neden olan ışık, nem, oksijen, basınç, mikroorganizmalar, insektler, kir ve toz partikülleri ile gaz emisyonları gibi çevresel etkenlere karşı korumaktadır (Brody 1999, Kropf 2004b, Marsh ve Bugusu 2007). Bunun yanında, gıdanın ambalajında ürün bilgileri, net ağırlığı, pişirme bilgileri, ambalaj materyali ve firma iletişim bilgileri yer almaktadır (Kropf 2004b). Dolayısıyla ambalajlama işlemi gıdaların üretim basamaklarında kaçınılmaz bir aşamayı oluşturmaktadır (Tsigarida ve Nychas 2001).

Ambalaj materyali gıdayı renk kaybı, lezzet ve koku değişiklikleri, besin maddesi kaybı, tekstür değişiklikleri, patojen mikroorganizmalar ve diğer faktörlere karşı korumakta ve raf ömrünü artırmaktadır. Enzimatik, mikrobiyal ve biyokimyasal reaksiyonlar gıdaların muhafaza sürelerinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Raf ömrü gıdanın ambalajlanmasından itibaren tüketicinin ürünü güvenle kullanabileceği maksimum süreyi ifade etmektedir ve ambalajlı gıdalarda gıda maddesi, ambalaj materyali, ambalaj atmosferi, depolama sıcaklığı ve kullanılan katkı maddelerine göre raf ömrü değişiklik göstermektedir (McMillin 2008). Dolayısıyla raf ömrü; sıcaklık, nem kontrolü, doğal asitler, karbondioksit, şeker ve tuz gibi kimyasal maddelerin ilavesi, oksijenin ortamdan uzaklaştırılması veya bunlarla birlikte etkili bir ambalajlama ile uzatılabilmektedir (Brody vd. 2008).

Taze ve işlenmiş et ürünlerinde hijyen ve güvenlik konularına artan ilgiyle birlikte, uygun maliyetli ve uzun raf ömrüne sahip ürün üretimi, tüketici beklentilerinin karşılanması ve kalitenin artırılması doğrultusunda gıda ambalaj sektörü hızlı bir gelişme göstermektedir. Taze etlerin ambalajlanması sonucunda kontaminasyonun önlendiği ve bozulmanın geciktirildiği belirtilmektedir. Et ve et ürünleri göz önüne alındığında da dehidrasyon, oksidatif bozulma, renk değişiklikleri ve lezzet bozukluklarının önemli olduğu bildirilmektedir (Kerry vd. 2006).

Günümüzde farklı amaç ve uygulamalara yönelik birçok et ambalaj sistemi bulunmaktadır. Bu ambalaj sistemleri kısa süreli muhafaza veya reyonda teşhir amaçlı etin ambalaj materyali ile sarılması olabildiği gibi, uzun süreli muhafaza amaçlı MAP, kontrollü atmosferde paketleme ve vakum paketleme de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kerry vd. 2006, Lee 2010). Vakum paketleme ambalaj ortamından havanın tamamen çıkartılmasını ifade ederken kontrollü atmosferde paketleme, gıdanın belirli bir gaz karışımı ile ambalajlanmasından sonra raf ömrünün sonuna kadar bu gaz karışımını koruması olarak tanımlanmaktadır. Modifiye atmosfer paketleme ise, değişik ambalajlama teknolojilerinin uygulandığı ve gıdaların muhafaza süresinin artırılması amacıyla havadan farklı olarak ambalaj içi gaz kompozisyonunun oluşturulduğu bir sistemdir (Robertson 2003, Kropf 2004a).

2.1 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Gıda endüstrisinde kalite ve güvenliğin sağlanmasında kullanılan klasik muhafaza yöntemleri yerini tüketicilerin tat, besleme değeri, doğallık ve kolay kullanılabilir gıda taleplerinin karşılanması amacıyla yeni muhafaza yöntemlerine bırakmıştır (Devlieghere vd. 2004). MAP ısıl işlem uygulanmadan gıdaların muhafazasında yararlanılan bir yöntem olup, günümüzde özellikle et ve et ürünleri başta olmak üzere taze ve az işlem görmüş gıdaların muhafazasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Luno vd. 2000, Tsigarida ve Nychas 2001, Sekar vd. 2006, Patsias vd. 2006, Delvalle vd. 2009). Kalitenin artırılması yanında olası risklerin de elimine edilerek gıda güvenliğinin sağlanmasında etkili bir yöntem olan MAP aynı zamanda, gıda maddesini çevreleyen gaz bariyeri olarak da adlandırılmaktadır (Devlieghere vd. 2004, Spencer 2005).

MAP, gıda çevresindeki atmosfer kompozisyonunun normal hava kompozisyonundan farklı olduğu bir gıda muhafaza tekniği olarak tanımlanmaktadır (Robertson 2003, Smith ve Day 2003). Gıda ambalajının içerisindeki atmosfer tek bir gazdan veya gaz karışımlarından oluşturulabilir. MAP koşullarında gıdalarda bozulmaya neden olan bakterilerin, maya ve küflerin gelişimi baskılanmakta ve diğer fizyolojik bozulmalar yavaşlatılmaktadır (Smith ve Day 2003).

MAP'lı gıdaların üretiminde kullanılan gazların, gıdalarda kullanımına izin verilmesi (food-grade) ve yüksek saflıkta olması gerekmektedir. Bu yüksek saflıktaki gazlar hijyenik koşullarda üretilmeli, uygun taşıyıcılarda muhafaza edilmeli ve gıdaların üretimi ile işlenmesinde gereken standartları karşılamalıdır. MAP'da kullanılan gazlar genellikle atmosferde bulunan karbondioksit, azot ve oksijendir. Argon, helyum, nitrojen oksit ve kükürt oksit Avrupa Birliği ülkelerinde (AB) kullanımına izin verilen fakat etkinliği ve güvenilirliği gözden geçirilmekte olan gazlardır. Karbonmonoksit, hidrojen ve klor ise gıda kalitesi üzerindeki negatif etkilerinden dolayı kullanımı sınırlandırılan gazlardır. Havanın içeriği %78.09 azot, %20.95 oksijen, %0.93 argon ve %0.03 karbondioksitten oluştuğu için, genellikle MAP uygulamalarında azot, oksijen ve karbondioksit sıklıkla kullanılan gazlardır (Smith ve Day 2003). Kullanılan gaz

karışımları gıdaların raf ömrünün artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Luno vd. 2000). Taze gıdalara uygulanan ambalaj sistemlerinde genellikle oksijen miktarı azaltılırken, karbondioksit miktarının artırılması tavsiye edilmektedir (Arashisar vd. 2004).

Karbondioksit, azot ve oksijen gazlarının uygun miktarlarda kullanımı ile bozulmaya elverişli olan et ve balık gibi gıdalarda aerobik mikroorganizmalardan ileri gelen bozulmaların önüne geçilebilmektedir (Patsias 2008). Genellikle MAP'da oksijen, gaz karışımı dışında tutulmakta, özellikle oksidatif ve mikrobiyolojik bozulmalara hassas olan bu gıdalarda raf ömrünü artırmak amacıyla ambalaj atmosferindeki oksijenin ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir (Devlieghere vd. 2004). Çünkü, ambalaj atmosferinde bulunan yüksek miktardaki oksijen ürünün bazı kalite özelliklerinde değişime neden olmaktadır (Viana vd. 2005, Clausen vd. 2008). Zakrys vd. (2008), farklı konsantrasyonlarda oksijen içeren (%10, 20, 50 ve 80) MAP koşullarında depolanan sığır etinde renk, protein ve lipit oksidasyonu ile tekstür ve duyusal özellikleri incelenmiş, düşük oksijenli atmosferde ambalajlanan etleri gerek duyusal ve gerekse tekstür özellikleri açısından daha gevrek olarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca, renk ve lipit oksidasyonunun oksijen konsantrasyonu arttıkça hızlandığını belirtmişlerdir (Smith ve Day 2003).

Kalite sorunlarına neden olan oksijenin bazı gıda maddelerinin modifiye atmosferde ambalajlanmasında belirli miktarda kullanılmasının faydalı olacağı belirtilmektedir. Örneğin, oksijenin taze kırmızı etlerde kabul edilebilir kırmızı rengin oluşmasında, meyve ve sebzelerin anaerobik solunumlarının önlenmesinde etkili olduğu bildirilmektedir. Oksijen aynı zamanda önemli bir anaerobik patojen olan *Clostridium botulinum*'un baskılanmasında yardımcı olmaktadır (Smith ve Day 2003).

Gıda ile temasta olan oksijenin miktarının azaltılması için ambalaj sistemi içerisindeki oksijen vakum ile alınmakta veya inert bir gaz ile yer değiştirilmektedir. Bu işlemin etkinliği ambalaj materyali ve MAP'da kullanılacak olan gazların özelliğine bağlıdır. MAP'da kullanılan gaz karışımı, oksijen ile yer değiştirerek doğrudan oksidasyon üzerinde engelleyici etkisini göstermektedir. Böylece, ürün kalite özelliklerinde

meydana gelebilecek olan bozulma yavaşlatılmaktadır (Spencer 2005). Bu amaçla, inert bir gaz olan azottan faydalanılmaktadır. Azot gazı gıdayı çevreleyen ambalaj atmosferindeki oksijenin yerine ve karbondioksitin absorpsiyonu sonucu ambalaj atmosferinde azalmaya bağlı olarak ambalajda meydana gelen çökmenin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte azot gazı aerobik mikroorganizmaların gelişimini desteklemez, gıda tarafından absorbe edilmez ve aynı zamanda karbondioksit gibi asitlendirici etkiye de sahip değildir. Karbondioksit gibi mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı bir etki göstermemesine rağmen, karbondioksitin neden olduğu istenmeyen lezzet oluşumunu gidermede az da olsa etkili olabilmektedir (Smith ve Day 2003).

Taze etlerin MAP ile ambalajlanmasında koruyucu gaz olarak karbondioksit yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Zhang ve Sundar 2005). Çeşitli gıdaların ambalajlanmasında, özellikle et gibi soğukta muhafaza edilen gıda maddelerinde karbondioksit gazı azot ile kombine olarak kullanılmaktadır. Böylece bozulmaya neden olan mikroorganizma gelişimi inhibe edilmekte ve biyokimyasal bozulmaların da önüne geçilmektedir (Spencer 2005). MAP'da yüksek konsantrasyonda kullanılan karbondioksit gazı düşük sıcaklıkta etin raf ömrünü artırmaktadır. Mikroorganizmaların gelişim fazlarına bağlı olarak karbondioksitin etkisi de değişim göstermektedir ve en fazla etkili olduğu dönem mikrobiyal gelişmenin lag fazıdır (Viana vd. 2005). Mikrobiyolojik gelişimin engellenmesinde ambalaj atmosferinde minimum %20 oranında karbondioksit gazının bulunması gerektiği ve karbondioksit miktarının artmasıyla gazın etkinliğinin arttığı da belirtilmektedir (Clausen vd. 2008). Aerobik solunum inhibitörü olarak da etkisini gösteren ve böylece aerobik mikroorganizmaların solunumunu baskılayan karbondioksit gazının %20'nin üzerindeki konsantrasyonları, birçok küf ve bunun yanı sıra *Pseudomonas* spp. gibi gram negatif aerob mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında etki göstermektedir (Spencer 2005). İnert bir gaz olan azotun aksine karbondioksit biyolojik sistemlere karşı yüksek bir aktivite göstermektedir. Patsias vd. (2006), MAP'da karbondioksit miktarının artırılması ile raf ömrünün uzatılması arasında doğru orantı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu avantajlarının yanında karbondioksit gazının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Karbondioksit bozulmaya müsait olan gıdalarda önemli rol oynayan yağ ve su içerisine kolayca absorbe olabilmektedir. Gıda içerisindeki su tarafından karbondioksitin absorbsiyonu sonucunda karbonik asit oluşmaktadır. Karbonik asit gıdalarda koruyucu etki gösterebilmekte fakat meydana gelen absorpsiyon, ambalaj gaz hacminin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, gıda maddesinde arzu edilmeyen duyusal değişikliklerin meydana gelmesine neden olmaktadır (Smith ve Day 2003).

AB tarafından kullanımına izin verilen diğer gazlardan argonun, azota kıyasla fermentasyonu ve enzim aktivitesinin baskılanmasında daha etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca argonun gıda matriksinden oksijenin uzaklaştırılmasında azottan daha etkili olduğu ve dolayısıyla depolamanın ilerleyen dönemlerinde meydana gelecek oksidatif bozulmaların azaltıldığı bildirilmektedir. Gıdaların üretiminde kullanılan antimikrobiyal ajanların etkinliklerinin nitrojen oksit ve argon kullanımı ile artırıldığı da belirtilmektedir (Smith ve Day 2003).

MAP'ın etkinliği, ambalaj materyali seçiminin doğru olmasına bağlıdır. Modifiye atmosferin sağlanmasında ambalaj materyalinin düşük su buharı geçirgenliği ve yüksek gaz bariyer özelliğinin olması tercih edilmektedir. Gıda ve ambalaj bütünlüğünün sağlanması amacıyla ambalaj materyalleri, genellikle tek veya çok katmanlı termoplastik polimerler olacak şekilde seçilir. Yüksek bariyerli çok katmanlı filmlerin metalize materyaller veya alüminyum folyo ile birleştirilmesiyle bariyer özellikleri artırılmaktadır (Robertson 2003, Lord 2005).

Yapılan bu kombinasyonlar sonucunda her bir ambalaj materyalinin kendine özgü bireysel özelliklerinden faydalanılır. Örneğin, iki farklı plastik materyal kombinasyonundan oluşan ambalaj materyaline birisi temel olarak sağlamlık diğeri ise ısı ile kolayca kapanabilme özelliği verebilmektedir (Lord 2005). Ancak, bu durumda maliyette de artış meydana gelmektedir (Robertson 2003). Arzu edilen özelliklerin oluşturulması için farklı filmlerin kombinasyonuyla ambalaj film materyallerinde kaplama, laminasyon ve koekstrüzyon işlemlerinden yararlanılır. Kaplama işlemi ile farklı çeşitte materyalin ambalaj materyaline kaplanması ve böylece ambalaj

materyalinin bariyer özelliğinin, ambalaj üzerine yazılabilirlik ve ısı ile kapatılabilirliğinin iyileştirilebilmesi sağlanabilmektedir. Laminasyon işlemi ile de farklı özellikteki polimer materyaller kombine edilerek bariyer özellikleri, üzerine yazılabilirlik, ısı ile kapatılabilirlik ve ambalajlama cihazlarında kullanılabilirlikleri artırılmaktadır. Koekstrüzyon işleminde ise iki veya daha fazla ambalaj materyali tek bir kalıpta birleştirilmektedir (Kropf 2004b).

Ambalaj materyali tüketicinin kolay bir şekilde açabileceği, eğer gerekli ise ısıtabileceği veya gıdayı kolayca tüketebileceği bir materyal olarak tasarlanmalıdır. Seçilecek olan ambalaj materyali kullanma, taşıma ve depolama gibi işlemlere dayanıklı olmalıdır (Robertson 2003, Galic vd. 2011). Ambalajlanmış gıdanın kalitesi kullanılan ambalaj materyali ile doğrudan ilişkilidir. Ambalaj materyalinden nem absorbsiyonu, oksijen geçişi, arzu edilmeyen koku absorbsiyonu ve ambalaj komponentlerinin gıdaya migrasyonu sonucunda birçok gıda maddesi bozulabilmektedir. Bu durum gıda maddesi ile çevre arasında, gıda ve ambalaj materyali arasında veya gıdanın kendi bileşiminde bulunan heterojen maddelerden kaynaklanabilmektedir. Ambalaj materyalinin bariyer özelliğine karşın, reaktif bileşiklerin geçişi gıda maddesinin raf ömrünü sınırlandıran bir faktör olmaktadır (Galic vd. 2011).

MAP'da genellikle Polietilen Tereftalat (PET), Poliamid, Kristal Polietilen Tereftalat (CPET), Polipropilen (PP), Polistiren (PS), Oriented Polipropilen (OPP), Yüksek yoğunluklu Polietilen (HDPE) ile Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE), Poli Vinil Klorür (PVC) ve Polivinilidin Klorür (PVDC) filmler kullanılmaktadır (Spencer 2005, Rennie ve Tavoularis 2009). Bu filmlerin MAP'da kullanılmasının en önemli nedeni oksijen, karbondioksit ve azot gazı geçirgenlikleridir (Spencer 2005). Ambalaj atmosferinde bulunan gaz karışımındaki değişim, ambalaj filminin deforme olmasından ambalaj materyali sıcaklığının değişmesinden, ambalaj materyalinin yüzey alanından ve ambalaj materyalinin kalınlığından etkilenmektedir (Tsigarida ve Nychas 2001).

Polietilen dünyada ambalaj materyali olarak ve ambalajlama haricinde en sık kullanılan plastik materyaldir. Polietilenin düşük yoğunluktan (0.89 g/cm^3) yüksek yoğunluğa (0.96 g/cm^3) kadar çeşitleri üretilebilmektedir. Bunun yanında polietilen ucuz,

çarpmalara karşı dayanıklı ve kolayca üretilebilen bir materyaldir. Polietilen bariyer olarak iyi bir özelliğe sahip değildir, genellikle yarısaydam özelliktedir. Düşük yoğunluklu polietilen film genellikle esnek ambalaj materyali olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda düşük yoğunluklu polietilen kağıdın diğer plastikler, metal maddelerle ekstrüzyonu veya kaplanması ile su ve su buharı direnci veya ısı ile kapatılabilirliği artırılabilmektedir. Polietilen gibi polipropilende poliolefin özelliğindedir. Ancak polipropilenin su buharı bariyer özelliği ve saydamlığı daha iyidir. Buna rağmen polietilene göre polipropilenin üretimi daha zordur. Polipropilen yaklaşık 133ºC'ye dayanıklılık gösterdiği için mikrodalgada kullanılabilmektedir (Brody 1999). Taze gıdalar için MAP'da genellikle geçirgen ambalaj filmlerinden yararlanılmaktadır. Böylece ambalaj atmosferi ile ortam atmosferi arasında gaz geçişi meydana gelebilmektedir. Ayrıca, arzu edilen gaz karışımının belirlenmesinde ambalaj materyalinin tipi, yüzey alanı ve kalınlığı da önem arz etmektedir. Her bir film materyalinin oksijen ve karbondioksit gazları için belirli bir geçirgenlik oranı mevcuttur ve karbondioksit geçirgenliği genellikle oksijen geçirgenliğinden daha fazla olmaktadır (Rennie ve Tavoularis 2009).

2.1.1 Modifiye atmosfer paketlemenin kalite üzerine etkisi

Lezzet, tekstür ve yüksek besin değeri nedeniyle et, geleneksel olarak diyette önemli yere sahip olan bir gıda maddesidir (Lennernas vd. 1997). Etin kalitesi, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden, histolojik yapısı, dış görünüşü, kokusu, rengi, lezzeti ve tekstürü gibi duyusal özellikleri ile işlem prosedürüne kadar değişen birçok faktörden etkilenmektedir (Chen vd. 2007, Elortondo vd. 2007). Tüketicilerin taze, kaliteli ve hazır ürünlere olan talebinin artması, et ve et ürünlerinin tüketiciye güvenli bir şekilde ulaştırılması ve patojen mikroorganizmaların elimine edilmesi bakımından ambalajlama, gıdanın kalitesinin korunmasında çok önemli rol üstlenmektedir (Belcher 2006).

Raf ömrü üzerinde MAP'ın etkisi gıda çeşidine, ambalaj materyaline, ortamdaki inhibitör maddelere ve kullanılan gaz çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Kırmızı etlerde MAP'da oksijen ve karbondioksit gazları karışımının kullanılması gıda kalite ve

güvenliği açısından uygunken, kanatlı etlerinde durum biraz farklı olmaktadır. Kanatlı etlerinde ambalaj atmosferinde oksijen gazının kullanılmasının gerekli olmadığı ve karbondioksit konsantrasyonunun artmasıyla raf ömrünün uzadığı belirtilmektedir. Burada raf ömründeki uzama düşük oksijen atmosferi ile bozulmadan sorumlu olan aerobik mikroorganizmaların kontrol altına alınmasıyla sağlanmaktadır. Aynı zamanda, yüksek konsantrasyonda karbondioksit içeren MAP ile muhafaza edilen gıdalarda raf ömrü uzatılmaktadır (Floros ve Matsos 2005). MAP birçok gıdanın raf ömrünü etkileyici bir şekilde uzatmıştır. Düşük oksijen içeren MAP, gıdalarda oksidatif reaksiyonların gecikmesine, dolayısıyla besinsel kalitenin ve duyusal özelliklerin korunmasına yardım etmektedir (Floros ve Matsos 2005).

Karbondioksitin antimikrobiyal etkisi %10 civarındaki konsantrasyonlarda görülmekte ve konsantrasyonun artmasıyla antimikrobiyal etki de artmaktadır. Karbondioksit gazının %20 oranında kullanılması *Pseudomonas, Acenatobacter* ve *Moraxella* gibi bazı aerob mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında etkili olmaktadır (Floros ve Matsos 2005). Patsias vd. (2008), %70 azot ve %30 karbondioksit ile MAP uygulanmış tavuk etlerinde maya ve küf gelişiminin inhibe edildiğini, MAP'ın *Pseudomonas* sayısını yaklaşık 2-4 log kob/g azalttığını belirtmişlerdir. Chen ve Xiong (2008) MAP, vakum ve hava koşullarında polivinilklorit ile ambalajladıkları ve 2ºC'de muhafaza ettikleri istakoz örneklerinde raf ömrünü değerlendirmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada MAP'da %80 karbondioksit, %10 oksijen ve %10 azot gazı karışımını kullanmışlardır. Normal hava ve vakumla ambalajlanan örneklerde mikrobiyal gelişimin 7. günde hızlı bir artış gösterdiğini, buna karşın MAP kullanılan sistemde ise 21. güne kadar mikroorganizma gelişiminin baskılandığını ve bunun nedeninin ise, ortamda yüksek miktarda karbondioksit gazının bulunması olduğunu belirtmişlerdir.

Mikroorganizmaların gelişme fazlarına bağlı olarak karbondioksitin etkisi değişmekte ve en fazla etkili olduğu dönemin mikrobiyal gelişmenin lag fazı olduğu belirtilmektedir (Viana vd. 2005). Karbondioksit bu etkisini; mikrobiyal hücre duvarına penetre olup hücre geçirgenliğini değiştirerek, hücre pH'sının düşürülmesi için hücre içerisinde çözünüp karbonik asit üreterek ve mikrobiyal hücreler içerisinde çeşitli enzimatik ve

biyokimyasal yollara müdahale edip hücre gelişimini yavaşlatarak göstermektedir (Floros ve Matsos 2005).

Taze et, bileşimindeki aminoasit, peptit, nükleotit, karbohidrat ve yüksek su içeriğinden dolayı mikroorganizmalar için iyi bir besi yeri özelliği göstermektedir ve ortamda oksijen varlığında çok çabuk bozulabilmektedir (Balamatsia vd. 2007). Taze etlerin bozulması ekonomik kayba neden olmasının yanında, patojen mikroorganizmaları içerebilmesi bakımından da halk sağlığını tehdit eden bir risk faktörüdür (Economou vd. 2009).

Kanatlı etlerinde buzdolabı sıcaklığında aerobik ortamda bozulmadan psikrotrofik bakteriler sorumlu olmaktadır. *Pseudomonas* spp. bozulmaya neden olan primer bakteri olup, buzdolabı sıcaklığında bozulmada baskın olmasının nedeni jenerasyon süresinin diğer bakterilere kıyasla daha kısa olmasıdır. Kanatlı eti florasında *Pseudomonas* spp. sayısının yüksek olması sonucunda hızlı bir bozulma meydana gelmektedir. Depolama süresi boyunca ambalaj ortamındaki oksijen miktarının MAP ile azaltılması sonucunda *Pseudomonas* spp. ve diğer bozulmaya neden olan aerob bakterilerin inhibe edilebileceği belirtilmektedir (Linton vd. 2004).

Pantazi vd. (2008) dondurulmuş kılıç balıklarında normal atmosferik koşullarda, vakum ve MAP'ın etkilerini araştırmış, kılıç balığı örneklerini %40/%30/%30 oranında karbondioksit/azot/oksijen gazları ile ambalajladıklarını ve örnekleri 4ºC'de 16 gün süreyle muhafaza ettiklerini belirtmişlerdir. Muhafaza süresinin 9. ve 10. gününe kadar aerobik mikrofloranın baskılanmasında en iyi sonucun MAP ve vakum paketlemeden alındığını belirtmişlerdir. Hava ile ambalajlanmış olan kılıçbalığı örneklerinde baskın olan *Pseudomonas* spp. ve *Shewanella putrefaciens* gibi hidrojen sülfür (H_2S) üreten mikroorganizmaların gelişimlerinin inhibe edilmesinde MAP'ın en etkili yöntem olduğu bildirilmiştir.

Fernandez vd. (2009) alabalık filetolarında doğal katkı maddeleri, dondurma işlemi ve MAP'ın raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Plastik tabaklara yerleştirilen balık filetolarının -25 ile -30ºC olan tünelden 30 dakika süresince geçirilerek merkez

sıcaklıklarının -1.5ºC'ye düşmesini sağlayarak dondurma işlemine tabi tuttuklarını bildirmişlerdir. MAP işleminde ise karbondioksit ve azot gazlarının farklı konsantrasyonlarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Sonuçta, düşük oranda karbondioksit içeren filetoların raf ömrünün 16 gün, yüksek oranda karbondioksit içeren filetoların raf ömrünün 22 gün olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda muhafaza sıcaklığının 0ºC yerine -1.5ºC olması durumunda mikrobiyal gelişimin yavaşladığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar en iyi sonucun %90 karbondioksit ve dondurma işlemi uygulanan örneklerden elde edildiğini ve raf ömrünün 11 ile 22 gün kadar uzadığını belirtmişlerdir.

Balamatsia vd. (2007), %30/%65/%5 ve %65/%30/%5 konsantrasyonlarındaki karbondioksit/azot/oksijen gaz karışımlarını içeren iki farklı MAP uygulanmış tavuk göğüs filetolarında yaptıkları çalışmalarında, toplam bakteri sayısına göre değerlendirildiğinde raf ömrünün normal hava atmosferinde ambalajlanan örneklere kıyasla sırasıyla 4 ve 9-10 gün uzadığını ve %65/%30/%5 oranında karbondioksit/azot/oksijen gaz karışımlarını içeren MAP'ın mikrobiyolojik ve duyusal kalite kriterleri dikkate alındığında daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Torrieri vd. (2006) çok katmanlı film laminasyonlu polistiren tabaklara yerleştirilerek, %0O_2/%70CO_2/%30N_2, %20O_2/%70CO_2/%10N_2, %30O_2/%60CO_2/%10N_2, %40O_2/%60CO_2/%0N_2, %30O_2/%50CO_2/%20N_2 ve %21O_2/%0CO_2/%79N_2, gaz karışımları ile modifiye atmosferde ve PA/EVOH/PE üst film ile ambalajlanan levreklerin kalitesini inceledikleri çalışmalarında karbondioksit konsantrasyonu yüksek gaz karışımının mikrobiyolojik kalitenin korunmasında en etkili yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Garcia-Esteban vd. (2004), kuru kürlenmiş domuz etlerinde MAP ve vakum ambalajın renk, tekstür ve mikrobiyolojik kalite özellikleri üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarında, iki farklı modifiye atmosfer (%100 N_2 ve %20 CO_2+%80 N_2) kullanarak ambalajladıkları örneklerin renk değerlerinde önemli bir farklılık saptamamışlar, ancak, MAP uygulanan örneklerin tekstür özelliklerinin vakum ambalajlı örneklerden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

2.2 Aktif Gıda Ambalaj Sistemleri

Et kalitesi ve raf ömrü pasif ve aktif ambalajlama ile artırılabilmektedir. Pasif ambalajlamada gaz ve su buharı geçirgenliği en önemli faktör olarak değerlendirilmektedir (Lee 2010). Geleneksel gıda ambalajları çevresel etkilerin gıda maddesi üzerinde yan etki oluşturmasını engelleyen pasif bir bariyer olarak tasarlanmamıştır (Lopez-Rubio vd. 2004). Dış koşullara karşı inert bir bariyer özelliği göstermesi haricinde gıdanın muhafazasında çeşitli roller üstlenen ambalajlar aktif ambalaj olarak ifade edilmektedir (Altieri vd. 2004, Charles vd. 2006).

Yeni gıda ambalajlama yöntemleri içinde akıllı ambalajlama yanında, son yıllarda oldukça önem kazanan aktif ambalajlama, ambalaj filmine veya atmosferine belirli aktif bileşenlerin ilave edilmesi sonucunda ambalajlanmış gıdanın durumunun değiştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması olarak tanımlanır (Han vd. 2005). Ayrıca, bu ambalajlama tekniği antimikrobiyal, antioksidatif veya diğer kalite artırıcı aktif maddelerin ambalaj materyalinden gıdaya geçmesinde de kullanılabilmektedir (Rooney 1995).

Aktif ambalajlamanın amacı gıdanın raf ömrünün artırılması ve kalitesinin korunmasıdır. Bu amaçla ambalaj atmosferi koruyucular, antioksidanlar ve diğer aktif bileşenler ile aktif olarak kontrol edilmektedir (Cervantes vd. 2003, Robertson 2003). Aynı zamanda aktif ambalajlama, ambalaj materyalinin gıda ve çevre ile ilişkiye geçerek, gıdanın korunmasında dinamik bir rol oynamasını sağlamaktadır (Berenzon ve Saguy 1998, Lopez-Rubio vd. 2004). Dolayısıyla, aktif ambalajlama ürünün raf ömrünün korunmasını sağlayan gıda, çevre ve ambalaj ile ilişkileri olan sistemlerdir (McMillin 2008). Aktif ambalajlama ile oksidasyonun geciktirilmesi, solunumun, mikrobiyal gelişimin ve nem migrasyonunun kontrol altına alınması gibi pek çok alanda pasif ambalajlara karşı avantajlar sağlanmaktadır (Suppakul vd. 2003).

Dış çevre ile gıda arasında bariyer özelliği göstererek, gıdanın aktif olarak korunmasını sağlayan aktif ambalajlama tekniği kendi içerisinde absorbe edici/tutucu ve salıcı sistemler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Absorbe edici/tutucu sistemler oksijen, karbondioksit, etilen ve fazla miktardaki suyun ortamdan uzaklaştırılmasında görev

alırken, salıcı sistemler ise antioksidan ve koruyucu maddeleri ambalajlanmış gıdaya ekleyebildikleri gibi karbondioksit gibi gazları da ortama verebilmektedir (Rooney 1995, Han vd. 2005).

Ambalajlama veya dağıtım esnasında aktif MAP ile gazın ambalaj ortamına verilmesi, absorbe edilmesi veya ambalaj atmosferindeki gazın ortamdan uzaklaştırılması gerçekleştirilmektedir. Gazın absorbe edildiği veya ortamdan uzaklaştırıldığı sistemlerde, aktif bileşikler saket veya çıkartma şeklinde ambalaj materyaline uygulanabildiği gibi doğrudan ambalaj materyali içerisine de dahil edilebilmektedir (Altieri vd. 2004, Charles vd. 2006). Cooksey (2001)'e göre gıdaların kalitesinin artırılması ve raf ömrünün uzatılmasını amaçlayan aktif ambalaj sistemleri; ilk olarak aktif bileşiğin doğrudan ambalaj filmine eklenmesi, ikincisinde biyoaktif bileşiklerle kaplı yenilebilir filmlerin kullanılması ve üçüncü olarak da aktif bileşiklerin saket, poşet veya tablet halinde kullanılması olmak üzere üç konseptte sınıflandırılmıştır (Lee 2010).

Aktif ambalaj sistemleri içerisinde;

a- karbondioksit, nem, etilen, lezzet, UV ışığı ve oksijen tutucuları ve
b- etanol, antioksidan, koruyucu, lezzet, pestisit absorbe eden veya salınmasına neden olan sistemler,
c- katalizör gıda bileşenleri,
d- laktoz ve kolesterolün uzaklaştırılmasını sağlayan, sıcaklığın izole edilerek kontrol edildiği sistemler,
e- kendiliğinden soğumaya veya ısınmaya neden olan materyaller,
f- mikrodalga modifikasyonları,
g- antimikrobiyal bileşikler ve UV ışığı ile mikrobiyal gelişimin kontrol altına alındığı sistemler yer almaktadır (Robertson 2003, McMillin 2008).

Bunlar içinde en yaygın uygulanan yöntemlerden birisi de oksijen tutuculardır (Vermeiren vd. 2002).

Oksijen tutucular gıda bileşenlerinin oksidasyonundan kaynaklanan bozulmaların azaltılması, mikroorganizmaların gelişiminin önlenmesi veya geciktirilmesi amacıyla

kullanılmaktadır. Örneğin, oksijen tutucular kürlenmiş et ürünleri ve çayların renk bozukluklarının önlenmesinde, yüksek miktarda yağ içeren gıdalarda ransidite problemlerinin, orta veya yüksek miktarda nem içeren fırıncılık ürünlerinde küf kaynaklı bozulmaların önlenmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Oksijen tutucuların aynı zamanda taze veya az işlem görmüş meyve ve sebze gibi oksijene duyarlı gıdalarda kullanımı oldukça yaygındır (Altieri vd. 2004, Charles vd. 2006).

2.2.1 Oksijen tutucular

Genellikle gıdaların bozulması gıda bileşenlerinin oksidasyona uğraması veya küfler tarafından kalitesinin yitirilmesi sonucunda meydana gelmektedir (Vermeiren vd. 1999). Gıdalarda bozulmanın önüne geçilmesi için gıda bileşiminde bulunan yağ, protein, pigment, vitamin gibi maddelerin bozulmasının önlenmesi gerekmektedir (Altieri vd. 2004). Ambalaj ortamında bulunan oksijen gıdaların bozulmasına neden olan oksidatif reaksiyonları hızlandırmaktadır. Meydana gelen oksidatif reaksiyonlar koku, lezzet, renk bozukluklarına ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır (Galdi vd. 2008). Her ne kadar oksijene duyarlı olan gıdalar MAP ile ambalajlansa da ortamdaki kalıntı oksijen tam olarak uzaklaştırılamaz. Aynı zamanda çevredeki oksijen ambalaj materyallerinden, ambalaj içerisine geçebilmektedir. Oksijen tutucular da ambalaj atmosferindeki kalıntı oksijeni veya depolama esnasında çevreden ambalaja geçen oksijeni absorbe ederek etkilerini göstermektedir (Vermeiren vd. 1999).

Oksijen tutucu sistemler et endüstrisinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Brody vd. 2008). Oksijen tutucular et ürünlerinde küflerin, *Pseudomonas* spp. gibi aerobik bakterilerin neden olduğu bozulmanın, et pigmentlerinde, lipitlerde ve proteinlerde oksidatif bozulmanın ve lezzet bozukluklarının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Et ve et ürünlerinde, az işlem görmüş gıdaların muhafazasında MAP yaygın olarak kullanılan bir sistemdir, fakat, kalıntı oksijen çeşitli bozulma reaksiyonlarından sorumlu olduğundan dolayı MAP sonrasında kalıntı oksijenin absorbe edilmesi amacıyla oksijen tutuculardan yararlanılmaktadır (Coma 2008).

Oksijen tutucu sistemler günümüzde yaygın olarak kullanılan aktif ambalaj sistemleridir ve ilk olarak 1970'lerin başlarında Japan Mitsubishi Chemical Company (Ageless®) tarafından geliştirilmiştir (Coma 2008, Mohan vd. 2008). Genellikle mevcut olan oksijen tutucu sistemler demir oksidasyonu, askorbik asit oksidasyonu, fotosensitif boya oksidasyonu, doymamış yağ asitleri ve immobilize mayaların katı bir materyale bağlanması ve enzimatik oksidasyon prensibini temel almaktadır (Vermeiren vd. 1999). Oksijeni absorbe eden maddeler ambalaj sistemine saket içerisinde, yapışkan çıkartmalar halinde veya ambalaj materyaline laminasyon ile ilave edilmektedir (Cervantes vd. 2003). Bunlar dışında Altieri vd. (2004) aktif bileşik olarak aerob karakterde olan *Kocuira varians* ve *Pichia subpelliculosa* mikroorganizmalarını hidroksietil selüloz (HEC) ve polivinil alkol'e (PVOH) tutturarak yeni bir oksijen tutucu sistem geliştirmişlerdir.

Uygun oksijen tutucunun seçilip ambalaj içerisinde uygun bir konuma yerleştirilmesi sonucunda ambalaj atmosferinde oksijen seviyesinin çok kısa bir süre içerisinde 0 ppm düzeylerine indirilebileceği belirtilmektedir (Tewari vd. 2002a,b). Oksijen tutucuların kullanılmasında oksijen absorpsiyon oranları büyük bir öneme sahiptir. Oksijen absorpsiyon oranı reaktant bileşiğin tipi ve oksijen tutucunun üretiminde kullanılan diğer bileşikler nedeniyle farklılık göstermektedir. Absorpsiyon oranı aynı zamanda sıcaklık ve ambalaj atmosfer kompozisyonu gibi faktörlerden de etkilenmektedir (Tewari vd. 2002b). Oksijen tutucuların absorbsiyon kapasitesinin oda sıcaklığında soğuk muhafazaya oranla daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Brandon vd. 2009). Katı gıdalarda saketler daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Cervantes vd. 2003). Bu saketler çeşitli boyutlarda olup ambalaj atmosferinde 20-20000 cc oksijeni absorbe edebilme yeteneğine sahiptirler. Saketler modifiye atmosfer paket içerisine yerleştirildiği zaman ambalaj atmosferinde oksijen seviyesini 1-4 gün içerisinde oda sıcaklığında %0.01'in altına düşürdüğü belirtilmektedir (Brandon vd. 2009).

Günümüzde en çok kullanılan oksijen tutucular, demir bazlı sistemlerdir (Vermeiren vd. 1999, Altieri vd. 2004, Charles vd. 2006). Genellikle ticari olarak kullanılan oksijen tutucuların büyük bir çoğunluğu demirin oksidasyonu prensibine dayanmaktadır. Saketler içerisinde demir tozu, ferröz bileşikler ve çeşitli katalizörler yer almakta ve

uygun nem içeren koşullarda reaksiyona girerek, kalıntı oksijen absorbe etmekte ve toksik olmayan demir oksit oluşmaktadır (Brandon vd. 2009). Şekil 2.1'de demir bazlı oksijen tutucuların oksidasyon reaksiyonları görülmektedir.

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$
$$½\ O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$$
$$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$$
$$Fe(OH)_2 + ¼\ O_2 + ½\ H_2O \rightarrow Fe(OH)_3$$

Şekil 2.1 Demir bazlı oksidasyon prensibi (Vermeiren vd. 1999)

Ambalaj atmosferindeki oksijen konsantrasyonu ve ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği bilindiği takdirde, bu koşullara en uygun oksijen tutucu seçilebilmektedir. Böylece, oksijen ortamdan uzaklaştırılabilmekte ve gıdanın raf ömrü artırılabilmektedir (Vermeiren vd. 1999). Charles vd. (2006) tutucuların absorbsiyon kinetiğinin değerlendirilmesinde absorbsiyon oranı ve sıcaklığın göz önünde bulundurulması gereken önemli kriterler olduğunu bildirmişlerdir.

Suzuki vd. (1985) depolama süresince oksijen tutucu ve sıcaklığın sardalya balığı yağında ω-3 yağ asitlerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, oksijen tutucunun eikoza pentanoik asit (EPA) ve dokoza heksanoik asit (DHA) üzerinde koruyucu etki yaptığını ve oksijen tutucuların gıdaların ve balık yağı içeren hayvan diyetlerinin ω-3 yağ asitlerinin kaybını önleyerek uzun süre muhafaza edilmesinde çok etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Berenzon ve Saguy (1998), oksijen tutucuların krakerlerin raf ömrü üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında 15, 25 ve 35ºC'de 52 hafta süresince oksijen tutucu varlığında ve yokluğunda metal konserve kutusundaki krakerlerde hekzanal oluşumu, duyusal analiz ve ambalaj atmosferindeki oksijen konsantrasyonunu araştırmışlardır. Ambalaj atmosferindeki oksijen konsantrasyonunun oksijen tutucu kullanılan ve kullanılmayan kraker örneklerinde 15, 25 ve 35ºC'de sırasıyla 9, 3, 2 ve 55, 41, 4 ml/L olduğunu bildirmişlerdir. Hekzanal miktarını 24 ve 52. haftalarda 15, 25 ve 35ºC'de

sırasıyla 6.1 ve 8.8, 6.0 ve 9.1, 10.7 ve 12.9 mg/kg olarak saptadıklarını, dolayısıyla oksijen tutucuların hekzanal oluşumunu azalttığını belirtmişlerdir. Duyusal analizde oksijen tutucu kullanılmayan örneklerde 24 hafta sonra ransit tadın geliştiğini, oksijen tutucu kullanılan örneklerde ise 44 hafta sonunda bile ransit tadın gelişmediğini bildirmişlerdir.

Doherty ve Allen (1998) yaptıkları çalışmada, domuz eti filetolarını oksijen tutuculu ve oksijen tutucusuz olarak modifiye atmosferde (%50CO_2/%50N_2 ve %100CO_2) paketleyerek 0ºC'de 21 gün süreyle muhafaza etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada iki farklı oksijen absorpsiyon kapasitesine sahip oksijen tutucudan yararlanmışlardır. Domuz etlerini renk, sızıntı suyu kaybı ve panelistlerin renk ve koku değerlendirmesi yönünden analiz etmişlerdir. Renk bakımından %100 karbondioksit içeren oksijen tutuculu ürünlerin kabul edilebilirliğinin taze ürünler kadar olduğunu belirtmişlerdir. Koku bakımından da gruplar arasında farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Sızıntı suyu kaybının oksijen tutuculu %50CO_2/%50N_2 ve %100 CO_2 içeren ambalajlarda sırasıyla %5.7-6.3 ve %6.4-7.1 olduğunu belirtmişlerdir.

Ahn vd. (1999) hindi göğüs etlerinden ürettikleri patelerden 3 farklı grup oluşturmuşlardır. Isıl işlem ile helyum gazı ve oksijen tutucu uygulamalarının her bir grupta lipit oksidasyonu ve uçucu bileşiklerin oluşumu üzerine etkisini 0, 80, 160, 320, 640 ve 1280. dakikalarda incelemişlerdir. Isıl işlem uygulanmamış olan patelerde hem helyum uygulaması hem de oksijen tutucuların TBARS değerini düşürmede etkili olduğunu ancak, ısıl işlem uygulanan patelerde ise sadece helyum uygulamasına kıyasla helyum gazı ve oksijen tutucu kullanımıyla daha düşük TBARS değerinin gözlendiğini bildirmişlerdir. Taze hindi göğüs etlerinde uçucu bileşiklerin özellikle hekzanal miktarının 640. dakikadan sonra arttığını belirtmişlerdir. Helyum gazı uygulanan örneklerde ise kontrol grubuna göre oksidatif değişimlerin yavaşlatıldığını, hekzanal içeriğinin daha düşük olduğunu ayrıca, helyum gazı ve oksijen tutucunun bir arada kullanımının çiğ göğüs etinde oksidatif değişikliklerin durdurulmasında en etkili yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Isdell vd. (2003), %50 karbondioksit ve %50 azot içeren modifiye atmosfer paketli sığır etlerinde oksijen tutucuların etin renk stabilitesi üzerine etkilerini belirledikleri çalışmalarında, altı farklı kastan elde edilen bifteklerde 6 haftalık depolama sonrasında kalıntı oksijen seviyesinin %0.1'den az olduğunu, 2, 4 ve 6 haftalık depolamadan sonra renk stabilitesinde herhangi bir olumsuz etkinin gözlenmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, MAP uygulanmış örneklerin, kontrole göre duyusal kalite özellikleri açısından daha iyi kalitede olduğunu belirtmişlerdir.

Jensen vd. (2003) lipit oksidasyonuna karşı oldukça duyarlı olan cevizlerin lipit oksidasyonundan korunarak daha uzun süreli muhafazası amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, 13 ay süresince ceviz örneklerini 3 farklı lamine ambalaj materyali ile paketleyerek, karanlık bir ortamda 11 ve 21ºC'de muhafaza etmişlerdir. 0, 1, 3, 5, 7, 9 ve 13. aylarda yapılan duyusal ve kimyasal testlerde cevizlerin 11ºC'de veya daha düşük sıcaklıklarda oksijen tutucuların kullanılmasıyla etkili bir şekilde muhafaza edilebileceğini, ancak, soğutma işleminin getirdiği ekonomik yük nedeniyle soğutma olmaksızın lamine ambalaj materyali ve oksijen tutucuların kullanılmasıyla da etkili bir muhafaza yönteminin geliştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Diğer bir çalışmada, Zerdin vd. (2003) uzun muhafaza süresince portakal sularında oksijen tutucuların kullanılması sonucunda askorbik asit oksidasyonunun engellendiğini saptamışlardır.

Tarr ve Clingeleffer (2005), oksijen tutucu kullanarak ambalajladıkları çekirdeksiz kuru üzüm örneklerini 15, 22.5 ve 30ºC'de sırasıyla 45, 20 ve 9 gün muhafaza etmişlerdir. Yaptıkları çalışmalarında un kurdu (*Tribolium castaneum*) mortalitesi ve ayrıca çekirdeksiz kuru üzümlerin kalitesini araştırmışlardır. Oksijen tutucu kullanılarak ambalajlanan örneklerde parazitin üç farklı depolama koşulunda ve yumurta, pupa ve ergin olmak üzere üç formunda da mortalite oranını %100 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Oksijen tutucu kullanımı ile ambalaj atmosferindeki oksijen seviyesi %1'in altına düşmüştür.

Oksijen tutucular yüksek yağ içeriğine sahip gıdalarda oksidatif değişimlerin veya lezzet ve renk bozukluklarının önlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Berenzon ve Saguy 1998). Beggan vd. (2006b) %60 azot ve %40 karbondioksit içeren modifiye atmosfer ve demir bazlı ticari oksijen tutucu kullanılarak ambalajlanan sığır bifteklerinde renk değişimini incelemişlerdir. Ultra düşük oksijenli atmosfer altında (oksijen tutuculu ve oksijen tutucusuz) depolanan *Musculus longissimus lumborum*, *M. semimembranous* ve *M. psoas major* kaslarından elde edilen bifteklerde 1 hafta depolama süresince oksijen tutucu kullanılan grupta metmiyoglobin oluşumunun minimum düzeyde kaldığını belirtmişlerdir.

Martinez vd. (2006) farklı konsantrasyonlarda oksijen içeren MAP uygulanmış domuz sosislerinde oksijen konsantrasyonunun ürün kalite özelliklerindeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında, 20 günlük soğukta depolama süresince oksijenin olmadığı atmosferle ambalajlanan ürünlerde oksidasyonun yavaş olması nedeniyle renk ve koku stabilitesinin daha iyi olduğunu, yüksek oksijen konsantrasyonlarında ise depolama süresince ürün kalite özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiğini saptamışlardır.

Venturini vd. (2006) oksijen tutucu ve karbondioksit içeren MAP uygulamasının *Longissimus dorsi* kasında renk bozukluklarının önlenmesinde ve raf ömrünün 1ºC'de 42 güne kadar uzatılmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Alarcon ve Hotchkiss (2008) oksijen tutucuların dilimlenmiş beyaz ekmek, mozarella peyniri, tuzsuz mısır cipsi, taze ayçiçeği çekirdeği ve tuzsuz taze yerfıstığında raf ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. *Aspergillus* spp. ve *Penicillium* spp. inokule edilen gıda örnekleri bariyerli poşetlerde oksijen tutucu ile ambalajlanmıştır. Oksijen tutucuların küf gelişimini inhibe ettiğini, yüksek miktarda yağ içeren gıda örneklerinde hekzanal ve diğer uçucu bileşiklerin gelişiminin azalttığı ve raf ömrünü uzattığını belirtmişlerdir.

Mohan vd. (2008) raf ömrünün uzatılması amacıyla oksjen tutucu kullanarak ambalajladıkları balık (*Pangasius sutchi*) filetolarında soğuk depolama süresince normal hava ile ambalajlanan kontrole kıyasla daha üstün kalite özelliklerinin elde

edildiğini saptamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, oksijen tutucu kullanılarak ambalajlanmış balık filetolarında toplam uçucu baz azotu, TBA değeri ve peroksit sayısının kontrolden önemli ölçüde düşük olduğunu, duyusal ve mikrobiyolojik analizler ile toplam uçucu baz azotu değerleri dikkate alındığında oksijen tutucu ile ambalajlanmış örneklerin kontrolden 10 gün daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Brandon vd. (2009) dört farklı firmaya ait demir bazlı oksijen tutucuların oksijen absorpsiyon kapasitesini araştırmışlardır. Her bir oksijen tutucudan poşet ambalajlara yerleştirerek ambalaj ortamına %1, 2, 6, 12 ve 22 oranında oksijen ve %40 oranında karbondioksit ilave etmişlerdir. Örnekleri 3ºC ve 10ºC'de muhafaza etmişlerdir. Sonuç olarak, anoksik modifiye atmosfer paketlenen biftek etlerinde metmiyoglobin oluşumunun önlenmesi için oksijen seviyesinin hızlı bir şekilde %0.05'in altına indirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Mexis vd. (2009) 4ºC'de muhafaza edilen alabalık filetolarının raf ömrü üzerine oksijen tutucu ve kekik uçucu yağının kombine etkisini araştırdıkları çalışmada, mikrobiyolojik ve duyusal özellikler, ambalaj atmosferi gaz kompozisyonu, ağırlık kaybı, pH değeri ve lipit oksidasyonunu incelemişlerdir. Mikrobiyolojik analizde toplam bakteri sayısı 7 log kob/g'a normal hava, kekik yağı, oksijen tutucu, kekik yağı + oksijen tutucu kombinasyonunda sırasıyla 4, 7-8, 9, 12 günlerde ulaşmıştır. Sadece kekik yağı uygulamasının mikrobiyolojik raf ömrünü 3-4 gün, oksijen tutucu kullanımının ise 5 gün artırdığını bildirmişlerdir. Muhafaza süresince 5 güne kadar kekik yağı *Pseudomonas* spp. üzerinde hiç bir etki göstermezken, oksijen tutucu 1.9 log kob/g'lık bir azalma meydana getirdiği belirtilmiştir. Sonuçta *Pseudomonas* spp.'nin aerobik mikroorganizma olmasından dolayı oksijen tutucunun kekik yağından daha etkili antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

2.3 Gıdalarda Oksidasyon Reaksiyonları

Et ve et ürünlerinde ambalaj ortamında bulunan kalıntı oksijen, küflerin, gıda zehirlenmesi yapan ve bozulma etmeni olan aerobik mikroorganizmaların gelişimini

teşvik etmekte, ayrıca, lipitlerde, proteinlerde ve pigmentlerde oksidatif reaksiyonları hızlandırabilmektedir. Sonuçta, ürün kalitesi olumsuz yönde etkilenerek raf ömrü kısalmaktadır (Berenzon ve Saguy 1998, Altieri vd. 2004, Cayuela vd. 2004, Charles vd. 2006). Aynı zamanda oluşan oksidasyon ürünleri potansiyel toksik bileşiklerdir (Cayuela vd. 2004).

Etlerde bulunan çoklu doymamış yağ asitleri, çeşitli faktörlerin de etkisiyle moleküler oksijen ile reaksiyona girdiğinde önce serbest radikalleri sonra peroksitler ve hidroperoksitleri, takiben ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehitler, ketonlar ve esterleri oluşturmaktadır (Beltran vd. 2003, Estevez vd. 2007). Bu reaksiyonlar sonucu oluşan bileşikler, özellikle de ikincil ürünler, gıda güvenliği ve kalitesi açısından önem taşıyan ve ransidite olarak bilinen kötü tat ve koku gelişimine neden olmaktadır (Pettersen vd. 2004). Et ve et ürünlerinde okside olmuş lipit bileşenlerinin mevcut proteinler, karbohidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle de ürünün kalitesi bozulabilmektedir (Tomaino vd. 2005). Perokside olmuş lipitlerle ürün yapısındaki proteinlerin reaksiyonu sonucu protein-protein ve protein-lipit yapıları arasında çapraz bağlar oluşabilmekte ve polimerizasyon meydana gelerek proteinlerin çözünürlüğü azalmaktadır. Ayrıca proteinlerde kısmi denatürasyon da görülebilmektedir (Kanner ve Karel 1976, Kanner 1994).

Et ve ürünlerinde bozulmaya neden olan lipit ve protein oksidasyonunun birbiri ile ilişkili prosesler olduğu belirtilmektedir (Zakrys vd. 2008). Protein oksidasyonunun gıda kalitesi üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Yapılan çalışmalarda protein oksidasyonunun et ve et ürünlerinin kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Ventanas vd. 2006, Lund vd. 2007a,b, Sun vd. 2011, Xiao vd. 2011). Oksidasyon aynı zamanda enzimlerin proteolitik aktivitelerinin kontrol edilmesinde önemli rol oynadığı gibi etin yumuşaklığıyla da yakından ilgilidir (Mercier vd. 2004).

2.3.1 Lipit oksidasyonu

Lipit oksidasyonu kırmızı ve kanatlı et ve et ürünlerinde kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden birisidir ve üründe renk bozuklukları, ağırlık kaybı, koku ve lezzet bozukluklarına neden olmaktadır (Beltran vd. 2003, Ramos ve Xiong 2003, Sakanaka ve Tachibana 2006, Estevez vd. 2007, Teets ve Were 2008). Et ürünlerinde etin lipit kompozisyonu, işlenmesi, parçalanması ve depolanması lipit oksidasyonunu etkileyen önemli faktörlerdir. Kanatlı etlerinde sığır ve domuz etlerine oranla daha yüksek lipit oksidasyonu görülmesinin nedeni, çoklu doymamış yağ asitlerinin kanatlı etlerde daha yüksek miktarda olmasıdır. Kanatlı etinde hücre membran sistemini bozan parçalama, pişirme ve kemik ayırma gibi işlemler lipitlerin oksijen ile temasını ve prooksidanların salınımını artırır ve dolayısıyla oksidatif ransiditenin hızlanmasına neden olur (Morissey vd. 1998, Teets vd. 2008).

Etin ürüne işlenmesi esnasında et oksijen, ısı ve ışığa maruz kalmakta ve böylece lipit oksidasyonu meydana gelmektedir. Özellikle kırmızı ve kanatlı etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin bulunması oksidatif bozulmaların meydana gelmesinde önemli rol oynamaktadır (Botsoglou vd. 2002, Beltran vd. 2003, Teets ve Were 2008, Ayerdi vd. 2009,). Oksidatif bozulma birçok kompleks reaksiyondan oluşmaktadır ve sonuçta birçok bileşik meydana gelmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu gıdalarda önemli bir bozulma şekli olan ransiditeye neden olmaktadır (Veberg vd. 2006).

Yağ asitlerinin modifikasyonu serbest radikallerin otokatalitik mekanizması ile meydana geldiği için otoksidasyon olarak ifade edilmektedir ve başlama, çoğalma ve bitiş olmak üzere üç fazdan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Otoksidasyon lipitlerin oksidatif bozulmaya uğradığı ana reaksiyondur. Burada meydana gelen reaksiyonlar, yüksek oranda enerji kaybına neden olduğundan yavaş olmaktadır (Fernandez vd.1997).

1- Başlama

(a) $RH + O_2 \rightarrow R^* + OOH$

2- Çoğalma

(b) $R + O_2 \rightarrow ROO^*$

(c) $RH + ROO^* \rightarrow ROOH + R^*$

(d) $ROOH \rightarrow RO^* + OH$

3- Bitiş

(e) $R^* + R^* \rightarrow R—R$

(f) $R^* + ROO^* \rightarrow ROOR$

(g) $ROO^* + ROO^* \rightarrow ROOR + O_2$

Şekil 2.2 Otoksidasyon basamakları (Fernandez vd. 1997)

Doymamış yağ asitleri moleküler oksijen ile reaksiyona girerek serbest radikaller oluşmaktadır. Daha sonra peroksitler ve oksidasyonun diğer birincil ürünleri ortaya çıkmaktadır. İkincil oksidasyon ürünleri olan aldehitler, ketonlar ve esterler üründe ransit tadın gelişiminden sorumludurlar (Sasaki vd. 2001, Pettersen vd. 2004). Lipit peroksidasyonu sonucu insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen konjuge dien, malondialdehit ve hidroksilnonenal gibi hidroperoksit ve aldehitler oluşmaktadır. Bu bileşikler sitotoksik ve mutajenik bir özelliğe sahip olup gıda güvenliği ve halk sağlığını etkilemektedir (Fernandez vd. 1997, Sasaki vd. 2001). Bu nedenle, muhafaza boyunca etin kalitesinin belirlenmesinde lipit stabilitesi önemli bir faktör olmaktadır (Sasaki vd. 2001).

Lipit oksidasyonunun ikinci fazı kesim öncesi ve kesim sonrası dönemde şekillenmektedir (Morrissey vd. 1998). Etteki çoklu doymamış yağ asitleri fosfolipitler ile ester formunda bulunmaktadır. Dolayısıyla et ürünlerinde fosfolipitler oksidatif bozulmada birincil substratlar olarak tanımlanmaktadır (Fernandez vd. 1997). Kasın ete dönüşümü sırasında meydana gelen biyokimyasal değişiklikler subsellüler membranlarda doymamış fosfolipit parçalarının oksidasyonunu artırmaktadır (Morrissey vd. 1998).

Ardından meydana gelen çoğalma fazı ile oksijen hidroperoksite dönüşmekte ve birçok yolla reaksiyona girmektedir. Peroksil radikallerde hidroperoksit varlığına bağlı olarak alkil radikallere ve aldehitlere indirgenmektedir. Hekzanal, malondialdehit ve 4 hidroksinonenal gibi aldehitler proteinlerin ε-amino grubu ile reaksiyona girerek Maillard tipi komplekslerin oluşmasına neden olurken, alkil radikaller, etan ve pentanın oluşması için zincir reaksiyonları başlatmaktadır (Morrissey vd. 1998). Malondialdehit, 1. ve 3. karbon atomunda karbonil grubu içeren üç karbonlu bir dialdehittir. Üçten az çift bağ içeren yağ asitlerinde malondialdehit, primer karbonil bileşiklerinin sekonder oksidasyonu sonucunda meydana gelmektedir. Prostaglandinlerin sentezinden sorumlu olan endoperoksitler uçucu olmayan malondialdehit başlatıcıları olup asit ve ısı ile malondialdehit oluşumunda görevlidirler. Peroksidize çoklu doymamış yağ asitlerinden malondialdehitin oluşmasını ve miktarını etkileyen faktörler; metal iyonlarının varlığı, pH, sıcaklık ve ısıl işlem süresidir (Fernandez vd. 1997).

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun izlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemler; birincil oksidasyon için peroksit sayısı ve ikincil oksidasyon için oluşan malondialdehit miktarının tespit edildiği tiyobarbitürik asit (TBA) değerinin belirlenmesidir. Son yıllarda hekzanal içeriği de lipit oksidasyonunun izlenmesinde kullanılmaktadır (Beltran vd. 2004, Teets vd. 2008).

Hekzanal yağların en büyük oksidasyon ürünü olup, ısıl işlem görmüş gıda maddelerinde lipit oksidasyonu ve tat bozukluklarının belirlenmesinde hekzanaldan yararlanılmaktadır. Tat bozukluklarının değerlendirilmesinde hekzanal değeri ile TBA değeri ve duyusal değerlendirme puanları arasında korelasyonun olduğu da belirtilmektedir (Brunton vd. 2000).

Gıdaların oksidasyona karşı dayanıklılığı, gıdalarda mevcut olan prooksidan, antioksidan ve reaktif bileşiklerin konsantrasyonu, kompozisyonu ve aktivitesine bağlı olmaktadır (Smiddy vd. 2002). Bu, özellikle antioksidanlar, prooksidanlar ve çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonu arasındaki dengeye bağlıdır (Mercier vd. 2004). Bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), bütillendirilmiş hidroksianizol (BHA) ve tersiyer bütillendirilmiş hidrokinon (TBHQ) gibi antioksidanların gıdalara ilave edilmesi ile lipit

oksidasyonu geciktirilebilmektedir. Fakat, BHA ve BHT gibi bazı yapay antioksidanlar potansiyel karsinojen olarak değerlendirildikleri için tüketiciler tarafından bu ürünlere sıcak bakılmamaktadır (Tang vd. 2000, Tang vd. 2001, Najdawi ve Abdullah 2002, Botsoglou vd. 2002, Ramos ve Xiong 2003, Ayerdi vd. 2009).

Lipit oksidasyonu; demir içeriği, ışık, basınç, oksijen miktarı, antioksidan düzeyi, yağ içeriği, enzim içeriği, doymamış yağ asidi içeriği, depolama koşulları gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Jakobsen ve Bertelsen 2000, Ma vd. 2007). Yüksek sıcaklık ile oksidasyon artmaktadır. Boyut küçültme işlemi sonrasında oksidasyon daha da hızlanmaktadır. Sodyum klorür gibi ingrediyenlerin eklenmesi iki değerlikli demir iyonlarının çözünürlüğünü artırmakta ve oksidasyonun hızlanmasına neden olmaktadır (Teets ve Were 2008).

Kas lipitlerinin doymamışlık derecesi ve kaslardaki lipit oksidasyonu etin türüne ve hayvanın diyetinin çeşitliliğine de bağlıdır (Tang vd. 2001). Et ve et ürünlerinde etin türü, kas tipi, diyet içerisindeki yağ tipi ve miktarı, kesime alınan hayvanın besi değeri, infeksiyon hastalıkların varlığı, kıyma, parçalama, tuz ilavesi, ışınlama, soğutma, dondurma ve pişirme gibi etin ürüne işlenmesinde gördüğü işlem basamakları vb pek çok faktöre bağlı olarak lipit oksidasyonu meydana gelebilmektedir (Morrissey vd. 1998). Ambalaj ortamından oksijenin elimine edilmesi, lipit oksidasyonunun kontrol altına alınmasında etkili olmaktadır (Tang vd. 2001).

2.3.2 Protein oksidasyonu

Lipit oksidasyonuna ek olarak et ve ürünlerinde kaliteyi olumsuz yönde etkileyen protein oksidasyonu da büyük önem taşımaktadır (Ventanas vd. 2006, Lund vd. 2007b). Et ve et ürünlerinde yüksek konsantrasyondaki oksijen, lipit oksidasyonunu artırmakta ve ransiditeye neden olmaktadır. Fakat, oksijenin proteinlerde oksidasyonu ne düzeyde etkilediği tam olarak bilinmemektedir (Lund vd. 2007b). Normal fizyolojik durumlarda, hayvan hücreleri iç ve dış kaynaklardan meydana gelen stres faktörleri ile karşı karşıyadır. Bu faktörlerden en önemlisi reaktif oksijen bileşikleridir. Hidroksil radikal (HO*), süperoksit anyon radikal (O_2^{-*}), peroksil (ROO^*) ve alkoksil (RO^*) gibi oksijen

radikaller ve bunlar dışında hidrojen peroksit (H_2O_2), hipoklorasit (HOCl), hidroperoksit ve epoksit metabolitleri reaktif oksijen bileşikleri içerisinde yer almaktadır (Morissey vd. 1998).

Protein oksidasyonu da lipit oksidasyonuna benzer işlem basamaklarında meydana gelmekte ve oksidasyonla meydana gelen değişiklikler sonucunda hidroperoksitler ve karboniller gibi protein oksidasyon ürünlerinin oluşumu yanında, protein jellerinde zayıflık, emülsiyon dayanıklılığında ve proteinin çözünürlüğünde de azalma görülmektedir. Protein oksidasyonu süperoksit (O_2^{*-}), hidroperoksil (HO_2^*), hidroksil (HO^*) gibi radikaller ve hidrojen peroksit (H_2O_2) ile hidroperoksitler (ROOH) gibi radikal olmayan türler tarafından indüklenmektedir (Butterfield ve Stadtman 1997). Doymamış lipitler, hem pigmenti, geçiş metalleri ve oksidatif enzimler gibi kas dokunun doğal bileşenleri reaktif oksijen bileşiklerinin oluşmasında katalist olarak etki göstermekte ve böylece kas dokuda protein oksidasyonunda rol oynamaktadırlar (Xiong 2000). Şekil 2.3'de protein oksidasyon aşamaları görülmektedir.

$$PH + HO^* \rightarrow P^* + H_2O$$

$$P^* + O_2 \rightarrow POO^*$$

$$POO^* + PH \rightarrow POOH + P^*$$

$$POOH + HO_2^* \rightarrow PO^* + O_2 + H_2O$$

$$POOH + Mn^+ \rightarrow PO^* + HO^- + M^{(n+1)+}$$

$$PO^* + HO_2^* \rightarrow POH + O_2$$

$$PO^* + H^+ + Mn^+ \rightarrow POH + M^{(n+1)+}$$

Şekil 2.3. Protein oksidasyon aşamaları (Stadtman ve Levine 2003, Estevez 2011)

Peptit yapısı ve amino asitlerin yan zincirinde yer alan fonksiyonel gruplar oksidasyonda reaktif oksijen türleri için hedef konumundadır. Bu hedeften (PH) H^+ atomunun ayrılması sonucunda protein radikali (P^*) oluşmaktadır (Stadtman ve Levine, 2003). Meydana gelen protein radikali oksijen varlığında peroksil radikale (POO^*) dönüştürülür. Peroksil radikal hedeften (PH) H^+ atomunun ayrılmasına neden olarak alkil peroksit (POOH) meydana gelir. Reaksiyonun ileriki aşamalarında HO_2^* radikal veya Fe^{2+} veya Cu^+ gibi geçiş metallerinin indirgenmiş formu (Mn^+) gibi reaktif oksijen türleri alkoksil radikal (PO^*) ve hidroksil türlerinin (POH) oluşumuna öncülük etmektedir (Estevez 2011).

Proteinlerin oksidasyonu sonucunda proteinlerin fonksiyonunda azalma, su kaybında artış meydana gelerek taze etin yapısal ve duyusal özellikleri negatif yönde etkilenmektedir (Rowe vd. 2004, Estevez vd. 2005, Ventanas vd. 2006, Lund vd. 2007b). Bu değişiklikler taze et ve et ürünlerinde tekstür, renk ve yumuşaklık olmak üzere duyusal ve kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Ventanas vd. 2006, Lund vd. 2007b).

Gıdalardaki ve biyolojik sistemlerdeki süperoksit, hidroksil, peroksil, alkoksil ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen bileşikleri genellikle doğal olarak üretilmekte ve biyolojik moleküller ile reaksiyona girmektedir. Fakat reaktif oksijen bileşiklerinin aşırı üretimi yağ, protein veya DNA gibi kompleks hücre moleküllerinin hasara uğramasına neden olmaktadır. Canlı hücrede antioksidatif savunma mekanizması nedeniyle reaktif oksijen bileşiklerinin oluşumu ve yan etkileri nötralize edilmektedir. Ancak hücrenin ölümü ile bu savunma mekanizmasının işlevi durmaktadır. Sonuçta, kasta reaktif oksijen bileşikleri birikerek lipit ve proteinlerde modifikasyonlara neden olmaktadır. Biyolojik sistemlerde proteinlerin oksidasyonu ve hasara uğramaları yaygın bir şekilde araştırılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda, reaktif oksijen bileşiklerinin amino asit yan zincirinde oksidasyona, proteinler arasında çapraz bağların oluşmasına, protein omurgasında oksidasyona ve sonuçta proteinlerin parçalanmasına neden olduğu saptanmıştır (Tokur ve Korkmaz 2007).

Decker vd. (1993) hindi etinde proteinlerin askorbik asit varlığında demir ve bakır ile oksidasyonu sonucunda protein yapısında değişiklik, karbonil içeriğinde artış, protein çözünürlüğünde azalma, miyofibriler jel yapısında ve jel su tutma kapasitesinde azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Proteinlerin özellikle metal katalize oksidasyon sistemleri ile oksidasyona uğramaları fonksiyon kaybı, yapı değişikliği ve degradasyon ile sonuçlanmaktadır (Tokur ve Korkmaz 2007).

Miyosin ve troponin T'nin oksidasyona en duyarlı proteinler olduğu belirtilmektedir (Martinaud vd. 1997, Mercier vd. 2004). Srinivasan ve Hultin (1997) morina balığı kıymasının enzimatik olmayan serbest radikal sistem ile yıkanması sonucunda miyosin ağır zincirinde meydana gelen protein oksidasyonunun sülfidril gruplarında azalma ve protein karbonillerinde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Et sistemlerinde oksidatif reaksiyonlar elzem amino asitlerin degradasyonuna ve protein karbonillerinde çapraz bağların meydana gelmesine neden olmaktadır (Estevez vd. 2008). Bu nedenle, protein oksidasyonunda karbonil içeriğinin belirlenmesi kas hücrelerinin oksijen radikallerine maruz kalmasında duyarlı bir indikatör olarak değerlendirilmektedir (Mercier vd. 1998). Saeed ve Howel (2004) dondurulmuş Atlantik uskumrularında serbest radikaller gibi lipit oksidasyon ürünleri ile proteinlerin etkileşimi sonucunda, proteinler arasında çapraz bağların ve agregatların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Reaktif oksijen türleri içerisinde hidroksil radikal, en çok zarara neden olan radikaldir ve katalitik demir tuzlarının varlığında oksijen, hidrojen ve peroksitin etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir (Tokur ve Korkmaz 2007). Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda ilk basamak reaksiyonları sonucunda oluşan peroksil radikaller ve serbest radikal reaksiyonları ile meydana gelen protein oksidasyonu, hidrojen atomunun protein molekülünden ayrılması ve protein radikallerinin oluşması ile ifade edilmektedir. Reaktif aminoasit kalıntıları ve lipit oksidasyon ürünleri arasında kovalent olmayan komplekslerin meydana gelmesi, bakır ve demir gibi metal iyonları protein radikallerinin oluşmasında rol almaktadır (Estevez vd. 2007).

Lipitlerde ve proteinlerde meydana gelen oksidasyon, üründe tat ve koku bozukluklarına neden olmaktadır. Etlerde temel pigment maddesi olan miyoglobinin

metmiyoglobine oksidasyonu ise arzu edilmeyen, tüketici tarafından bozulmuş olarak nitelendirilen kahverengi rengin oluşmasına neden olmaktadır (Isdell vd. 2003, Venturini vd. 2006, Luciano vd. 2009). Taze etlerde metmiyoglobin oluşumunu azaltmak için, oksijenin ambalaj ortamından uzaklaştırılması ve %0.05 düzeyinin altına düşürülmesi gerekmektedir (Faustman ve Cassens 1990). Oksijensiz ambalaj atmosferi, taze et pigmentinin uzun süreli depolamalarda bile indirgenmiş formda, yani miyoglobin formunda kalmasını sağlar (Isdell vd. 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan tavuk but ve göğüs etleri BİLPA Gıda Pazarlama Ltd. Şti.'den (Bolu) temin edilmiştir. Tavukların ırkı Ross308 olup, 45 günlük olgunluğa ulaştıklarında kesimleri yapılmıştır. Kesimi takiben hijyenik koşullarda parçalama ve kemik ayırma işlemlerinin yapıldığı ve hava soğutmalı sistemin kullanıldığı işletmeden elde edilen tavuk but ve göğüs etleri materyal olarak kullanılmıştır.

MAP'da, ambalaj materyali olarak Apack Ambalaj Makine Sanayi ve Ltd. Şti. (İstanbul) firmasından temin edilen polipropilen tabak ve OPET12/OPA15/CPP60 (Kalınlık: 88 μm, OTR: 22.56 cc/m^2/gün 24ºC, CO_2TR: 95.64 cc/m^2/gün 24ºC) ambalaj filmi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan 3 farklı oksijen absorbsiyon kapasitesine sahip Ageless® marka oksijen tutucular (Ageless® ss100, ss300 ve ss500) Süd-Chemie Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Balıkesir) temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme planı

Taze tavuk but ve göğüs etleri kendi içlerinde tesadüfi olarak 5 gruba ayrılmıştır. Gruplardan birisi normal hava atmosferiyle ambalajlanıp, diğer 4 gruba ise %70 karbondioksit ve %30 azot içeren MAP uygulanmıştır (Reetray 25, İtalya). MAP uygulanmış gruplardan birisi MAP kontrol olarak ayrılıp, diğer 3 gruba (MO100, MO300 ve MO500), Ageless marka 3 farklı absorpsiyon kapasitesine sahip demir bazlı oksijen tutucular (SS100, SS300 ve SS500) polipropilen tabağın tabanına yerleştirilmiştir. Ambalajlanan tavuk etleri 4^{o}C'de depolanmış ve 3 günlük periyotlarla tüketim özelliklerini kaybedene kadar analiz edilmiştir.

3.2.2 Analiz yöntemleri

3.2.2.1 Nem içeriği

Ham maddenin başlangıçtaki nem miktarını saptamak için, 105°C'de kurutulduktan sonra darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5g örnek tartılmış ve 105°C'deki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.2.2 Yağ içeriği

Ham maddenin başlangıçtaki toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhelet- Henkel düzeneği kullanılarak belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.2.3 Protein içeriği

Tavuk etlerinin başlangıçtaki ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi ile saptanmıştır. Örneklerin önce % azot miktarı belirlenmiş ve daha sonra da 6.25 faktörü ile çarpılarak ham protein miktarı (%) hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.2.4 Kül içeriği

Tavuk etlerinin başlangıçtaki ham kül miktarının belirlenmesi için, sabit ağırlığa getirilen porselen kül kapsüllerine yaklaşık 3-4g örnek tartılarak kül fırınına konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C'ye getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek rengi gri-beyaz olana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartım farkından örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.2.5 Tepe boşluğu gaz içeriği

Ambalaj içindeki O_2 ve CO_2 gazlarının miktarı her analiz gününde ambalajlar açılmadan önce tepe boşluğu gaz analizörü **(**Oxybaby M O_2/CO_2, Almanya**)** ile % v/v

olarak belirlenmiştir. Her ölçüm öncesinde yapışkan bant ambalaj filmi üzerine yapıştırılmıştır ve iğne şeklindeki prob ambalaja buradan batırılarak analizler yapılmıştır. Sonuçlar 15 saniye beklendikten sonra sabitlenince analizörün ekranından kaydedilmiştir. Kalibrasyon işlemi her ölçümden önce hava ile yapılmıştır (Aday vd. 2011).

3.2.2.6 pH değeri

Tavuk eti örneklerinden 10g tartılarak destile su ile 1/10 oranında karıştırılıp Ultra Turraks (Miccra D-9, Almanya) ile 1 dk süresince homojenize edilmiş ve pH değerleri Hanna HI 221 model pH metrede belirlenmiştir. Ölçümlerden önce pH metre, pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle ayarlanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.2.7 Mikrobiyolojik analiz

Mikrobiyolojik analiz için tavuk eti örnekleri steril koşullarda 10 g tartılarak 90 ml Maximum Recovery Diluent (Merck 1.12535) ile stomacherde (Bagmixer-400, Fransa) 1 dk süreyle homojenize edilmiştir. Analizlerde seyreltme işlemi 1:9 oranı hesaplanarak maximum recovery diluent ile seri dilüsyonlar şeklinde yapılmıştır (Halkman 2005). Hazırlanan dilüsyonlar toplam aerob mezofil bakteri, *Pseudomonas* spp. sayısı, toplam koliform bakteriler, laktik asit bakterileri ve *Staphylococcus aureus* sayılarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2.2.7.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı

Plate Count Agar (Merck 1.05463) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılarak, 28±2^{o}C'de 48 saat inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları $\log_{10}$ kob (koloni oluşturma birimi)/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

3.2.2.7.2 *Pseudomonas* spp. sayısı

Glutamat Starch Phenol Red Agar (Merck 1.10230) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış, 28-30^{o}C'de 2-3 gün inkübasyon sonunda petri kutularında 2-3 mm çapında mavi-menekşe renkli ve etrafında kırmızı-menekşe renkli zon olan koloniler *Pseudomanas* spp. olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları $\log_{10}$ kob/g olarak ifade edilmiştir (Halkman 2005).

3.2.2.7.3 Toplam koliform bakteriler

Violet Red Bile Agar (Merck 1.01406) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış ve besiyerinin sıvıyı emmesinden sonra 45-50^{o}C'de tutulan 4-5 ml kadar erimiş VRB agar besiyeri ikinci kat olarak dökülmüştür. İkinci katın da tam olarak jelleşmesinden sonra petri kutuları kapakları üzerine çevrilmiş ve 32^{o}C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat inkübasyon sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli presipitasyon oluşturan koloniler koliform grup bakteriler olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları $\log_{10}$ kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

3.2.2.7.4 Laktik asit bakterileri

De Man Rogosa Sharpe Agar (Merck 1.10660) besiyerine standart yayma plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmıştır. 28^{o}C'de 48 saat inkübasyon sonunda besiyerinde krem renkli tüm koloniler laktik asit bakterisi olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sayım sonuçları $\log_{10}$ kob/g olarak ifade edilmiştir (Halkman 2005).

3.2.2.7.5 *Staphylococcus aureus*

Örneklerde *S. aureus*'un saptanmasında ISO yöntemi kullanılmıştır (Anonymous 2003). Bu yöntem gereği, hazırlanan dilüsyonlardan Baird-Parker Agar (Merck 1.05406) besiyerine ekim yapılarak, plaklar 37^{o}C'de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonunda besiyerinde üreyen 1-1.5mm büyüklüğünde gri-siyah renkte ve parlak görünümlü tipik ve atipik koonilerden en az 5 adet seçilerek, tüpte koagulaz testi (Bactident Coaglase EDTA, Merck 1.13306) ile ISO yöntemi gereği *S. aureus*'un identifikasyonu için gerekli testler yapılmıştır.

3.2.2.7.6 *Salmonella* spp.

Tavuk etlerinden steril koşullarda, önceden darası alınan 250 ml'lik steril stomacher poşetlerine 25g tartılmış, üzerine steril 225ml tamponlanmış peptonlu su (pH:7) eklenerek stomacher'de homojenize edilmiş ve 37ºC'de 18±2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda plastik poşetlerdeki örnekler iyice çalkalanarak homojenize edilmiştir. Ön zenginleştirme işlemi sonrası, homojenattan 0.1 ml'si 10 ml'lik Selenit-Sistin, 0.1 ml'si de 10 ml'lik Rappaport Vassiliadis (RVS) brothlara inoküle edilmiştir. Selenit-Sistin besiyerleri 37ºC'de 24±3 saat, RVS besiyerleri 42ºC'de 24±3 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda her iki besiyerinden bir öze dolusu alınarak Xylose Lysine Deoxycholate agar **(**XLD**)** ve Salmonella-Shigella Agar (SS) besiyerlerine, çizme yöntemi ile ekim yapılmıştır. XLD ve SS agarlar 37ºC'de 24±3 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda besiyerinde *Salmonella* olabilecek tipik ve tipik olmayan kolonilerin varlığı incelenmiştir. XLD agarda gelişen tipik *Salmonella* kolonilerinin siyah bir merkezi ve kırmızımsı hafif şeffaf bölgeleri vardır. SS agarda gelişen tipik *Salmonella* kolonileri de siyah merkezli ve etraflarında şeffaf zonları olan kolonilerdir.

Tipik ve tipik olmayan saf kolonilerden alınarak McConkey agar besiyerinde üretilmiştir ve biyokimyasal ve serolojik doğrulama için bu saf koloniler kullanılmıştır.

Biyokimyasal doğrulama;
Seçilen kolonilerden iğne öze ile alınarak TSI (Triple sugar iron agar) yatık agar yüzeyine çizme ekim yapılmıştır. Besiyeri 37ºC'de 24±3 saat inkübe edilmiştir.
Besiyeri yüzeyinde meydana gelen değişiklikler aşağıdaki gibi yorumlanmıştır.

Taban:

Sarı: Glukoz pozitif

Kırmızı veya renk değişikliği yok: glukoz negatif

Siyah: H_2S pozitif

Eğimli yüzey:

Sarı: Laktoz ve/veya glukoz pozitif

Kırmızı veya renk değişikliği yok: Laktoz ve/veya sakkaroz negatif

Hava kabarcığı veya yarık: Gaz oluşumu

Tipik *Salmonella* kültürleri, bazik (kırmızı) eğimli yüzey, asit (sarı)-H_2S oluşumu nedeniyle siyah ve kabarcıklı taban özelliklerini gösterir. *S.* Typhi; H_2S negatif ve gaz negatif, *S.* Paratyphi A, H_2S negatiftir.

Seçilen kolonilerden iğne öze ile alınarak üreli besiyeri yüzeyine çizgi ekim yapılmıştır. Besiyeri 37ºC'de 24±3 saat inkübe edilmiştir. Tepkime olmuşsa ürenin parçalanmasıyla açığa çıkan amonyak gazı fenol kırmızısının rengini sarıdan kırmızıya çevirir. *Salmonella* için bu reaksiyon negatiftir. β-galaktozidaz tayini kağıt ONPG diskleri kullanılarak yapılmıştır. Voges Proskauer tepkimesi için bir halka dolusu koloni 3 ml VP besiyeri içeren steril tüpe koyulmuştur. Besiyeri 37ºC'de 24±3 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra 2 damla keratin çözeltisi, 3 damla 1-naftolün etanoldeki çözeltisi ve 2 damla KOH çözeltisi ilave edilmiştir. 15 dakika içerisinde pembe rengin açık kırmızı renge dönüşmesi pozitif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir. *Salmonella* için bu reaksiyon negatiftir. İndol tepkimesi için Trypton besiyeri içerisine *Salmonella* olma ihtimali olan koloniler ekilmiştir. Besiyeri 37ºC'de 24±3 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası tüpe 1 ml kovaks ayıracı eklenmiştir. Besiyeri yüzeyinde oluşan kırmızı halka pozitif, kahverengi halka negatif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir. *Salmonella* için bu reaksiyon negatiftir (Anonymous 2002).

Serolojik Doğrulama

Salmonella genusunun 2 türü vardır: *S. enterica* ve *S. bongori*.

S. enterica isimle ya da Roma rakamı ile gösterilen 6 alt türe (I- *enterica*, II- *salamae*, IIIa- *arizonae*, IIIb- *diarizonae*, IV- *houtenae*, V- *indica*) ayrılır. Roma rakamının kullanımı daha yaygındır. *S. bongori* ayrı bir tür olmasına rağmen genellikle *S. enterica* alttür V olarak kullanılır. *Salmonella* serotiplendirmesi temel olarak iki yüzey antijeninin (O ve H) verdiği immunoreaksiyon dikkate alınarak yapılır (Anonymous

2004). Polivalan *Salmonella* antiserumu ile yapılan test sonucu aglütinasyon oluşturan koloniler *Salmonella* olarak değerlendirilmiştir.

3.2.2.8 Tiyobarbiturik asit (TBA) değeri

Tavuk eti örneğinden 10g tartılarak, Kjeldahl balonlarına aktarılmıştır. Ardından örneğin üzerine 97.5 ml destile su ile 2.5 ml 4 N HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiş ve 50 ml destilat elde edilinceye kadar destilasyona devam edilmiştir. Destilasyon işleminden sonra, 5'er ml destilat alınarak kapaklı cam tüplere koyulmuş ve üzerine 5 ml TBA reaktifi ilave edilmiştir. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml distile su koyularak vortekste karıştırılıp, tüm örnekler ve kör 35 dakika sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılarak soğutulan örneklerin UV spektrofotometre'de (Shimadzu UV-160A Doublebeam, Japonya) 538 nm dalga boyunda absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değeri 7.8 sabit değeri ile çarpılarak 1000g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak hesaplanmıştır (Tarladgis vd. 1960).

3.2.2.9 Hekzanal içeriği

50/30µm divinilbenzen-karboksenpoli (dimetilksilozan) ile kaplı solid faz mikroekstraksiyon (SPME) fiber, 260^{o}C'de 30 dk süresince analiz için önceden hazırlanmıştır. Örnekten 3 g alınarak 20 ml viale konulmuş ve SPME fiberi 30 dk 40^{o}C'de immersiyona tabi tutulmuştur. Analizler Agilent (Amerika) marka gaz kromatografi kütle spektometresi ile yapılmıştır. Uçucular %5 fenil ve %95 dimetil-polisiloksan kolon ile ayrılmıştır. Örneklerin hekzanal içeriğinin belirlenmesi için gaz kromatografisinde kullanılan analiz koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Hekzanal analizi için kullanılan çalışma koşulları
Gaz Kromatografisi: Agilent marka 7890 A model, 5975 C VL MSD (USA) gaz kromatografisi cihazı
Dedektör: FID
Kolon: Agilent 122-1334DB-624 (30m x 1.4 µm id x 250 µm)

Taşıyıcı Gaz ve Akış Oranı: N2, 1 mL/dk
Enjeksiyon Modu: Splitless
Enjeksiyon Sıcaklığı ve Süresi: 250°C, 3 dk
Kolon Sıcaklık: 40°C
Dedektör Sıcaklığı: 250°C
Sıcaklık Programı: 40 °C'de (5 dk), 3 °C/dk ile 110 °C' ye, 4 °C/dk ile 150 °C' ye, 10°C/dk ile 210 °C' ye çıkarılarak 12 dk bekletilmiştir (Estevez vd. 2007).

Hekzanal içeriği depolama süresince 1, 7, 13. ve 19. günlerde yapılmıştır. Hekzanal, standart bileşikten alıkonma zamanının karşılaştırılması ile belirlenerek hesaplanan pik alanlarının doğal logaritması alınmıştır.

3.2.2.10 Yağ asitleri dağılımı

Tavuk eti örnekleri 50g tartılarak üzerine 1 spatül susuz Na sülfat ve 100 ml kloroform-metanol (2:1) karışımı ilave edilerek 2 dakika homojenize edilmiştir. Örnek filtre kağıdından ayırma hunisine süzülmüştür. Kalıntı bir behere alınarak 1 spatül susuz Na sülfat ve 100 ml kloroform-metanol karışımı ilave edilmiştir, homojenize edilmiş ve aynı ayırma hunisine süzülmüştür. Kalıntı tekrar alınarak bir önceki basamaktaki işlemler tekrarlanmıştır. Ayırma hunisinde üstte metanol+su+proteinli bileşikler fazı altta kloroform+yağ fazı ayrılmıştır. %1'lik NaCl çözeltisinden ayırma hunilerine 10'ar ml ilave edilmiş, huniler ağzı kapalı bir şekilde ters-düz edilerek iyice karıştırılmıştır ve ayrım için beklenmiştir. Her iki fazda berraklaşınca alttaki kloroform+yağ fazı alınarak rotary evaporatöre (Büchi R-200, Büchi heating bath B-490) bağlanmış ve kloroform uçurulmuştur. Kalan az miktardaki kloroform ise N_2 gazı altında uçurulmuş ve yağ elde edilmiştir. Soğuk ekstraksiyonla elde edilen yağ örneğinden 0.4g tartılmış ve 4 ml izo-oktan içerisinde çözündürülmüştür. Üzerine 0.2 ml metanollü KOH çözeltisi eklenip, 30 sn karıştırılmış ve 6 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. Üzerine 1-2 damla metil oranj indikatörü ve 0.45 ml 1 N HCl eklenerek kuvvetle karıştırılmış ve faz ayrımı için oda koşullarında 30 dakika kadar bekletilmiştir. Ayrılan berrak faz metil ester şişelerine alınmıştır. Elde edilen metil esterler analiz edilene kadar -18°C'de depolanmıştır (Anonymous 1987).

Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıdaki gibidir.

Gaz kromatografi cihazı	: Shimadzu GC-2010
Kolon	: Omega Wax 320 Fused silica kapiler kolon (30 m, 0.32 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı)
Kolon sıcaklığı	: 190ºC
Dedektör	: Alev iyonizasyon dedektörü (FID)
Dedektör sıcaklığı	: 240ºC
Taşıyıcı gaz	: Helyum
Akış hızı	: 1.00 mL/dakika
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	: 230ºC
Enjeksiyon miktarı	: 1µL
Split oranı	: 1:80

3.2.2.11 Karbonil içeriği

Tavuk eti örneklerinden 2g tartılarak 20 ml 0.15M KCl ile 60 sn homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneğin üst kısmından 0.045 ml alınarak ependorf tüpüne aktarılmış ve üzerine 1 ml %10 trikloroasetik asit eklenmiştir. Bu örnek 5 dk 5000 g'de santrifüj (Juan MR1822, Fransa) edilmiş ve süpernatant atılmıştır. Daha sonra üzerine 1 ml %0.2'lik 2.4-dinitrofenil hidrazin (DNPH) eklenmiş ve her 20 dakikada bir çalkalanacak şekilde 1 saat oda sıcaklığında inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyondan sonra 1 ml % 10'luk trikloroasetik asit eklenmiş, 30 saniye vortekslenmiş, 5 dk 5000 g'de santrifüj edilmiş ve süpernatant atılmıştır. Pellet 1 ml 1:1 etanol/etilasetat ile yıkanmış, çalkalanıp, 5 dk 10000 g'de santrifüj edilmiş ve bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Pellet azot gazı altında kurutulmuş ve 1.5 ml 20mM sodyum fosfat ve 6M guanidin hidroklorit tampon çözeltisi ile çözündürülmüştür. Örnek 2 dk 5000 g'de santrifüj edilmiştir. Karbonil konsantrasyonu, DNPH ile muamele edilmiş örneklerin 370 nm'de okunan absorbansdan DNPH ile muamele edilmeyen örneklerin absorbansının çıkarılması ile protein ekstinsiyon katsayısı kullanılarak nmol DNPH/mg protein olarak hesaplanmıştır (Zakrys vd. 2008).

3.2.2.12 Sülfidril (–SH) içeriği

Tavuk eti örneğinden 1g tartılarak üzerine 100 ml 0.1M fosfat tampon çözeltisi (pH 7.4) eklenmiştir. Örnek 1 dakika 13500 devir/dakika Ultra Turraks (Miccra D-9, Almanya) ile homojenize edilmiş ve filtre kağıdından süzülmüştür. Bu süzüntüden 0.5 ml alınarak 2.0 ml üre-SDS çözeltisi ile çözündürülmüştür. Bu çözeltinin üzerine 10mM 5,5'-ditiyobis-2-nitrobenzoik asit (DTNB) içeren 0.5 ml fosfat tamponu eklenmiştir. Örnek körü de DTNB'siz olarak 0.5 ml fosfat tampon çözeltisi ile hazırlanmıştır. Çözeltiler 15 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 412 nm'de okunmuştur. Sülfidril içeriği $11400M^{-1}$ cm^{-1} de molar absorptivite kullanılarak hesaplanmıştır (Liu vd. 2000).

3.2.2.13 Enstrümental renk analizi

CIE L^* (açıklık-koyuluk), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde Minolta Chromameter (CR-300, Japonya) cihazı kullanılarak farklı noktalardan 6 ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Candoğan 2002).

3.2.2.14 Tekstür profil analizi

Tekstür profil analizi (TPA) tavuk eti örneklerinde her analiz periyodunda yapılmış ve sertlik (N), adhesiflik (g.sn), esneklik, bağlayıcılık, gam özelliği (N) ve çiğnenebilirlik (N) özellikleri belirlenmiştir. Tavuk but ve göğüs etleri 3.5cm kare ve 1cm kalınlığında kesilerek analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerin Tekstür Profil Analizi (Microstable TA.XT Plus, Amerika) 25mm çapa sahip P25 silindirik prob kullanılarak yapılmıştır (Barbut 2006). Ölçümlerde analiz koşulları; test hızı 1 mm/s, içeri girme miktarı %35, iki baskı arası bekleme süresi 1s, trigger (tetikleme) kuvveti 0.01N ve uygulama süresi 10s olarak ayarlanmıştır. Elde edilen veriler Texture Exponent 2.0.6.0 yazılım programında otomatik olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.15 Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirme hem çiğ hem de pişmiş örneklerde her analiz periyodunda gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.15.1 Çiğ duyusal değerlendirme

Çiğ örneklerde yapılan duyusal değerlendirmede her gruptan ambalajlı örnekler laboratuarda beyaz zemin üzerine rastgele kodlanarak yerleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme, ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada 4 kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuş, koku özelliğinin değerlendirilmesi esnasında bir önceki örnekten kalan koku vb etkileri gidermek amacıyla su ve kahve koklanması gerektiği bildirilmiştir. Duyusal değerlendirme çiğ örneklerin görünüş, renk, ilk algılanan koku (ambalaj materyali ilk açıldığında panelistler tarafından ambalaj atmosferinde ilk algılanan koku), koku (ambalaj materyali tatamiyle açıldıktan sonra tavuk örneklerinin kokusu), yapışkanlık ve genel beğeni özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 9'lu hedonik sıkala (1: son derece kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK 1'de sunulmuştur.

3.2.2.15.2 Pişmiş örneklerde duyusal değerlendirme

Duyusal analiz için her gruptan alınan 100g örnek, çelik tencerelerde 100 ml destile su ilave edilerek toplam 20 dk süreyle pişirilmiş, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra her örnek eşit parçalara bölünerek, beyaz plastik kaplara ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Örnek içeren kapların üstü Aluminyum folyo ile kapatılarak, rastgele 3'lü dijit kod sistemine göre kodlanmıştır. Duyusal değerlendirme, ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada 7 kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuş, değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla su ve ekmek yenilmesi gerektiği bildirilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistler pişmiş örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9'lu

hedonik sıkala (1: son derece kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır (Nadarajah vd. 2005). Duyusal analizde kullanılan form EK 2'de sunulmuştur.

3.2.2.16 İstatistiksel Analiz

İki tekerrürlü ve dört paralelli olarak toplanan verilerin parametrik istatistik yöntemlere uygunluğu, Shapiro-Wilk normallik testi sınaması ile tespit edilmiş, istatiksel olarak değerlendirilmesi SPSS for Windows 14.01 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Kalite kriterlerinde meydana gelen değişime etki eden faktörler örnek grubu ve depolama süresi olarak belirlenmiştir. Aynı örneğin, farklı zaman periyotlarından alınan ölçümler bağımlılık yapısı gösterdiği için çalışmanın istatistik yöntemi tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi olarak belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonucunda Tukey en küçük önemli fark yöntemi kullanılmıştır (Daniel, 1991).

4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Ham maddenin kimyasal bileşimi

Araştırma materyali olarak kullanılan tavuk but ve göğüs etlerinin nem, protein, yağ ve kül (%) içerikleri çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Tavuk but ve göğüs etlerinin kimyasal bileşimi (%)*

Kimyasal bileşim	Tavuk but eti	Tavuk göğüs eti
Nem	76.40±1.37	74.11±0.42
Protein	17.11±2.09	22.05±1.68
Yağ	4.10±1.39	1.36±0.56
Kül	1.02±0.09	1.00±0.31

*Ortalama±Standart sapma

Tavuk but ve göğüs etlerinin nem, protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %76.40 ve %74.11, %17.11 ve %22.05, %4.10 ve %1.36, %1.02 ve %1.00 olarak bulunmuştur. Diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda tavuk but ve göğüs etlerinde nem, protein, yağ ve kül içeriklerinin sırasıyla %74.16-%76.58, %72.34-%76.60, %19.36-%20.08, %20.32-%24.00, %3.98-%6.41, %0.30-%4.72 ve %1.05-%1.11, %0.90-%1.29 olduğu ve çalışmamızda bulunan sonuçlar ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Rivera vd. 2000, Barbanti ve Pasquini 2005, Intarapichet ve Maikhunthod 2005, Negrao vd. 2005, Trespalacious ve Pla 2007a, Trespalacious ve Pla 2007b, Gasperlin vd. 2009, Al-Dughaym ve Altabari 2010).

4.2 Tepe boşluğu gaz konsantrasyonu

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen tepe boşluğu gaz konsantrasyonları (O_2 ve CO_2) sırasıyla çizelge 4.2-4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin tepe boşluğu oksijen içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	19.97 ± 0.34^{cA}	0**	0**	0**	0**
4	17.55 ± 0.52^{cA}	0**	0**	0**	0**
7	13.42 ± 3.79^{bA}	0**	0**	0**	0**
10	4.35 ± 3.01^{aA}	0**	0**	0**	0**
13		0**	0**	0**	0**
16		0**	0**	0**	0**
19		0**	0**	0**	0**

*Ortalama±Standart sapma
**Saptanmadı
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.3 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin tepe boşluğu oksijen içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	19.97 ± 0.68^{cA}	0**	0**	0**	0**
4	19.40 ± 0.08^{cA}	0**	0**	0**	0**
7	18.77 ± 1.61^{cA}	0**	0**	0**	0**
10	16.20 ± 1.12^{bA}	0**	0**	0**	0**
13	1.55 ± 1.55^{aA}	0**	0**	0**	0**
16		0**	0**	0**	0**
19		0**	0**	0**	0**

*Ortalama±Standart sapma
**Saptanmadı
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.4 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin tepe boşluğu karbondioksit içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	2.50 ± 0.69^{aA}	60.47 ± 2.14^{cD}	59.97 ± 1.15^{dCD}	57.87 ± 1.81^{cBC}	56.50 ± 1.17^{cB}
4	5.10 ± 0.66^{bA}	56.75 ± 2.35^{abC}	55.70 ± 0.96^{cC}	48.52 ± 2.41^{bB}	50.62 ± 1.53^{bB}
7	7.80 ± 2.61^{cA}	57.27 ± 1.01^{bD}	55.50 ± 0.69^{cD}	48.70 ± 1.89^{bC}	43.25 ± 6.88^{aB}
10	14.25 ± 2.05^{dA}	56.22 ± 0.56^{abD}	52.17 ± 1.88^{abC}	45.32 ± 1.46^{aB}	45.65 ± 1.47^{aB}
13		55.62 ± 1.16^{abC}	52.15 ± 1.16^{abB}	43.02 ± 2.76^{aA}	41.60 ± 0.87^{aA}
16		55.80 ± 1.82^{abB}	53.35 ± 1.35^{bB}	44.47 ± 1.71^{aA}	45.05 ± 2.25^{aA}
19		54.60 ± 1.43^{aC}	51.25 ± 1.34^{aB}	43.42 ± 0.91^{aA}	43.35 ± 2.20^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.5 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin tepe boşluğu karbondioksit içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	2.57 ± 0.45^{aA}	60.25 ± 1.13^{cC}	58.35 ± 2.91^{cBC}	57.97 ± 0.90^{dBC}	57.10 ± 2.09^{fB}
4	4.22 ± 0.68^{aA}	54.80 ± 5.19^{bcC}	56.15 ± 1.30^{cC}	50.25 ± 2.02^{cB}	49.55 ± 2.22^{eB}
7	4.15 ± 2.57^{aA}	55.10 ± 1.36^{bcC}	53.07 ± 0.51^{bC}	44.45 ± 2.40^{bB}	44.22 ± 1.12^{dB}
10	6.77 ± 1.43^{bA}	51.85 ± 0.75^{abD}	51.97 ± 1.49^{bD}	44.77 ± 0.35^{bC}	41.85 ± 0.47^{cB}
13		53.07 ± 1.07^{bcC}	51.67 ± 0.87^{bC}	43.47 ± 1.45^{bB}	41.35 ± 1.27^{cA}
16		52.12 ± 0.43^{abC}	48.55 ± 1.85^{aB}	39.50 ± 2.62^{aA}	38.05 ± 1.38^{bA}
19		45.22 ± 11.39^{aB}	47.85 ± 0.79^{aB}	38.47 ± 2.33^{aAB}	34.45 ± 1.23^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

MAP ve oksijen tutucu içeren grupların ambalajında yapılan tepe boşluğu gaz konsantrasyonları ölçümünde soğuk muhafaza periyotlarında oksijen belirlenmemiştir. Normal hava şartlarında depolanan tavuk but ve göğüs etlerinin ambalajındaki oksijen değerlerinde muhafaza süresinin artmasıyla azalma görülmüştür (Çizelge 4.2 ve 4.3). Tavuk but etinde muhafazanın 13. gününde göğüs etinde ise muhafazanın 16. gününde Hava gruplarında ambalaj atmosferinde oksijenin tükendiği belirlenmiştir. Tavuk but ve göğüs etlerinde örnek gruplarının ambalaj atmosferindeki karbondioksit oranı

incelendiğinde, Hava gruplarında muhafazanın başlangıcından 10. güne kadar karbondioksit değeri artış gösterirken, MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise depolamanın 19. gününe kadar karbondioksit değerinde azalma saptanmıştır. Muhafazanın 19. gününde ise tavuk but etlerinde Hava ve MAP kontrol grupları ile oksijen tutucu kullanılan gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Depolama periyodu süresince tavuk but ve göğüs etlerinde oksijen değerlerinde azalma ve karbondioksit değerlerinde artma diğer araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Taylor vd. 1986, Keokamnerd vd. 2008). Depolama süresince karbondioksit konsantrasyonunun azalmasının permeasyon, yırtılma, delinme veya solunum gibi biyokimyasal değişimlere bağlı olduğu belirtilmektedir (Jimenez vd. 1997). Aynı zamanda karbondioksitin miktarı gıdaların sulu kısımlarında çözünerek de azalabilmektedir. Depolamanın ilerlemesiyle hava gruplarında karbondioksit artışı mikroorganizma faaliyetine bağlı olarak meydana gelmektedir (Gonçalves vd. 2004, Mexis vd. 2009).

Jimenez vd. (1997) 4°C'de muhafaza edilen taze tavuk göğüs etlerinde bozulmaya neden olan mikroflora üzerine ambalaj metotlarının etkisini araştırdıkları çalışmada, karbondioksit konsantrasyonunun depolama boyunca azaldığını belirtmişlerdir. Bu azalmanın nedeni; gaz geçişi ve solunum aktivitesinden dolayı biyokimyasal değişimler olarak açıklanmıştır. Beggan vd. (2006b) bifteklerde metmiyoglobin gelişimi üzerinde oksijen tutucuların etkilerini araştırdıkları çalışmada oksijen tutucu içeren ve içermeyen örneklerde kalıntı oksijen açısından bir farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir. Isdell vd. (2003) modifiye atmosfer paketleme ve oksijen tutucu kullanılan sığır kaslarında renk stabilitesini araştırdıkları çalışmada, %50 karbondioksit ve %50 azot gazlarını kullanarak modifiye atmosfer paketledikleri örneklerde oksijen tutucu kullanılan gruplarda oksijen oranının 6. haftada %0.06 oksijen tutucu içermeyen gruplarda ise %1.61 düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir.

Brandon vd. (2009) soğukta muhafaza edilen düşük oksijen konsantrasyonunda modifiye atmosfer ambalaj ile paketlenen etlerde oksijen tutucuların performansını araştırmışlardır. Bu amaçla demir bazlı oksijen tutucular kullanmışlardır. Modifiye atmosfer paketlemede %1, 2, 6, 12, 22 oksijen, %40 karbondioksit gazı ve dengeleyici

olarak ta azot gazı kullanmışlardır. Oksijen tutuculu örneklerde oksijen oranının depolama süresi boyunca azaldığını belirtmişlerdir. Mexis vd. (2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında oksijen tutucuların ambalaj içi oksijen konsantrasyonunu %0.01'den aşağı düşürdüğünü ve zamanla karbondioksit oranının arttığını bildirmişlerdir. Oksijen tutucu içeren örneklerde 21. günde karbondioksit oranının %56.9, oksijen tutucu ve oregano içeren örneklerde 21. günde karbondioksit oranının %46.9 olduğu belirtilmiştir. Mohan vd. (2008) ve Goncalves vd. (2004)'de karbondioksit oranındaki artışı bildirmişlerdir. Mohan vd. (2008) soğukta muhafaza edilen kedi balıklarında (*Pangasius sutchi*) 24 saat içerisinde oksijen seviyesinin %21.4'den %0.089'a düştüğünü belirtmişlerdir. Depolama süresinin sonunda oksijen konsantrasyonunun %0.008 olduğu bildirilmiştir. Karbondioksit oranının oksijen tutucu bulunan örneklerde depolama süresi boyunca %1.5'un altında kaldığı belirtilmiştir. Oksijen tutucu bulunmayan örneklerde ise karbondioksit oranının %0.7'den %3.6'ya yükseldiği ve bu artışın mikrobiyal yükün artışıyla meydana geldiği belirtilmiştir. Tarr ve Clingeleffer (2005) kurutulmuş üzümlerin rengi üzerinde oksijen tutucuların etkilerini araştırmışlardır. Tepe boşluğu gaz analizinde oksijen tutucu içeren örneklerde oksijen konsantrasyonunun %1'den az olduğunu belirtmişlerdir.

4.3 pH değeri

Canlıların kas dokularının pH değeri yaklaşık 7.2 civarındadır. Kesim ile birlikte laktik asit birikimine bağlı olarak kasın pH'sı 6 veya daha düşük değerlere inmektedir. Bu laktik asit glikojenin postmortem glikoliz ile parçalanması sonucu meydana gelmektedir (Warris vd. 1999). Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen pH değerleri sırasıyla çizelge 4.6-4.7, şekil 4.1-4.2'de verilmiştir.

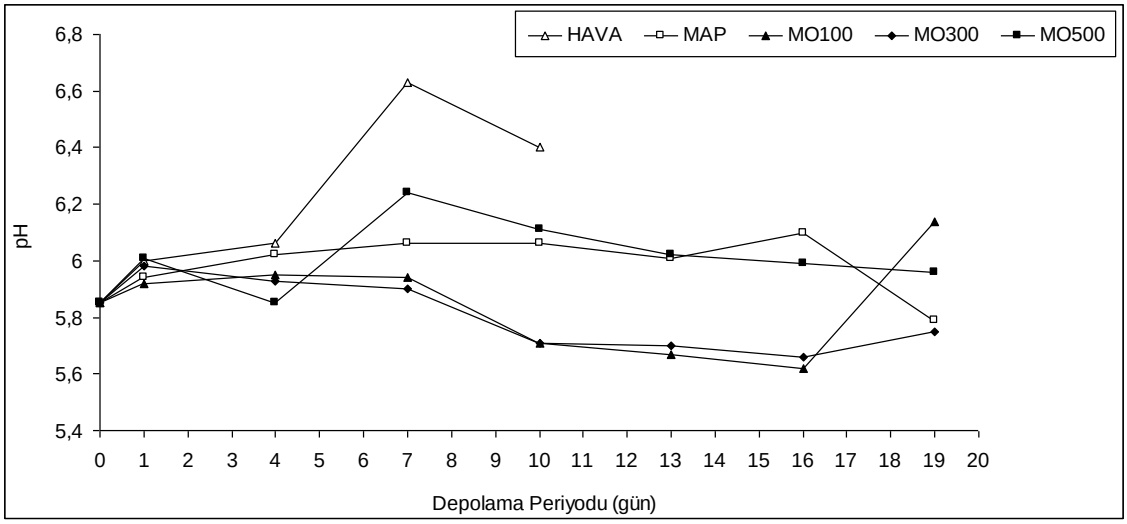
Çizelge 4.6 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pH değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	5.85 ± 0.15^{aA}	5.85 ± 0.15^{abA}	5.85 ± 0.15^{bA}	5.85 ± 0.15^{bA}	5.85 ± 0.15^{aA}
1	6.00 ± 0.01^{bA}	5.94 ± 0.09^{bcA}	5.92 ± 0.09^{bA}	5.98 ± 0.04^{cA}	6.01 ± 0.08^{bcA}
4	6.06 ± 0.05^{bC}	6.02 ± 0.05^{cdBC}	5.95 ± 0.03^{bABC}	5.93 ± 0.07^{bcAB}	5.85 ± 0.10^{aA}
7	6.63 ± 0.02^{dD}	6.06 ± 0.05^{dB}	5.94 ± 0.01^{bA}	5.90 ± 0.01^{bcA}	6.24 ± 0.04^{dC}
10	6.40 ± 0.01^{cD}	6.06 ± 0.03^{dB}	5.71 ± 0.01^{aA}	5.71 ± 0.02^{aA}	6.11 ± 0.01^{cC}
13		6.01 ± 0.02^{cdB}	5.67 ± 0.01^{aA}	5.70 ± 0.01^{aA}	6.02 ± 0.03^{bcB}
16		6.10 ± 0.01^{dD}	5.62 ± 0.01^{aA}	5.66 ± 0.01^{aB}	5.99 ± 0.01^{bC}
19		5.79 ± 0.01^{aA}	6.14 ± 0.02^{cC}	5.75 ± 0.04^{aA}	5.96 ± 0.02^{abB}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.1 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pH değerlerindeki değişim

Tavuk but eti başlangıç pH'sı 5.85 olarak belirlenmiştir. Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışmada Kolsarıcı ve Candoğan (1995) tavuk but etinde pH değerini 5.92 olarak belirtmişlerdir. Diğer çalışmalarda tavuk but eti pH değerlerinin 6.38 ile 6.65 arasında olduğu bildirilmiştir (Yu vd. 2005, Trespalacious ve Pla 2007a, Trespalacious ve Pla 2007b, Al-Dughaym ve Altabari 2010).

Tavuk but eti başlangıç pH'sı literatürde belirtilen değerlerden düşük bulunmuştur. Etin pH değeri kesim esnasında ette bulunan glikojen miktarına bağlı olarak değişiklik

gösterebilmektedir (Haslinger vd. 2007). pH değerindeki hızlı düşüşlerin kas dokuda glikoliz ve laktik asit oluşumu ile oksijen labilitesinde azalmalar sonucunda kaynaklandığı belirtilmektedir. Stres altında olmayan kanatlılarda kesimden yaklaşık 30 dakika sonra pH 5.6–6.0 civarında olup, süre ilerledikçe proteolize bağlı olarak pH değeri pozitif bir korelasyon göstermektedir (Santos vd. 2004). Kırmacı ve Singh (2012) çiğ kanatlı etinin 1 günlük bekletilmesi sonucunda veya işlem öncesi eşit olmayan şartlarda olgunlaştırılması sonucunda pH'da değişikliklerin meydana gelebileceğini bildirmişlerdir.

Kesim öncesi yem çekimi, kas dokuda düşük miktarda glikojen depolanmasına neden olmaktadır (Edwards vd. 1999). Bunun yanında nakliye sonucunda kanatlılar strese girmektedir ve göğüs etlerinde depo glikojenin azalmasına ve kesim sonrası pH'nın düşmesine neden olmaktadır (Warris vd. 1999, Debut vd. 2003). Nakliyenin kas dokuda meydana getirdiği kalite sorunu, nakliye süresi ve kanatlının genetik özellikleriyle ilişkilidir (Debut vd. 2003). Kesim öncesi akut ısı stresi de pH değerlerinde düşüşe neden olmaktadır (Sandercock vd. 1999). But etlerinin nakliye ve ısı stresine karşı göğüs etlerinden daha hassas olduğu Debut vd. (2003) tarafından belirtilmekte ve 2 saatlik bir nakliyenin göğüs etlerinin pH değerinde önemli bir etkiye neden olmadığını, but etlerinde ise son pH değerinin artmasına neden olduğunu belirtmektedirler. Tavuk etinin pH'sı birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Kesim zamanı kanatlının yaşı, genetik ve fizyolojik özellikler, kas tipi, beslenme, kesim yöntemi, postmortem olgunlaşma, hastalıklar, kanatlıların taşınması ve stres etin pH'sı üzerinde doğrudan olarak etkili olmaktadır (Wattanachant 2008, Al-Dughaym ve Altabari 2010). Etin pH'sı büyük bir oranda kasın içerdiği glikojene bağlıdır. pH değerindeki hızlı düşmeler, sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin denatürasyonuna bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Yu vd. 2005). Elde edilen sonuçlara bakıldığında örneklerin genel olarak pH değerlerinin 7. güne kadar artış gösterdiği ve sonrasında azaldığı görülmektedir. Depolamanın 19. günde MO100 grubunun pH değerinin diğerlerine göre yükseldiği gözlenmektedir. Post mortem pH değişikliğinin kesimden hemen önce ve kesim esnasında kas dokunun kasılma durumu ve hormonal drumuna bağlı olarak kontrol edildiği belirtilmektedir (Monin ve Ouali 1992). Kanatlılarda yorgunluk, adrenal

veya diğer fizyolojik tepkilere bağlı olarak kesim öncesi sıcaklık, kas dokunun postmortem metabolizmasına ve etin kalitesine etki etmektedir (Petracci vd. 2001).

Etin pH'sı, renk pigmentlerinin stabilitesi ve lipit oksidasyonu ile ilişkilidir. Linoleik asit üzerinde metmiyoglobinin oksidatif katalitik aktivitesi sonucunda etin pH'sında artış gözlenebileceği belirtilmektedir (Keokamnerd vd. 2008). Shin vd. (2010) yaptıkları çalışmada normal hava atmosferi ve modifiye atmosafer (%30CO_2/%70N_2) paketli tavuk göğüs etlerinin pH'sının depolama periyodu ilerledikçe arttığını, bu artışın nedenini de mikrobiyal faaliyete bağlı olarak oluşan metabolitler olarak açıklamışlardır. LAB metabolizması sonucunda laktik asit oluşumu ve kanatlı etlerinin sulu kısımlarında CO_2'in çözünmesi ve karbonik asit oluşumuna bağlı olarak pH'da değişimler meydana gelmektedir (Patsias vd. 2008).

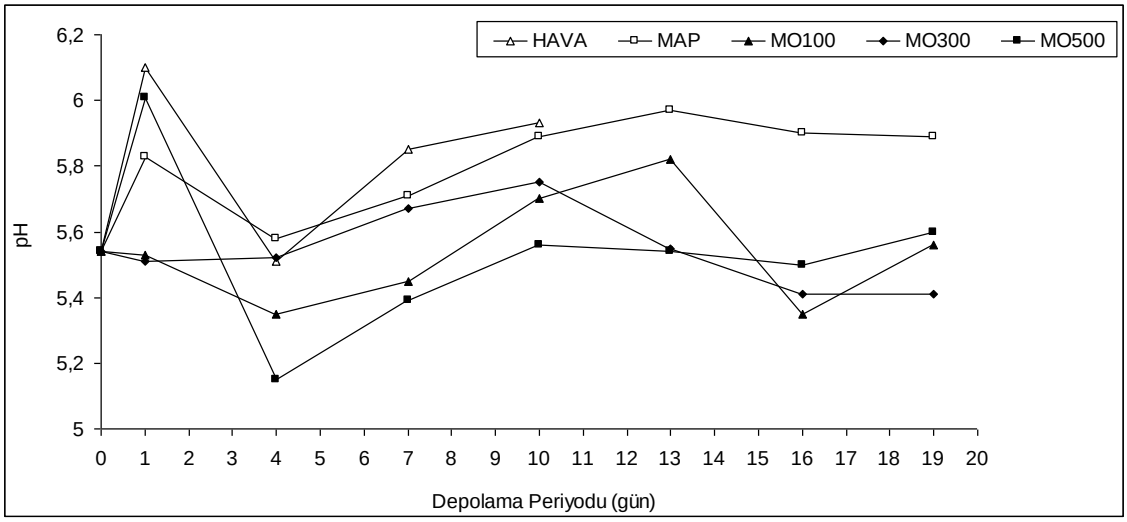
Çizelge 4.7 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pH değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
0	5.54 ± 0.01^{aA}	5.54 ± 0.01^{aA}	5.54 ± 0.01^{cA}	5.54 ± 0.01^{bA}	5.54 ± 0.01^{abA}
1	6.10 ± 0.01^{dD}	5.83 ± 0.01^{cC}	5.53 ± 0.02^{cA}	5.51 ± 0.03^{bA}	5.67 ± 0.02^{bB}
4	5.51 ± 0.04^{aA}	5.58 ± 0.05^{aA}	5.35 ± 0.07^{aA}	5.52 ± 0.07^{bA}	5.51 ± 0.12^{abA}
7	5.85 ± 0.01^{bE}	5.71 ± 0.02^{bD}	5.45 ± 0.03^{bB}	5.67 ± 0.01^{cC}	5.39 ± 0.01^{bA}
10	5.93 ± 0.03^{cC}	5.89 ± 0.04^{dC}	5.70 ± 0.01^{dB}	5.75 ± 0.02^{dB}	5.56 ± 0.08^{abA}
13		5.97 ± 0.02^{eB}	5.82 ± 0.11^{eB}	5.55 ± 0.02^{cA}	5.54 ± 0.23^{abA}
16		5.90 ± 0.01^{dD}	5.35 ± 0.04^{aA}	5.41 ± 0.03^{aB}	5.50 ± 0.02^{abC}
19		5.89 ± 0.05^{dC}	5.56 ± 0.03^{cB}	5.41 ± 0.01^{aA}	5.60 ± 0.01^{abB}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.2 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pH değerlerindeki değişim

Yapılan çalışmada tavuk göğüs etlerinin başlangıç pH ortalama değerinin 5.54 olduğu saptanmıştır. Kolsarıcı ve Candoğan (1995) tavuk göğüs etlerinde başlangıç pH değerinin 5.62 olduğunu, Al-Dughaym ve Altabari (2010) tavuk göğüs etinin başlangıç pH'sının 5.84 olduğunu, Perlo vd. (2006) tavuk göğüs etinin pH'sının 5.88 olduğunu, Gregory (2010) yaptığı çalışmada tavuk göğüs etinin pH'sının 5.69 olduğunu belirtmişlerdir. Göğüs etinin başlangıç pH değerinin bazı araştırmacılarla genelde benzer olduğu, bazı araştırmacıların buldukları değerlerden ise düşük olduğu görülmektedir. Genel olarak hava ve MAP gruplarında göğüs eti pH değerleri depolama süresince başlangıç pH değerine göre artış göstermiştir. Oksijen tutucu kullanılan gruplarda ise göğüs eti pH değerinde depolama süresince dalgalanmalar gözlenmiş, depolamanın 4. gününden itibaren de MAP grubu ile aralarındaki fark ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde MAP ve oregano uçucu yağının muhafaza süresi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında %30CO_2/%70N_2, %70CO_2/%30N_2 ve hava atmosferi ile ambalajlanan örneklerde pH'nın 6.4 ile 5.9 arasında değiştiğini saptamışlardır. Balamatsia vd. (2007) modifiye atmosfer ile paketlenmiş tavuk göğüs filetolarında uçucu aminlerin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. %30CO_2/%65N_2/%5O_2 ve %65CO_2/%30N_2/%5O_2 ile ambalajlanan taze tavuk etinin 6.32 olarak belirlenen pH

değerinin gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Sekar vd. (2006), buffalo etlerinde fiziksel ve yapısal değişikliklere modifiye atmosfer paketlemenin etkilerini inceledikleri çalışmada ilk üç güne kadar pH'da düşüş, daha sonra artış gözlendiğini belirtmişlerdir. Kondratowicz vd. (2006) %95N_2/%5O_2 gazlarını kullanarak kontrollü atmosferde paketlenen ve 2°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde başlangıç pH değerini 5.51 olarak belirlemişlerdir. Başlangıç göğüs eti pH'sında buldukları değer çalışmamızda belirlenen pH değeri ile benzerlik göstermektedir. Paketlenmemiş ürünlerde pH değerini depolamanın 20. gününde 5.72-5.64 olarak saptamışlardır.

Mexis vd. (2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında başlangıç pH'sının 6.65 olduğunu, kontrol grubunda 4. günde pH'nın 6.22'ye, oksijen tutucu içeren örneklerin ise 6.20'ye azaldığını belirtmişlerdir. Mohan vd. (2008) kedi balıklarında (*Pangasius sutchi*) soğuk muhafazada oksijen tutucuların raf ömrüne etkilerini araştırdıkları çalışmada başlangıç pH'sının 6.31 olduğu, depolama süresince oksijen tutucu kullanılan örneklerde pH değerinin depolama sonunda 6.42'ye yükseldiği belirtilmiştir. Hava ile ambalajlanmış örneklerde ise 4. güne kadar 6.05'e düştüğü, daha sonra artış göstererek depolama sonunda 7.01'e ulaştığı bildirilmiştir. Başlangıçtaki azalmanın ambalaj içerisindeki karbondioksitten kaynaklandığı, karbondioksitin dokuda çözünerek karbonik aside dönüştüğü ve pH'yı düşürdüğü belirtilmektedir. Daha sonraki artış ise bakteriyel üreme ve mikrobiyal bozulma sonucu oluşan alkalin bileşiklerden kaynaklandığı açıklanmaktadır.

4.4 Mikrobiyolojik Analiz

4.4.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen TAMB değerleri sırasıyla çizelge 4.8-4.9, şekil 4.3-4.4'de verilmiştir.

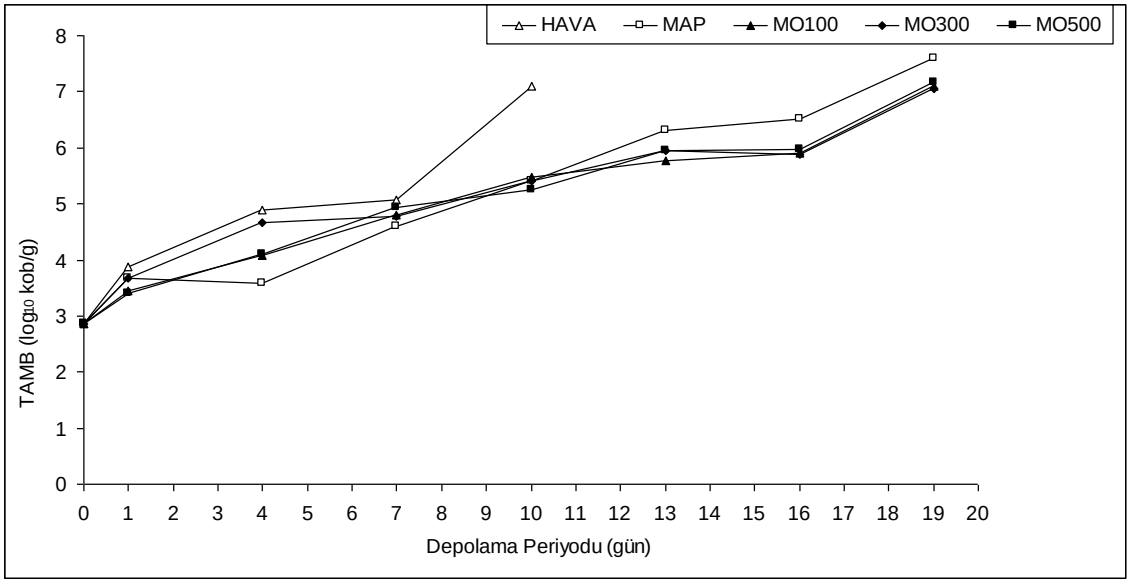
Çizelge 4.8 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TAMB sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.87 ± 0.03^{aA}	2.87 ± 0.03^{aA}	2.87 ± 0.03^{aA}	2.87 ± 0.03^{aA}	2.87 ± 0.03^{aA}
1	3.87 ± 0.02^{bC}	3.68 ± 0.06^{bB}	3.45 ± 0.06^{bA}	3.68 ± 0.03^{bB}	3.40 ± 0.06^{bA}
4	4.90 ± 0.02^{cC}	3.59 ± 0.14^{bA}	4.07 ± 0.04^{cB}	4.66 ± 0.07^{cC}	4.10 ± 0.14^{cB}
7	5.08 ± 0.06^{dC}	4.60 ± 0.02^{cA}	4.81 ± 0.06^{dB}	4.78 ± 0.01^{cB}	4.93 ± 0.09^{dB}
10	7.09 ± 0.01^{eC}	5.41 ± 0.06^{dAB}	5.47 ± 0.04^{eB}	5.41 ± 0.12^{dAB}	5.26 ± 0.02^{eA}
13		6.30 ± 0.02^{eC}	5.76 ± 0.02^{fA}	5.95 ± 0.01^{eB}	5.96 ± 0.08^{fB}
16		6.51 ± 0.04^{fB}	5.91 ± 0.07^{gA}	5.88 ± 0.11^{eA}	5.98 ± 0.02^{fA}
19		7.60 ± 0.03^{gB}	7.10 ± 0.01^{hA}	7.05 ± 0.01^{fA}	7.16 ± 0.01^{gA}

*Ortalama±Standart sapma

a-h: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

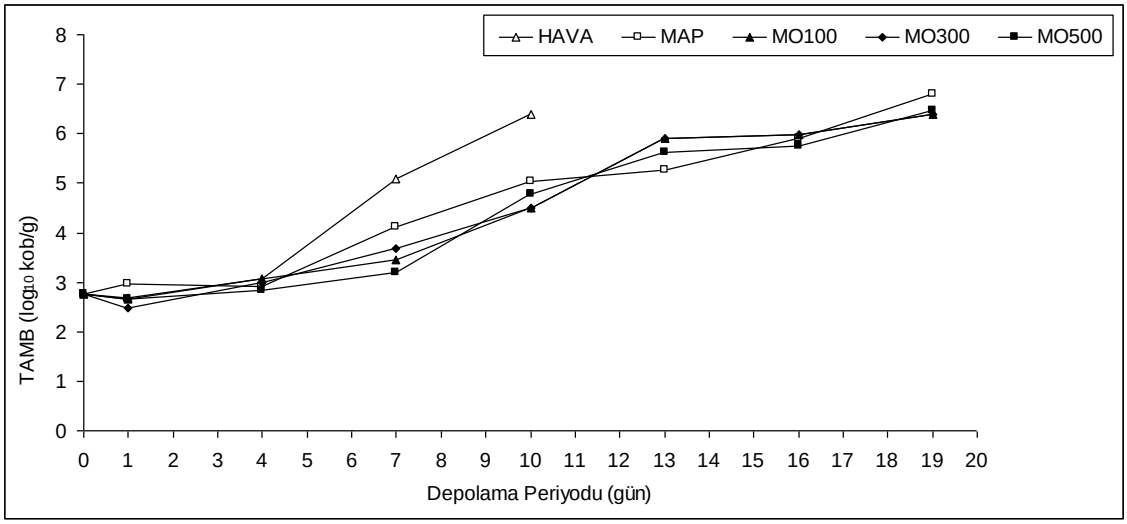


Şekil 4.3 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TAMB sayısındaki değişim

Çizelge 4.9 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TAMB sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.75 ± 0.11^{aA}	2.75 ± 0.11^{aA}	2.75 ± 0.11^{aA}	2.75 ± 0.11^{bA}	2.75 ± 0.11^{aA}
1	2.68 ± 0.01^{aB}	2.96 ± 0.01^{aC}	2.67 ± 0.01^{aB}	2.48 ± 0.01^{aA}	2.65 ± 0.05^{aB}
4	3.07 ± 0.09^{bB}	2.91 ± 0.09^{aAB}	3.07 ± 0.01^{bB}	3.00 ± 0.01^{cAB}	2.83 ± 0.12^{abA}
7	5.08 ± 0.09^{cC}	4.12 ± 0.03^{bB}	3.46 ± 0.14^{cA}	3.69 ± 0.01^{dAB}	3.19 ± 0.47^{bA}
10	6.40 ± 0.02^{dB}	5.04 ± 0.02^{cA}	4.49 ± 0.01^{dA}	4.59 ± 0.04^{eA}	4.79 ± 0.07^{cA}
13		5.26 ± 0.14^{dA}	5.90 ± 0.01^{eC}	5.28 ± 0.05^{fA}	5.62 ± 0.06^{dB}
16		5.90 ± 0.14^{eA}	5.98 ± 0.02^{eA}	5.96 ± 0.07^{gA}	5.76 ± 0.04^{dA}
19		6.81 ± 0.06^{fB}	6.38 ± 0.14^{fA}	6.29 ± 0.04^{hA}	6.46 ± 0.02^{eA}

*Ortalama±Standart sapma
a-h: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.4 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TAMB sayısındaki değişim

Tavuk but ve göğüs eti başlangıç toplam aerob mezofil bakteri ortalama değerleri sırasıyla 2.87 log_{10} kob/g ve 2.75 log_{10} kob/g olarak saptanmıştır. Ntzimani vd. (2010) Chouliara vd. (2007) ve Kondratowicz vd. (2006) tavuk göğüs etlerinde başlangıç TAMB sayılarının sırasıyla 3.6 log_{10} kob/g, 4.28 log_{10} kob/g ve 3.4 log_{10} kob/g olarak belirlemiştir. Başlangıç TAMB sayısının literatüre göre düşük olduğu görülmektedir. Çalışmada tavuk but etlerinde literatür verilerine kıyasla daha düşük olarak belirlenen TAMB sayısının but etlerinin derisiz olmasından, kesim işlemi sonrasında hava

soğutma sisteminin kullanılmasından ve işletmede ayrıma parçalama işlemlerinin personelin müdahalesi olmadan otomatik yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tavuk but etlerinde hava ile ambalajlanmış kontrol grubunun TAMB sayısı dikkate alındığında 10. günde 7.09 $\log_{10}$ kob/g'a ulaştığı görülmektedir. Modifiye atmosfer paketli ve oksijen tutucu kullanılan gruplarda ise bu değere ancak 19. günde ulaşılabildiği görülmektedir. Tavuk göğüs etinde hava ile ambalajlanmış kontrol grubu 10. günde 6.40 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşırken modifiye atmosfer paketli ve oksijen tutucu içeren örneklerin ancak 19 günde bu değere ulaşabildikleri görülmektedir. Tavuk but ve göğüs etlerinde 19. gün dikkate alındığında oksijen tutucu içeren örnek grupları ile modifiye atmosfer paketleme arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışmada tavuk but ve göğüs etinde oksijen tutucu ilave edilen gruplarda toplam aerob mezofil bakteri yükü modifiye atmosfer paketli gruba göre genel olarak 0.5 $\log_{10}$ kob/g daha düşük bulunmuştur. Oksijen tutucuların toplam aerob mezofil bakteri gelişimini baskıladığı saptanmıştır. Oksijen tutucuların hava kontrol grubuna göre raf ömrünü tavuk but ve göğüs etinde 9 gün uzattığı gözlemlenmiştir. Gerek but ve gerekse göğüs etlerinde oksijen tutucu kullanılan gruplar karşılaştırıldığında, TAMB sayısı üzerine farklı oksijen absoplama kapasitesine sahip oksijen tutucu kullanımının önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Kolsarıcı ve Candoğan (1995) vakum paketli tavuk but ve göğüs etlerinde potasyum sorbat ve laktik asitin muhafaza süresi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, tavuk but ve göğüs etlerinin başlangıç TAMB sayılarının sırasıyla 4.89 ve 5.53 $\log_{10}$ kob/g olduğunu ve depolamanın 3. gününde TAMB değerlerinin vakum paketli örneklerde tavuk but ve göğüs etlerinde 4.23 ve 5.33 $\log_{10}$ kob/g'a düştüğünü bildirmişlerdir. Jimenez vd. (1997) 4°C'de muhafaza edilen taze tavuk göğüs etlerinde bozulmaya neden olan mikroflora üzerine ambalaj yöntemlerinin etkisini araştırmışlardır. TAMB sayısında en hızlı artışın hava ile ambalajlanmış olan kontrol grubunda gözlemlendiği ve 4-5 günlük depolamadan sonra TAMB sayısının 8 $\log_{10}$ kob/g'a ulaştığını saptamışlardır. Aynı değere vakum paketli örneklerde 2-3 gün, %30CO_2/%70N_2 içeren MAP'lı örneklerde ise 4 gün sonra ulaşılmıştır. %70CO_2/%30N_2 içeren MAP'lı örneklerde ise 12-13 gün sonra 8 $\log_{10}$ kob/g değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Patsias vd. (2006) işlenmiş, hava ve MAP ile ambalajlanmış tavuk ürünlerinde toplam aerob

mezofil canlı sayısını başlangıçta 3.9 log_{10} kob/g olarak saptamışlardır. Hava ile ambalajlı örneklere kıyasla %30 CO_2 içeren MAP grubunun TAMB sayısı açısından bozulma sınırına 4 gün sonra, %60 ve %90 CO_2 içeren MAP gruplarının ise 8 gün sonra ulaştıklarını bildirmişlerdir. Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde toplam aerob mezofil canlı sayısınının başlangıçta bütün örneklerde 4.28 log_{10} kob/g olduğunu, %30CO_2/%70N_2 ve %70O_2/%30N_2 kullanılarak modifiye atmosferde paketlenen örneklerin hava ile ambalajlanmış örneklerden sırasıyla yaklaşık 1.3 ve 2.3 log birimlik daha düşük toplam bakteri sayısına sahip olduğunu saptamışlardır. Balamatsia vd. (2007) modifiye atmosfer paketlenmiş tavuk göğüs filetolarında toplam bakteri sayısını başlangıçta 4.9 log_{10} kob/g olarak saptamışlardır. Normal atmosferik hava ile ambalajlanmış tavuk örneklerinin bozulma sınırına 5. günde, vakum paketli örneklerde 7. günde, %30 CO_2 içeren MAP'lı örneklerin 11. günde, %65 karbondioksit içeren MAP'lı örneklerin ise 15. günde ulaştıklarını belirtmişlerdir. Kondratowicz vd. (2006) kontrollü atmosferde paketlenen (%95 N_2 ve %5 O_2) tavuk göğüs etlerinde ambalaj yönteminin duyusal ve mikrobiyolojik kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, başlangıçtaki toplam bakteri sayısını 3.4 log_{10} kob/g olarak belirtmişler ve kontrollü atmosferle ambalajlanan örneklerde mikrobiyolojik gelişimin kontrol grubuna göre yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Mexis vd. (2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında oksijen tutucu kullanılarak vakum ambalajlanan örneklerin toplam bakteri sayısı dikkate alındığında kontrol örneklerinden 3 gün daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Mohan vd. (2008) kedi balıklarının (*Pangasius sutchi*) soğuk muhafazasında oksijen tutucuların raf ömrüne etkilerini araştırmışlardır. Başlangıçta 3.28 log_{10} kob/g olarak belirlenen TAMB sayısının, depolama sonunda kontrol grubunda 9.34 log_{10} kob/g ve oksijen tutucu içeren örneklerde 7.02 log_{10} kob/g olduğunu saptamışlardır. Düşük sıcaklıklarda karbondioksitin çözünürlüğünün artmasıyla antimikrobiyal etkisinin arttığı ve dolayısıyla mikroorganizmaların lag fazının uzadığı bildirilmiştir (Arashisar vd. 2004).

4.4.2 *Pseudomonas* spp. sayısı

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen *Pseudomonas* spp. sayısı sırasıyla çizelge 4.10-4.11, şekil 4.5-4.6'da verilmiştir.

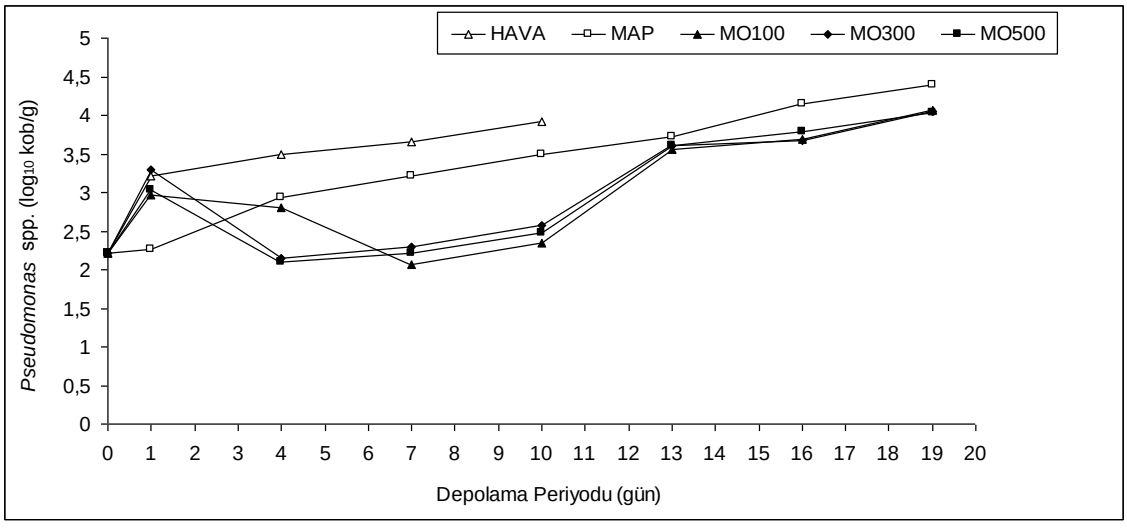
Çizelge 4.10 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.21 ± 0.03^{aA}	2.21 ± 0.03^{aA}	2.21 ± 0.03^{abA}	2.21 ± 0.03^{aA}	2.21 ± 0.03^{aA}
1	3.22 ± 0.04^{bB}	2.26 ± 0.27^{aA}	2.97 ± 0.09^{dB}	3.30 ± 0.15^{cB}	3.03 ± 0.04^{cB}
4	3.50 ± 0.07^{cC}	2.93 ± 0.03^{bB}	2.80 ± 0.08^{cB}	2.14 ± 0.09^{aA}	2.10 ± 0.14^{aA}
7	3.66 ± 0.02^{dD}	3.21 ± 0.03^{cC}	2.07 ± 0.04^{aA}	2.30 ± 0.05^{aB}	2.21 ± 0.07^{aB}
10	3.91 ± 0.02^{eD}	3.50 ± 0.06^{dC}	2.34 ± 0.09^{bA}	2.58 ± 0.05^{bB}	2.48 ± 0.04^{bAB}
13		3.72 ± 0.02^{dB}	3.55 ± 0.03^{eA}	3.60 ± 0.03^{dA}	3.60 ± 0.02^{dA}
16		4.14 ± 0.09^{eB}	3.69 ± 0.02^{eA}	3.68 ± 0.08^{dA}	3.79 ± 0.01^{eA}
19		4.39 ± 0.07^{eB}	4.07 ± 0.07^{fA}	4.05 ± 0.07^{eA}	4.03 ± 0.04^{fA}

*Ortalama±Standart sapma

a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.5 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişim

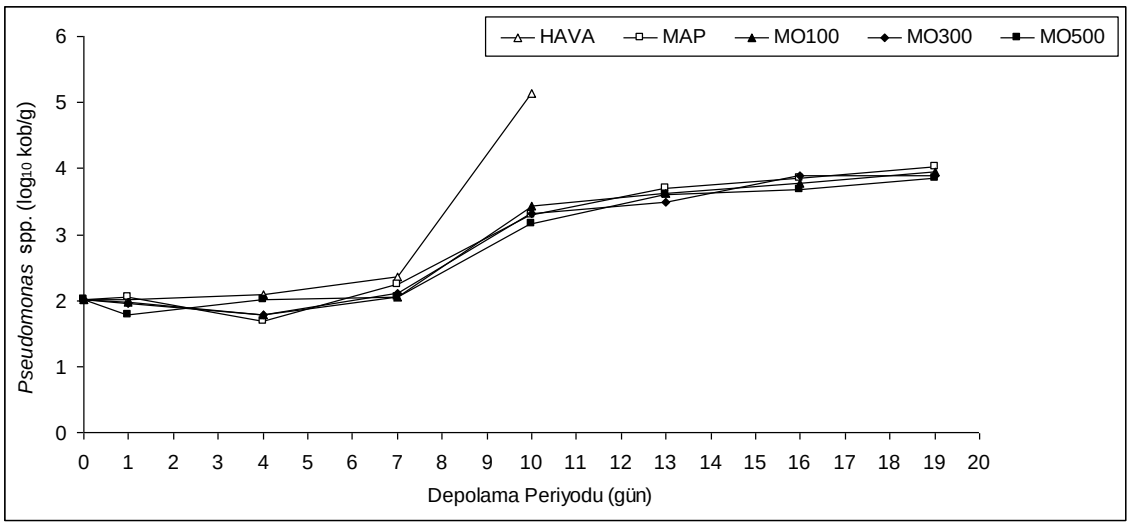
Çizelge 4.11 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{abA}	2.01 ± 0.01^{aA}
1	2.01 ± 0.01^{aA}	2.06 ± 0.09^{abA}	1.97 ± 0.03^{aA}	1.95 ± 0.01^{abA}	1.78 ± 0.31^{aA}
4	2.08 ± 0.01^{bA}	1.95 ± 0.36^{aA}	1.78 ± 0.31^{aA}	1.78 ± 0.31^{aA}	2.01 ± 0.01^{aA}
7	2.36 ± 0.03^{cB}	2.24 ± 0.04^{bAB}	2.05 ± 0.07^{aA}	2.10 ± 0.04^{bA}	2.05 ± 0.14^{aA}
10	5.14 ± 0.02^{dB}	3.29 ± 0.21^{cA}	3.43 ± 0.02^{bA}	3.31 ± 0.07^{cA}	3.17 ± 0.09^{bA}
13		3.70 ± 0.08^{dB}	3.62 ± 0.08^{bcAB}	3.48 ± 0.04^{cA}	3.60 ± 0.05^{cAB}
16		3.85 ± 0.01^{deAB}	3.78 ± 0.02^{cdAB}	3.89 ± 0.11^{dB}	3.69 ± 0.02^{cA}
19		4.03 ± 0.02^{eC}	3.95 ± 0.01^{dB}	3.90 ± 0.01^{dAB}	3.85 ± 0.01^{cA}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.6 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin *Pseudomonas* spp. sayısındaki değişim

Tavuk but etlerinde 2.21 log_{10} kob/g olarak belirlenen *Pseudomonas* spp. sayısı 1. günde MAP grubu hariç tüm örneklerde önemli ölçüde artış göstermiştir ($p<0.05$). 4. günden sonraki periyotlarda ise oksijen tutucu kullanarak ambalajlanan but etlerinin *Pseudomonas* spp. sayıları gerek hava ve gerekse MAP gruplarından önemli ölçüde ($p<0.05$) düşük bulunmuştur. Gram-negatif, hareketli, aerobik özellikte olan

Pseudomonas spp. et ve ürünlerinde soğukta ve aerobik koşullar altında çok iyi gelişebilmektedir (Franzetti ve Scarpellini 2007). *Pseudomonas* spp. karbondioksite duyarlıdır ve aerobik koşullarda ette bozulmaya neden olan temel mikroorganizmalardır. Normal atmosferik koşullar ile karşılaştırıldığında CO_2 açısından zengin olan (%30-%70 CO_2) MAP koşullarının *Pseudomonas* spp. gelişimini baskıladığı belirtilmektedir (Jimenez vd. 1997, Jimenez vd. 1999, Chouliara vd. 2007). Aynı zamanda oksijen tutucu kullanımının da *Pseudomonas* spp. gelişimini baskıladığı bildirilmektedir (Mercier vd. 2001). Depolamanın bazı periyotlarında oksijen tutucu kullanımının Hava ve MAP gruplarına kıyasla *Pseudomonas* spp. sayılarında sırasıyla yaklaşık 1.5 ile 1.0 log birimlik azalma sağladığı gözlenmiştir. Genel olarak oksijen absorbsiyon kapasitesindeki farklılığın *Pseudomonas* spp. sayısı üzerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır.

Tavuk göğüs etlerinde ise başlangıçta 2.01 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenen *Pseudomonas* spp. sayısı depolama süresince tüm gruplarda önemli ölçüde artış göstererek hava grubunda 10. günde 5.14 $\log_{10}$ kob/g, MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise depolamanın 19. gününde sırasıyla 4.03, 3.95, 3.90 ve 3.85 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşmıştır. Depolamanın 10. gününde *Pseudomonas* spp. sayısında Hava grubuna kıyasla MAP grubunda 1.85 log birimi, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise sırasıyla 1.71, 1.83 ve 1.97 log birimi azalma olduğu gözlenmiştir. Tavuk but etlerinin aksine, oksijen tutucu kullanılan grupların göğüs etlerinin *Pseudomonas* spp. sayıları üzerine MAP grubuyla kıyaslandığında önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır.

Jimenez vd. (1997) 4°C'de muhafaza edilen taze tavuk göğüs etlerinde *Pseudomonas* spp. sayısının MAP uygulamasıyla önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Karbondioksit oranı %20'nin üzerinde olduğunda genel aerob mikrofloranın baskılandığı bildirilmektedir. Patsias vd. (2006) ön pişirme işlemine tabi tutularak soğutulan kaplamalı göğüs eti ürünlerinde MAP'ın etkisini araştırdıkları çalışmada, 20 günlük depolama sonunda *Pseudomonas* spp. sayısı hava ambalajlı örneklerde 5.5-6.2 $\log_{10}$ kob/g iken, MAP uygulanan örneklerde <2 $\log_{10}$ kob/g olarak saptanmıştır. Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etinde başlangıçta 3.38 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenen *Pseudomonas* spp. sayısında depolamanın 9. günü itibariyle

%30 CO_2 içeren MAP'da 1.1 log birimlik, %70 CO_2 içeren MAP'da ise 2.1 log birimlik azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Balamatsia vd. (2007) modifiye atmosfer paketlenmiş tavuk filetolarında başlangıçta 4.2 log_{10} kob/g olan *Pseudomonas* spp. sayısının (hava ile ambalajlanmış kontrol örneklerinde) 7-11. günde 7 log_{10} kob/g'a ulaştığı ve 15 günlük %30CO_2/%65N_2/%5O_2 ve %65CO_2/%30N_2/%5O_2 MAP uygulanan örneklerde bu değere ulaşılamadığını belirtmişlerdir. MAP uygulanmış örnekler soğuk depolama boyunca en düşük Pseudomonas yüküne sahip olmuştur. Mexis vd. (2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında *Pseudomonas* spp. sayısını başlangıçta <2 log_{10} kob/g olduğunu ve oksijen tutucuların *Pseudomonas* spp. gelişimini önemli ölçüde baskıladığını ve 5. günde oksijen tutucu içeren örneklerde başlangıç sayısına göre 1.9 log birimlik bir azalma gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

4.4.3 Toplam koliform bakteriler

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen toplam koliform bakteri sayısı sırasıyla çizelge 4.12-4.13, şekil 4.7-4.8'de verilmiştir.

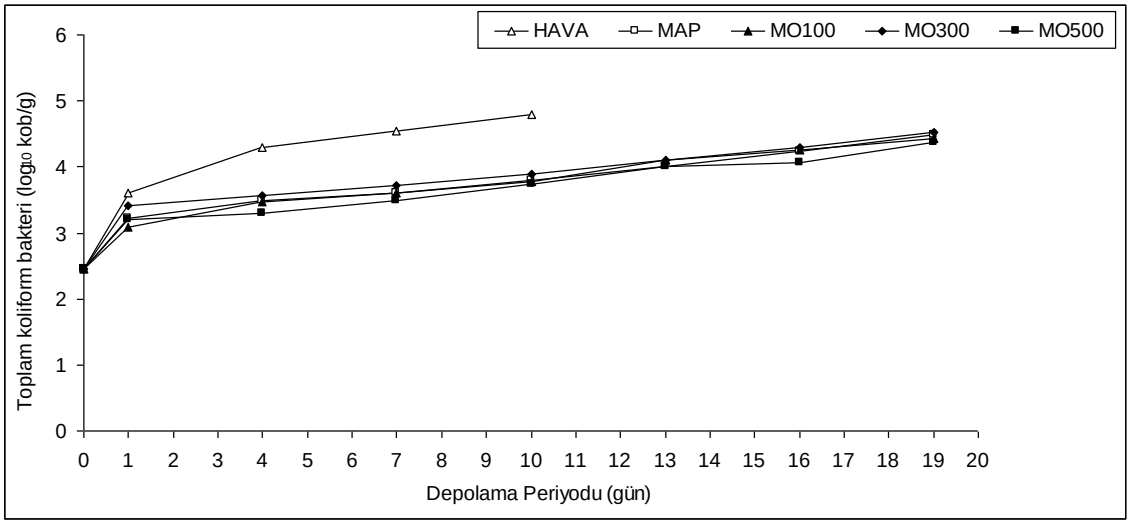
Çizelge 4.12 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin toplam koliform bakteri sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.46 ± 0.01^{aA}	2.46 ± 0.01^{aA}	2.46 ± 0.01^{aA}	2.46 ± 0.01^{aA}	2.46 ± 0.01^{aA}
1	3.60 ± 0.10^{bC}	3.22 ± 0.08^{bAB}	3.08 ± 0.11^{bA}	3.41 ± 0.03^{bBC}	3.21 ± 0.07^{bAB}
4	4.30 ± 0.02^{cC}	3.49 ± 0.05^{cB}	3.47 ± 0.08^{cAB}	3.57 ± 0.07^{cB}	3.30 ± 0.08^{bA}
7	4.54 ± 0.05^{dC}	3.60 ± 0.02^{cAB}	3.61 ± 0.06^{cAB}	3.71 ± 0.04^{dB}	3.49 ± 0.07^{cA}
10	4.80 ± 0.04^{eB}	3.80 ± 0.09^{dA}	3.78 ± 0.05^{dA}	3.90 ± 0.02^{eA}	3.73 ± 0.06^{dA}
13		4.01 ± 0.01^{eA}	4.11 ± 0.06^{eA}	4.10 ± 0.08^{fA}	4.00 ± 0.05^{eA}
16		4.23 ± 0.03^{fAB}	4.26 ± 0.02^{eB}	4.30 ± 0.05^{gB}	4.07 ± 0.09^{eA}
19		4.49 ± 0.05^{gA}	4.43 ± 0.04^{fA}	4.52 ± 0.04^{hA}	4.38 ± 0.09^{fA}

*Ortalama±Standart sapma

a-h: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.7 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin toplam koliform bakteri sayısındaki değişim

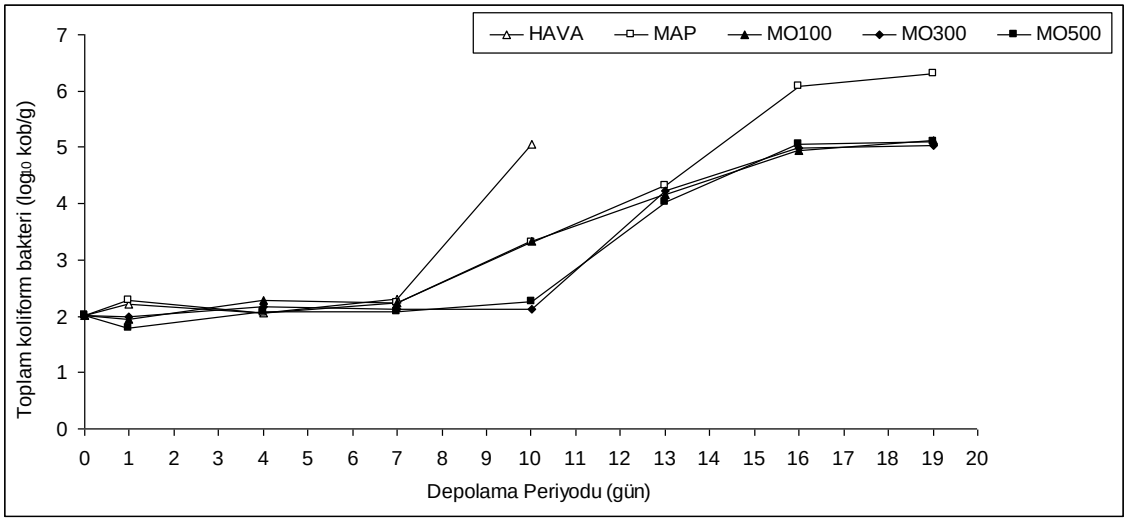
Çizelge 4.13 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin toplam koliform bakteri sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
0	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{abA}	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.01^{abA}
1	2.21 ± 0.01^{aAB}	2.29 ± 0.01^{bB}	1.95 ± 0.21^{aAB}	1.99 ± 0.06^{aAB}	1.80 ± 0.33^{aA}
4	2.05 ± 0.19^{aA}	2.05 ± 0.01^{aA}	2.29 ± 0.04^{cA}	2.17 ± 0.14^{aA}	2.07 ± 0.01^{abA}
7	2.31 ± 0.07^{aA}	2.24 ± 0.04^{bA}	2.24 ± 0.07^{bcA}	2.13 ± 0.18^{aA}	2.08 ± 0.01^{abA}
10	5.05 ± 0.12^{bC}	3.31 ± 0.04^{cB}	3.34 ± 0.14^{dB}	2.12 ± 0.16^{aA}	2.26 ± 0.14^{bA}
13		4.31 ± 0.07^{dB}	4.15 ± 0.12^{eAB}	4.23 ± 0.06^{bAB}	4.02 ± 0.02^{cA}
16		6.09 ± 0.07^{eC}	4.95 ± 0.01^{fA}	4.98 ± 0.02^{cAB}	5.06 ± 0.01^{dB}
19		6.31 ± 0.07^{fB}	5.13 ± 0.08^{fA}	5.03 ± 0.10^{cA}	5.10 ± 0.01^{dA}

*Ortalama±Standart sapma

a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.8 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin toplam koliform bakteri sayısındaki değişim

Tavuk but etlerinde başlangıçta toplam koliform bakteri sayısı 2.46 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Bu değer soğuk depolama süresince tüm gruplarda önemli ölçüde artış göstererek ($p<0.05$) Hava grubunda 10. günde 4.80 $\log_{10}$ kob/g, MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise 19. günde sırasıyla 4.49, 4.43, 4.52 ve 4.38 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşmıştır. MAP ve oksijen tutucu uygulanmış gruplarda Hava grubuna göre 10. günde toplam koliform bakteri sayısının yaklaşık 1.0 log birimlik daha düşük olduğu gözlenmiştir. Oksijen tutucu uygulamasının but etlerinde koliform bakteri sayısı üzerine MAP grubuna göre önemli bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Tavuk göğüs etlerinde ise başlangıçta 2.01 $\log_{10}$ kob/g olan toplam koliform bakteri sayısı but etlerinde olduğu gibi soğuk depolama süresince bütün gruplarda önemli düzeyde artmış, Hava grubunda 10. günde 5.05 $\log_{10}$ kob/g, MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise 19. günde sırasıyla 6.31, 5.13, 5.03 ve 5.10 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 10. günü itibariyle toplam koliform bakteri sayısında MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarının Hava grubuna göre sırasıyla 1.74, 1.71, 2.93 ve 2.79 log birimlik azalma saptanmıştır. MAP'a göre genellikle oksijen tutucu kullanımı ile depolamanın son periyotlarında daha düşük toplam koliform bakteri sayısı gözlendiği tespit edilmiştir.

Koliformlar, gram negatif, fakültatif anaerob, çubukçuk formunda bakteriler olup, dışkıda bulunmaktadırlar (Hamdan vd. 2008). Hijyen belirteci olarak değerlendirilmektedir (Chouliara vd. 2007). Çiğ ve işlem görmüş et ürünlerinde de en fazla *Enterobacteriaceae* grubu bakteriler kontaminasyona neden olmaktadır. Bu grup içerisinde de *Salmonella, E.coli, Proteus* ve *Klebsiella* türleri et ve ürünlerinde bulunan ve gıda zehirlenmelerine neden olan predominant türlerdir (Al-Mutairi 2011). Normal atmosfer koşullarına kıyasla MAP uygulamaları sonucunda daha yavaş bir gelişim göstermektedirler (Chouliara vd. 2007).

Kolsarıcı ve Candoğan (1995) vakum paketli tavuk but ve göğüs etlerinde potasyum sorbat ve laktik asitin muhafaza süresi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, tavuk but ve göğüs etleri başlangıç koliform bakteri sayılarını sırasıyla yaklaşık 2.5 ve 3.5 $\log_{10}$ kob/g, depolamanın 18. gününde de 6 $\log_{10}$ kob/g olarak saptamışlardır. Smolander vd. (2004) modifiye atmosferde paketlenmiş tavuk eti parçalarında farklı sıcaklıklarda depolanmanın mikrobiyal kalite üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada başlangıç koliform sayısını 2 $\log_{10}$ kob/g olarak belirlemişlerdir. 12 günlük depolama sonunda bu değerin yaklaşık 4.8 $\log_{10}$ kob/g civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Jimenez vd. (1997) 4°C'de muhafaza edilen taze tavuk göğüs etlerinde *Enterobacteriaceae* sayısının vakum paketli örneklerde, hava ve modifiye atmosfer ile ambalajlanmış örneklerden daha yüksek sayıda olduğunu belirtmişlerdir. *Enterobacteriaceae* sayısının, yüksek karbondioksit oranına sahip olan MAP'lı örneklerde diğer gruplara göre artış gösterdiği belirtilmiştir. Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde başlangıçta 2.28 $\log_{10}$ kob/g olan *Enterobacteriaceae* sayısının hava ile ambalajlanmış örneklerde 12. günde 7.51 $\log_{10}$ kob/g, %30 CO_2 içeren MAP örneklerde 15. günde 7.02 $\log_{10}$ kob/g ve 70 CO_2 içeren MAP'lı örneklerde ise 15. günde 6,71 $\log_{10}$ kob/g değerine ulaştığı belirtilmiştir. Arashisar vd. (2004) gökkuşağı alabalıklarında muhafazanın 8. gününde %100 ve %90 karbondioksit içeren örneklerde $1x10^4$ kob/g'ın altında olduğu, 6. günde kontrol ve vakum paketli örneklerde 10^5-10^6 kob/g'a ulaştığı belirtilmektedir. %100 karbondioksit içeren örneklerde *Enterobacteriaceae* sayısı %90 ve %40 karbondioksit içeren örneklere göre sırasıyla 0.5 ve 1.5 log birimlik daha az olduğu belirtilmektedir.

Oksijen tutucu kullanımının alabalık filetolarının mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise (Mexis vd. 2009), hava ile ambalajlanmış örneklere kıyasla oksijen tutucu uygulanan örneklerde *Enterobacteriaceae* sayısının yaklaşık 2.9 log birimlik daha düşük olduğu bildirilmiştir.

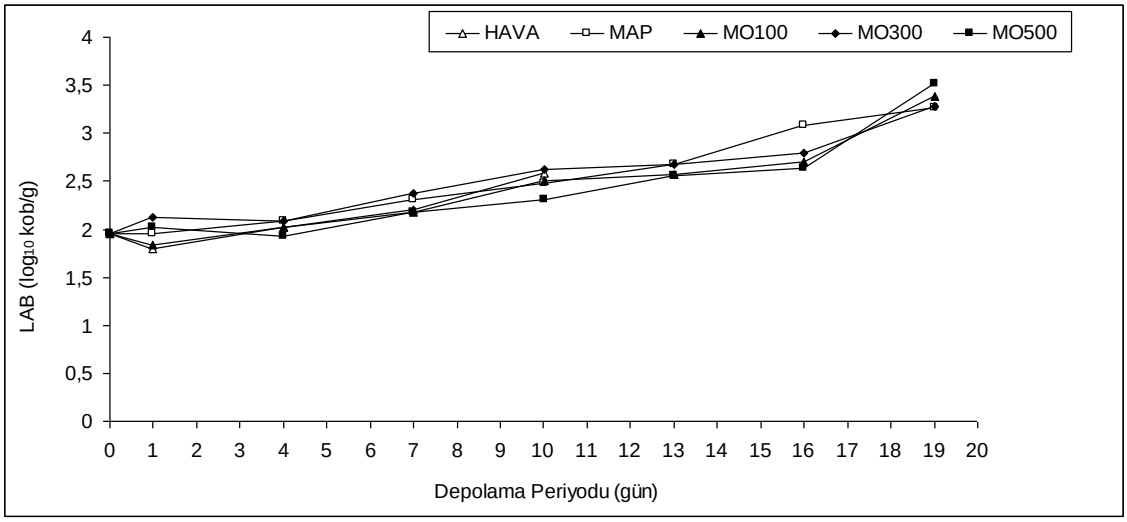
4.4.4 Laktik asit bakterileri

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen laktik asit bakteri (LAB) sayısı sırasıyla çizelge 4.14-4.15, şekil 4.9-4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.14 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin LAB sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
0	1.96 ± 0.14^{abA}	1.96 ± 0.14^{aA}	1.96 ± 0.14^{abA}	1.96 ± 0.14^{aA}	1.96 ± 0.14^{aA}
1	1.80 ± 0.21^{aA}	1.96 ± 0.14^{aA}	1.84 ± 0.15^{aA}	2.13 ± 0.08^{aA}	2.02 ± 0.10^{abA}
4	2.02 ± 0.02^{abA}	2.08 ± 0.06^{aA}	2.02 ± 0.02^{abA}	2.08 ± 0.06^{aA}	1.93 ± 0.09^{aA}
7	2.20 ± 0.05^{bA}	2.31 ± 0.04^{bA}	2.18 ± 0.11^{bA}	2.37 ± 0.04^{bA}	2.18 ± 0.07^{bcA}
10	2.58 ± 0.05^{cB}	2.48 ± 0.01^{bcAB}	2.50 ± 0.07^{cB}	2.62 ± 0.12^{cB}	2.31 ± 0.04^{cA}
13		2.67 ± 0.02^{cA}	2.57 ± 0.02^{cA}	2.68 ± 0.08^{cA}	2.56 ± 0.03^{dA}
16		3.08 ± 0.06^{dC}	2.70 ± 0.01^{cAB}	2.80 ± 0.02^{cB}	2.64 ± 0.04^{dA}
19		3.27 ± 0.09^{dA}	3.38 ± 0.03^{dAB}	3.28 ± 0.01^{dA}	3.51 ± 0.02^{eB}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.9 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin LAB sayısındaki değişim

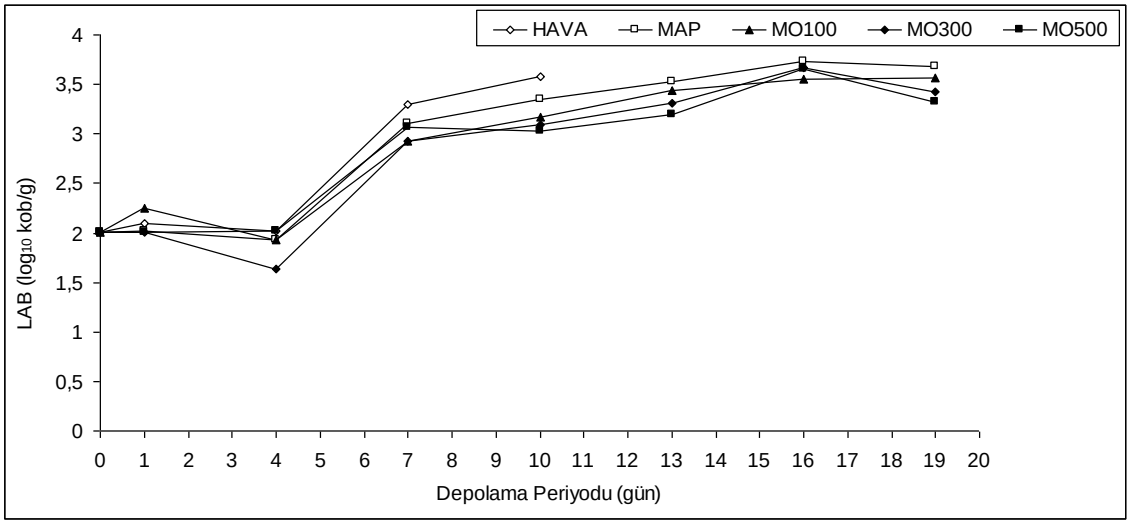
Çizelge 4.15 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin LAB sayısı (log_{10} kob/g)*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
0	2.01 ± 0.02^{aA}	2.01 ± 0.02^{aA}	2.01 ± 0.02^{aA}	2.01 ± 0.02^{aA}	2.01 ± 0.02^{aA}
1	2.10 ± 0.01^{bA}	2.02 ± 0.03^{aA}	2.25 ± 0.21^{bA}	2.01 ± 0.01^{aA}	2.01 ± 0.02^{aA}
4	2.02 ± 0.03^{aA}	1.93 ± 0.19^{aA}	1.93 ± 0.09^{aA}	1.63 ± 0.52^{aA}	2.02 ± 0.03^{aA}
7	3.30 ± 0.02^{cB}	3.11 ± 0.06^{bAB}	2.93 ± 0.09^{cA}	2.93 ± 0.09^{bA}	3.07 ± 0.04^{bA}
10	3.58 ± 0.03^{dD}	3.35 ± 0.01^{cC}	3.17 ± 0.09^{dB}	3.09 ± 0.02^{bcAB}	3.03 ± 0.04^{bA}
13		3.53 ± 0.04^{dC}	3.44 ± 0.02^{eBC}	3.31 ± 0.07^{bcdAB}	3.19 ± 0.07^{cA}
16		3.73 ± 0.04^{eB}	3.55 ± 0.02^{eA}	3.67 ± 0.09^{dAB}	3.66 ± 0.02^{eAB}
19		3.68 ± 0.04^{deD}	3.56 ± 0.02^{eC}	3.43 ± 0.01^{cdB}	3.32 ± 0.02^{dA}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.10 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin LAB sayısındaki değişim

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, tavuk but ve göğüs etlerinde depolamanın başlangıcında LAB sayılarının sırasıyla 1.96 $\log_{10}$ kob/g ve 2.01 $\log_{10}$ kob/g olduğu saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda başlangıç LAB sayısı, Smonlander vd. (2004) tarafından tavuk eti parçalarında 2.8 ile 3.7 $\log_{10}$ kob/g, Patsias vd. (2006) tarafından tavuk göğüs filetolarında 2.7 $\log_{10}$ kob/g, Chouliara vd. (2007) tarafından taze tavuk göğüs etinde 3.6 log $\log_{10}$ kob/g ve Ntzimani vd. (2010) tarafından tavuk göğüs filetosunda 1.0 $\log_{10}$ kob/g olarak bildirilmiştir. Araştırmacıların buldukları değerler bizim çalışmamızdaki değerler ile genel olarak benzerlik göstermektedir.

Genel olarak gerek but ve gerek göğüs etlerinde LAB sayısı depolama süresince bütün gruplarda önemli ölçüde artış göstermiştir. MAP ve oksijen tutucu kullanımının LAB sayısı üzerine tavuk but etinde çok önemli bir etkisi görülmemektedir. Tavuk göğüs etlerinde 10. günde Hava grubunun LAB sayısının diğer gruplardan önemli ölçüde yüksek ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Tavuk göğüs etlerinde 10. günden itibaren oksijen tutucu kullanılan gruplar MAP grubundan daha düşük LAB sayısına sahip oldukları ve grupar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$) gözlenmiştir.

Kolsarıcı ve Candoğan (1995) vakum paketli tavuk but ve göğüs etlerinde potasyum sorbat ve laktik asitin muhafaza süresi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, LAB başlangıç sayılarının tavuk but ve göğüs etlerinde yaklaşık 3 $\log_{10}$ kob/g olduğunu ve

vakum paketli örneklerde depolamanın 18. gününde LAB sayılarının but ve göğüs etlerinde 5 $\log_{10}$ kob/g'ın altında olduğunu bildirmişlerdir.

LAB fakültatif anaerobik bakterilerdir ve aerobik ve anaerobik koşullarda gelişebilmektedirler (Mercier vd. 2001, Chouliara vd. 2007). Ancak MAP uygulaması ve oksijen tutucu kullanımının laktobasillerin gelişimini baskıladığı belirtilmektedir (Jimenez vd. 1999, Mercier vd. 2001). Muhafazanın başlarında tavuk göğüs etlerinde LAB sayısında meydana gelen azalma, yarışmacı diğer türlerin daha hızlı gelişmesine bağlıdır (Jimenez vd. 1997).

Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde başlangıçta 3.66 $\log_{10}$ kob/g olan LAB sayısının, hava ile ambalajlanmış örneklerde 9. günde 7.02 $\log_{10}$ kob/g'a, %30 ve %70 CO_2 içeren MAP uygulanmış örneklerde 15. günde sırasıyla 7.17 $\log_{10}$ kob/g'a ve 6.89 $\log_{10}$ kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Venturini vd. (2006) karbondioksit atmosferi altında ambalajlanan taze sığır bifteklerinin muhafaza süresinde oksijen oranının azaltılması ve karbondioksit oranının yüksek olması sonucunda laktik asit bakterilerinin dominant florayı oluşturduğunu belirtmişlerdir. Balamatsia vd. (2007) modifiye atmosferde paketlenmiş tavuk göğüs filetolarında laktik asit bakterilerinin başlangıçta 3.9 $\log_{10}$ kob/g olduğunu ve 7 $\log_{10}$ kob/g değerine hava ile ambalajlanmış örneklerde 5. günde, vakum paketli örneklerde 12. günde ulaşılmasına rağmen, MAP uygulanan örneklerde ise depolamanın sonu olan 15. günde dahi bu değere ulaşılamadığını bildirmişlerdir. MAP'la birlikte oksijen tutucu kullanımının etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise (Mexis vd., 2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında başlangıçta 2.2 $\log_{10}$ kob/g olan LAB sayısının, hava ile ambalajlı örneklerde 5. günde 6.0 $\log_{10}$ kob/g olduğunu ve oksijen tutucu uygulamasının LAB sayısında yaklaşık 2.3 log azalma sağladığını belirtmişlerdir.

4.4.5 *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus aureus*

Çalışmada gerek ham maddede ve gerekse depolama periyotları süresince tavuk but ve göğüs etlerinde hiçbir grupta *Salmonella* spp. saptanmamış olup, *Staphylococcus aureus* ise yine tüm örneklerde saptanma sınırının (<2.0 $\log_{10}$ kob/g) altında bulunmuştur.

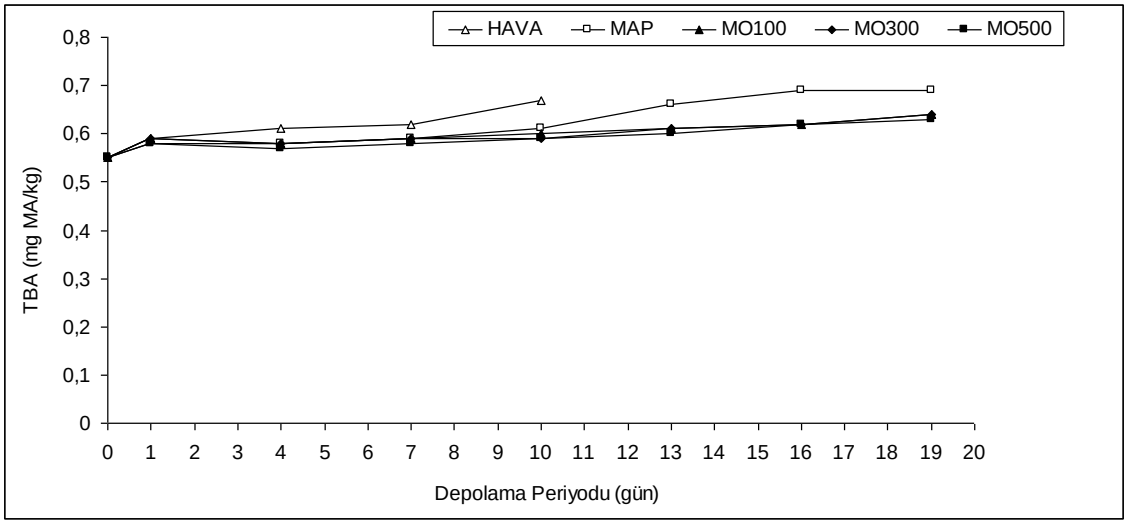
4.5 Tiyobarbiturik Asit (TBA) değeri

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen TBA değerleri sırasıyla çizelge 4.16-4.17, şekil 4.11-4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TBA değerleri (mg MA/kg)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.55 ± 0.01^{aA}	0.55 ± 0.01^{aA}	0.55 ± 0.01^{aA}	0.55 ± 0.01^{aA}	0.55 ± 0.01^{aA}
1	0.59 ± 0.01^{bAB}	0.58 ± 0.01^{bAB}	0.59 ± 0.01^{bcB}	0.59 ± 0.01^{bAB}	0.58 ± 0.01^{cA}
4	0.61 ± 0.01^{cC}	0.58 ± 0.01^{bB}	0.58 ± 0.01^{bB}	0.58 ± 0.01^{bB}	0.57 ± 0.01^{bA}
7	0.62 ± 0.01^{cB}	0.59 ± 0.01^{bA}	0.59 ± 0.01^{bcA}	0.59 ± 0.01^{bA}	0.58 ± 0.01^{cA}
10	0.67 ± 0.01^{dC}	0.61 ± 0.01^{cB}	0.60 ± 0.01^{cA}	0.59 ± 0.01^{bA}	0.59 ± 0.01^{cA}
13		0.66 ± 0.01^{dC}	0.61 ± 0.01^{dB}	0.61 ± 0.01^{cAB}	0.60 ± 0.01^{dA}
16		0.69 ± 0.01^{eB}	0.62 ± 0.01^{dA}	0.62 ± 0.01^{dA}	0.62 ± 0.01^{eA}
19		0.69 ± 0.01^{eB}	0.64 ± 0.01^{eA}	0.64 ± 0.01^{eA}	0.63 ± 0.01^{fA}

*Ortalama±Standart sapma
a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

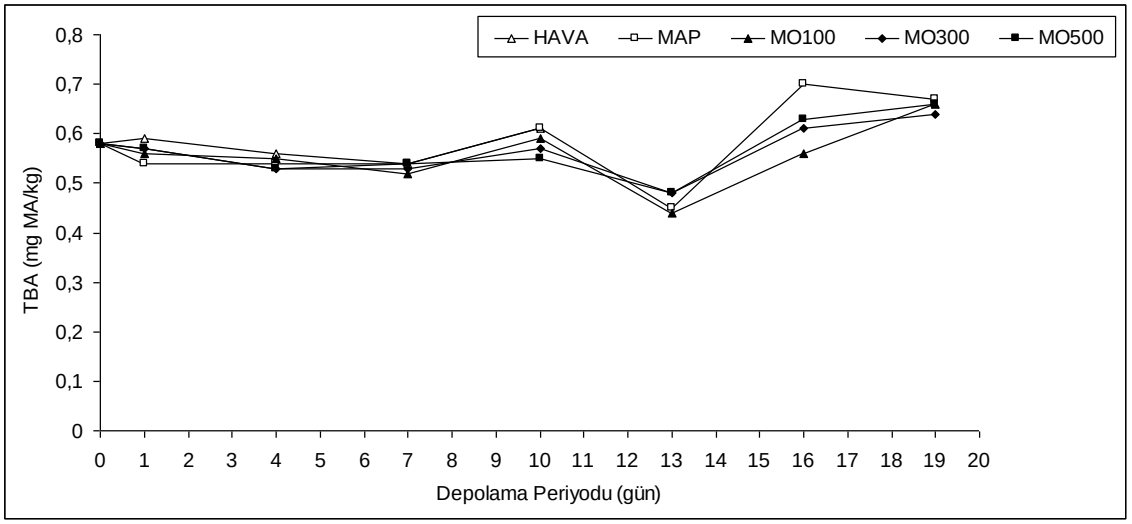


Şekil 4.11 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TBA değerlerindeki değişim

Çizelge 4.17 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TBA değerleri (mg MA/kg)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.58 ± 0.01^{bA}	0.58 ± 0.01^{cA}	0.58 ± 0.01^{dA}	0.58 ± 0.01^{cA}	0.58 ± 0.01^{fA}
1	0.59 ± 0.01^{bD}	0.54 ± 0.01^{bA}	0.56 ± 0.01^{cB}	0.57 ± 0.01^{cC}	0.57 ± 0.01^{eBC}
4	0.56 ± 0.01^{aB}	0.54 ± 0.01^{bB}	0.55 ± 0.01^{cB}	0.53 ± 0.01^{bA}	0.53 ± 0.01^{bA}
7	0.54 ± 0.01^{aC}	0.54 ± 0.01^{bBC}	0.52 ± 0.01^{bA}	0.53 ± 0.01^{bB}	0.54 ± 0.01^{cBC}
10	0.61 ± 0.01^{cD}	0.61 ± 0.01^{dD}	0.59 ± 0.01^{dC}	0.57 ± 0.01^{cB}	0.55 ± 0.01^{dA}
13		0.45 ± 0.01^{aA}	0.44 ± 0.01^{aA}	0.48 ± 0.01^{aB}	0.48 ± 0.01^{aB}
16		0.70 ± 0.02^{fC}	0.56 ± 0.01^{cA}	0.61 ± 0.01^{dB}	0.63 ± 0.01^{gB}
19		0.67 ± 0.01^{eB}	0.66 ± 0.01^{eB}	0.64 ± 0.01^{eA}	0.66 ± 0.01^{hAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-h: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.12 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TBA değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs etlerinin başlangıç TBA değerleri sırasıyla 0.55 mg MA/kg örnek ve 0.58 mg MA/kg örnek olarak bulunmuştur. TBA değeri gerek but ve gerekse göğüs etlerinde tüm gruplarda depolama süresince önemli ölçüde artış göstermiş ancak, 19 günlük depolama süresince Nam ve Ahn (2002) tarafından bildirilen taze etler için tüketicinin ransiditeyi duyusal olarak belirlediği 1 mg MA/kg değerini aşmadığı gözlenmiştir. Lipit oksidasyonunun düşük olması da muhtemelen düşük oksijen konsantrasyonuna bağlı olarak düşük redoks potansiyelinden kaynaklanmaktadır (Jeun

Horng vd. 2002). Tavuk but etlerinde 4. günden itibaren hava grubunun diğer gruplardan önemli ölçüde yüksek TBA değerine sahip olduğu saptanmıştır. Oksijen tutucu uygulamasının ise 10. günden itibaren MAP grubuna göre TBA değerini azalttığı ($p<0.05$) belirlenmiştir. Tavuk göğüs etlerinde ise MO100, MO300 ve MO500 grupları MAP grubuna göre 10. ve 16. günlerde daha düşük TBA değerine sahip olmuştur. Oksijen tutucuların absorbsiyon kapasitelerindeki farklılığın TBA değeri üzerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı görülmektedir.

Martinez vd. (2006) modifiye atmosfer paketli domuz sosislerinde depolama süresinin artmasıyla bütün örneklerde MA değerinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak yüksek konsantrasyonda oksijen içeren örneklerde MA değeri ve artış hızının diğer örneklere göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Kolsarıcı ve Candoğan (1995) vakum paketli tavuk but ve göğüs etlerinde potasyum sorbat ve laktik asitin muhafaza süresi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, vakum paketli örneklerin 18. günde TBA değerlerini but ve göğüs etlerinde sırasıyla yaklaşık 0.7 ve 0.6 mg MA/kg olarak saptamışlardır. But etlerinin göğüs etlerine kıyasla daha fazla yağ içermesinden dolayı TBA değerlerinin göğüs etlerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Soyer vd. (2010) tavuk but ve göğüs etlerinde dondurma sıcaklığı ve donmuş muhafaza süresinin lipit ve protein oksidasyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, TBA değerinin 6 aylık depolama süresince but ve göğüs etlerinde sırasıyla 0.33'den 0.97 mg MA/kg ve 0.30'dan 0.76 mg MA/kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir.

Patsias vd. (2006) hava ve farklı konsantrasyonlarda CO_2/N_2 ile modifiye atmosferde paketlenen işlenmiş tavuk ürünlerinde TBA değerinin soğuk depolamanın hava ile ambalajlanmış örneklerde 20 günlük depolama esnasında, 8. günden sonra artış gösterdiğini, MAP'lı gruplarda ise TBA değerinde önemli bir artış olmadığını saptamışlardır. Chouliara vd. (2007) 4°C'de muhafaza edilen modifiye atmosfer paketlemenin etkisini inceledikleri çalışmalarında TBA değerinin hava ve $\%30CO_2/\%70\ N_2$ içeren MAP ile ambalajlanan gruplarda 6. güne, $\%70CO_2/\%30N_2$ içeren MAP ile ambalajlanan gruplarda ise 9. güne kadar artış gösterip sonra azaldığını

bildirmişlerdir. Lund vd. (2007) soğuk muhafaza esnasında sığır eti patilerinde protein ve lipit oksidasyonu üzerine MAP ve antioksidanların kombine etkilerini belirledikleri çalışmada, MAP'da %100 N_2 veya %80O_2/%20N_2 gazlarını kullanmışlar, muhafazanın ilk gününden sonra ambalaj atmosferindeki oksijenin lipit oksidasyonunu artırdığını ve %100N_2 içeren örneklerin O_2 oranı fazla olan örneklere göre daha düşük TBA değeri gösterdiğini saptamışlardır. Mohan vd. (2008) soğukta muhafaza edilen kedi balıklarında (*Pangasius sutchi*) hava ile ambalajlanmış örneklerde TBA değerinin oksijen tutucu içeren örneklerden yüksek olduğunu, bunun da oksijen tutucu içeren örneklerde oksijen seviyesinin kontrol grubuna göre düşük olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Depolamanın 8. gününde kontrol grubunda 1 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değerinin oksijen tutucu içeren örneklerde 1 mg MA/kg'dan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Zakrys vd. (2008) modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanmış sığır etlerinde zamanla örneklerin oksidatif stabilitesinin azaldığını, oksijen oranının arttıkça mg MA/kg oranının arttığını belirtmişlerdir. Sonuçta oksijen oranının artmasıyla renk stabilitesinin azaldığını ve lipit oksidasyonunun arttığını belirtmişlerdir. Mexis vd. (2009) 4°C'de muhafaza edilen alabalık filetolarında başlangıçta 9.6 mg MA/kg olarak belirlenen TBA değerinin kontrol grubunda belirgin bir şekilde artış gösterdiğini ancak, oksijen tutucu içeren örneklerde TBA değerinde meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını saptamışlardır.

4.6 Hekzanal içeriği

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen hekzanal içerikleri sırasıyla çizelge 4.18-4.19 ile şekil 4.13-4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Soğuk muhafaza süresince tavuk but etlerinin hekzanal içerikleri (log pik alanı)*

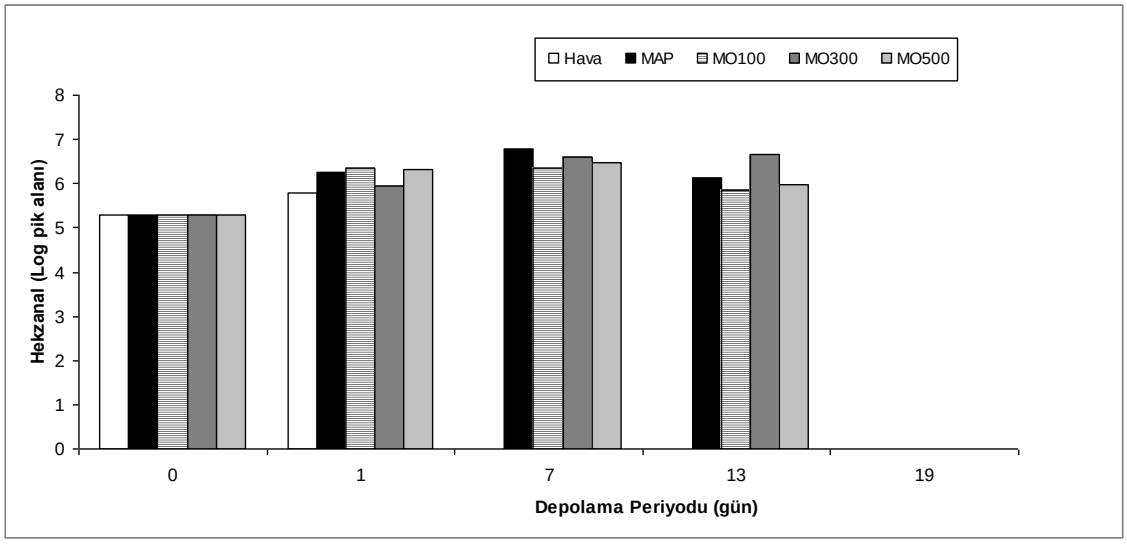
Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	5.28 ± 0.01^{aA}	5.28 ± 0.01^{aA}	5.28 ± 0.01^{aA}	5.28 ± 0.01^{aA}	5.28 ± 0.01^{aA}
1	5.78 ± 0.16^{aA}	6.27 ± 0.07^{cB}	6.34 ± 0.14^{cB}	5.93 ± 0.08^{bA}	6.32 ± 0.35^{cB}
7	-	6.78 ± 0.02^{dC}	6.34 ± 0.14^{cA}	6.59 ± 0.07^{cB}	6.48 ± 0.05^{cB}
13		6.12 ± 0.03^{bC}	5.84 ± 0.13^{bA}	6.67 ± 0.03^{cD}	5.97 ± 0.02^{bB}
19		-	-	-	-

*Ortalama±Standart sapma

-: Pik saptanmadı

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

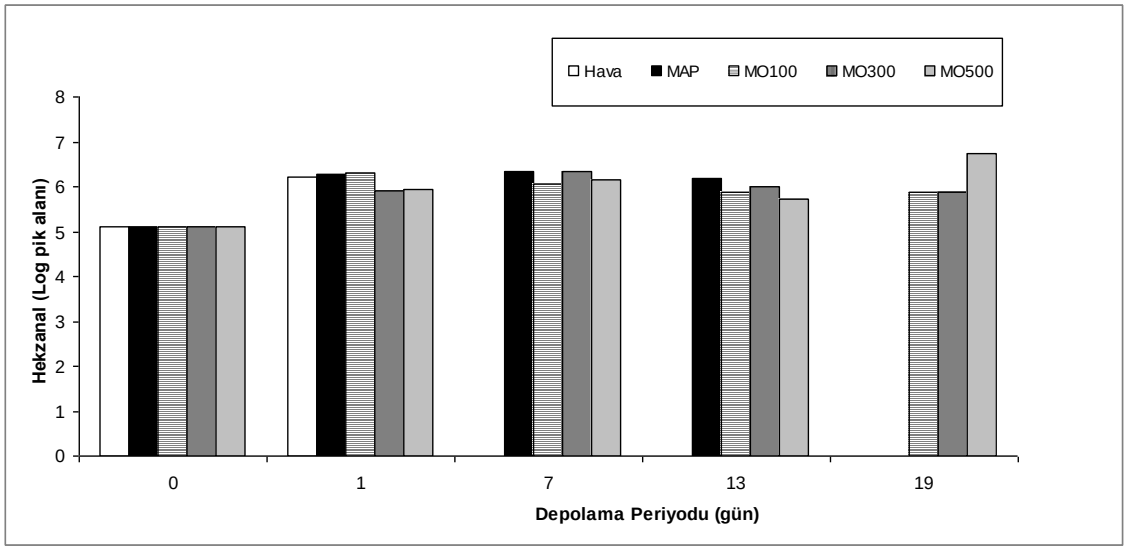


Şekil 4.13 Soğuk muhafaza süresince tavuk but etlerinin hekzanal içeriklerindeki değişim

Çizelge 4.19 Soğuk muhafaza süresince tavuk göğüs etlerinin hekzanal içerikleri (log pik alanı)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	5.12 ± 0.01^{aA}	5.12 ± 0.01^{aA}	5.12 ± 0.01^{aA}	5.12 ± 0.01^{aA}	5.12 ± 0.01^{aA}
1	6.21 ± 0.14^{aB}	6.29 ± 0.19^{bB}	6.31 ± 0.17^{cB}	5.90 ± 0.01^{bA}	5.94 ± 0.01^{bcA}
7	-	6.34 ± 0.11^{bA}	6.05 ± 0.20^{bA}	6.33 ± 0.31^{cA}	6.16 ± 0.05^{cA}
13		6.17 ± 0.21^{bA}	5.87 ± 0.11^{bA}	5.99 ± 0.01^{bA}	5.71 ± 0.54^{bA}
19		-	5.89 ± 0.01^{bA}	5.88 ± 0.17^{bA}	6.73 ± 0.29^{dB}

*Ortalama±Standart sapma
-: Pik saptanmadı
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.14 Soğuk muhafaza süresince tavuk göğüs etlerinin hekzanal içeriklerindeki değişim

Hekzanal; doymamış yağ asitlerinin özellikle linoleik asitin oksidatif parçalanması sonucu oluşan taze ve işlenmiş et ürünlerinde ransidite göstergesi olarak kullanılan ve arzu edilmeyen uçucu bir bileşiktir (Seydim vd. 2006, Estevez vd. 2007, Mielnik v.d. 2008). Hekzanal içeriği oksidasyon sonucu oluşan kötü koku ile ilişkilidir ve yaklaşık 5ppb gibi düşük koku eşik değerlerinde bile belirlenebilmektedir. Bununla birlikte hekzanal farklı bileşiklerle reaksiyona girme potansiyeline sahiptir (Garcia-Llatas vd. 2006).

Tavuk but ve göğüs eti başlangıç hekzanal miktarı sırasıyla 5.28 ve 5.12 log pik alanı olarak saptanmıştır. Tavuk but ve göğüs etlerinde Hava grubunda 7., 13. ve 19. günlerde; tavuk but etlerinde MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında 19. günde ve tavuk göğüs etlerinde MAP'da 19. günde hekzanal belirlenememiştir. Tavuk göğüs etlerinde MAP grubunun oksijen tutucu kullanılan gruplardan daha yüksek hekzanal içeriğine sahip olduğu, ancak, bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır. Oksijen tutucu kullanılan gruplarda ise 19. günde en yüksek ($p<0.05$) hekzanal içeriği MO500 grubunda belirlenmiştir.

Du vd. (2000) aerobik ve vakum paketli çiğ tavuk patelerinde belirlenen hekzanal pik alanlarının başlangıçta sırasıyla $3708x10^4$ ve $29x10^4$, muhafazanın 7. gününde ise sırasıyla $21774x10^4$ ve $34x10^4$ değerlerine yükseldiğini belirtmektedirler. Pettersen vd. (2004) hava ve vakumla ambalajlanan mekanik ayrılmış domuz etlerinde lipit oksidasyonunu araştırdıkları çalışmada, soğuk depolamada hekzanal içeriğinin vakum paketli örneklerde 0.060 mg/kg'dan 0.286 mg/kg'a, hava ile ambalajlanmış örneklerde 0.064 mg/kg'dan 4.882 mg/kg'a ve MAP ile ambalajlanmış örneklerde 0.068 mg/kg'dan 0.504 mg/kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Pignoli vd. (2009) depolama süresince hekzanal içeriğinde belli bir süre sonra meydana gelen azalmanın hekzanalın diğer bazı kas bileşenleri özellikle proteinler ile reaksiyona girerek uçuculuklarını kaybettiklerini bildirmişlerdir. Bunun olası nedeni ise Garcia-Llatas vd. (2006) tarafından proteinlerdeki amino asitlerle hekzanalın Schiff bazı reaksiyonları yoluyla interaksiyonunun olabileceği bildirilmiştir. Uçucu bileşenler içerisinde hekzanal miktarındaki azalma çeşitli araştırmacılar tarafından açıklanmaya çalışılmıştır. Polar olmayan aroma bileşikleri hidrofobik protein yüzeyine bağlanarak uçuculuğu azaltmakta ve protein heliks grubunda tutulduğu için uçucu bileşen olarak aktiflik gösterememektedir. Aldehitlerin serbest amino ve sülfidril gruplarıyla reaksiyona girerek uçuculuklarının azaldığı ifade edilmektedir (Kato vd. 1986, Gianelli vd. 2003). Pignoli vd. (2009) 4ºC'de 52 saat muhafaza edilen hindi etlerinde doymuş aldehitlerin lipit oksidasyon göstergesi olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, muhafaza süresince hekzanal içeriğinin 0.13 mg/kg'dan 0.40 mg/kg'a yükseldiğini, antioksidan karışımı ilave edilen hindi etlerinde hekzanal içeriğinin 54. saatten sonra

azaldığını belirtmişlerdir. Adhikari vd. (2003) modifiye atmosfer paketli, hazır yemeklerde hekzanalın hızlı FTIR yöntemiyle izlendiği çalışmalarında tavuk güveci, ton balıklı erişte, omlet ve tavuk göğüs etini materyal olarak kullanmışlardır. Tavuk güveç ve tavuk göğüs etinde muhafaza süresi ve sıcaklığı ile hekzanal pik alanlarındaki değişikliğin önemli olduğunu, buna karşın hekzanal içeriği üzerine MAP uygulamasının önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Mielnik vd. (2006) pişmiş ve soğukta muhafaza edilen hindi göğüs etlerinde üzüm çekirdeği ekstraktının antioksidan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, üzüm çekirdeği ekstraktı eklenmeyen kontrol grubunun hekzanal içeriklerini muhafazanın 1, 6 ve 13. günlerinde sırasıyla 1014.1 ng/g, 2137.0 ng/g ve 1727 ng/g olarak saptamışlar, hekzanal içeriğinin muhafazanın 6. gününden 13. gününe doğru azaldığını ve bu azalmanın depolamanın son aşamalarında hekzanalin ileri oksidasyon ürünlerine (1-pentanol ve 1-hekzanol) dönüşmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Mielnik vd. (2008) hindi but etlerinde antioksidan bileşiklerin uçucu bileşikler üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, pişirilmiş hindi but etlerinde başlangıçta 525.3 ng/g olan hekzanal içeriğinin 4ºC'de 5 günlük muhafaza sonrasında 678.8 ng/g'a yükseldiğini saptamışlardır. Garcia Llatas vd. (2006) yaptıkları çalışmada depolamanın 4. ayına kıyasla hekzanal değerlerinin 7. ayda daha düşük olduğunu, bu azalmanında hekzanalin maillard reaksiyonu ürünleri vb. diğer bileşenlerle reaksiyonuna bağlı olduğunu belirtmektedirler.

4.7 Yağ Asitleri Dağılımı

Tavuk but ve göğüs etlerinin yağ asitleri içeriğindeki değişim soğuk depolama süresince belirlenmiş ve çizelge 4.20-4.21'de verilmiştir.

Tavuk but etinin yağ asitleri profilini oluşturan temel yağ asitlerinin çoktan aza doğru sırasıyla oleik asit (18:1), linoleik asit (18:2), palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0), palmitoleik asit (16:1) ve linolenik asit (18:3) olduğu göğüs etlerinde ise bu sıranın linoleik asit (18:2), oleik asit (18:1), palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0), palmitoleik asit (16:1)ve linolenik asit (18:3) şeklinde olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca 20:0, konjuge linoleik asit, 22:5n3, 20:1n9, 18:1n7, 18:4n3, 20:5n3, 22:6n3 yağ asitleri de düşük oranlarda belirlenmiştir. Bu yağ asitlerine ait değerler toplam doymuş (DYA),

tekli doymamış (TDYA) ve çoklu doymamış (ÇDYA) miktarlarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Pettersen vd. (2004) mekanik olarak ayrılmış domuz etlerinde lipit oksidasyonunu araştırdıkları çalışmada yağ asitleri dağılımını; tekli doymamış yağ asitleri %34.4, çoklu doymamış yağ asitleri %25.8, oleik asit %29.3, linoleik asit %20.9, palmitik asit %20.3 olarak saptamışlardır. Du vd. (2000) ışınlanmış çiğ tavuk etinin uçucu bileşikleri renk ve lipit oksidasyonu üzerinde diyetle verilen konjuge linoleik asitin etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla tavuk but ve göğüs etlerini pati halinde vakum ve aerobik olarak ambalajlamışlardır. Konjuge linoleik asit içermeyen kontrol gruplarında linoleik asit, araşidonik asit ve konjuge linoleik asit yüzdelerini sırasıyla %26.3, %5.6 ve %0.0 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Jeun-Horng vd. (2002) tavuk frankfurter cinsi sosislerde duyusal özellikler, lipit oksidasyonu ve yağ asidi kompozisyonu üzerine diyette balık yağının etkilerini araştırmışlardır. Frankfurterlerin yapımında sadece göğüs eti ve deri kullanmışlardır. Balık yağı kullanılmayan kontrol gruplarında miristik asitin %0.95, Palmitik asitin %21.13, Palmitoleik asitin %2.63, Stearik asitin %8.77, Oleik asitin %39.19, Linoleik asitin %24.03, α-Linoleik asitin %1.44, Eikozapentaenoik asitin %0.22 ve Dokozahekzaenoik asitin %0.51 olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.20 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*

Yağ asidi	Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
16:0	**0**	22.73±0.16^{bA}	22.73±0.16^{bcA}	22.73±0.16^{bA}	22.73±0.16^{cA}	22.73±0.16^{bA}
	1	22.95±0.02^{bB}	22.80±0.10^{bcB}	22.95±0.04^{bB}	21.69±0.04^{bA}	21.77±0.05^{aA}
	4	23.04±0.02^{bC}	22.87±0.02^{bcB}	22.90±0.04^{bB}	21.77±0.07^{bA}	21.73±0.06^{aA}
	7	22.92±0.03^{bB}	22.89±0.02^{cB}	22.93±0.09^{bB}	21.74±0.01^{bA}	21.75±0.01^{aA}
	10	22.13±0.42^{aA}	22.16±0.79^{bA}	22.31±0.83^{abA}	22.31±0.86^{bcA}	21.50±0.27^{aA}
	13		21.31±0.01^{aB}	21.54±0.19^{aBC}	20.64±0.06^{aA}	21.67±0.11^{aC}
	16		21.10±0.03^{aB}	21.57±0.12^{aC}	20.68±0.11^{aA}	21.57±0.02^{aC}
	19		21.18±0.13^{aB}	21.62±0.03^{aC}	20.67±0.12^{aA}	21.64±0.07^{aC}
18:0	**0**	5.93±0.06^{aA}	5.93±0.06^{aA}	5.93±0.06^{aA}	5.93±0.06^{aA}	5.93±0.06^{abA}
	1	6.57±0.05^{bC}	6.11±0.11^{abB}	6.33±0.15^{aBC}	5.66±0.11^{aA}	5.69±0.20^{aA}
	4	6.58±0.04^{bA}	6.60±0.80^{abcA}	6.79±0.75^{aA}	5.61±0.05^{aA}	5.55±0.02^{aA}
	7	6.58±0.05^{bAB}	6.07±0.07^{aAB}	6.84±0.91^{aB}	5.59±0.03^{aA}	5.63±0.01^{aA}
	10	6.71±0.24^{bA}	6.20±0.21^{abcA}	6.32±0.16^{aA}	6.49±0.41^{bA}	6.24±0.97^{abcA}
	13		6.92±0.05^{cB}	6.37±0.28^{aA}	6.48±0.03^{bAB}	6.89±0.18^{cB}
	16		6.85±0.05^{bcC}	6.17±0.10^{aA}	6.46±0.07^{bB}	6.63±0.04^{bcB}
	19		6.92±0.01^{cC}	6.19±0.07^{aA}	6.52±0.08^{bB}	6.67±0.08^{bcB}
16:1	**0**	5.08±0.09^{abA}	5.08±0.09^{bA}	5.08±0.09^{cA}	5.08±0.09^{bA}	5.08±0.09^{cA}
	1	5.37±0.03^{bB}	4.96±0.06^{bA}	5.26±0.04^{cB}	5.55±0.06^{cC}	5.55±0.06^{dC}
	4	5.39±0.02^{bBC}	4.84±0.22^{bA}	5.13±0.24^{cAB}	5.58±0.03^{cC}	5.59±0.04^{dC}
	7	5.38±0.02^{bBC}	5.00±0.03^{bA}	5.13±0.27^{cAB}	5.59±0.02^{cC}	5.57±0.01^{dC}
	10	4.48±0.70^{aA}	4.54±0.63^{bA}	3.31±0.01^{aA}	3.59±0.39^{aA}	3.43±0.24^{aA}
	13		3.27±0.01^{aA}	4.08±0.02^{bC}	3.32±0.01^{aA}	3.88±0.04^{bB}
	16		3.29±0.01^{aA}	4.12±0.02^{bC}	3.31±0.01^{aA}	3.91±0.02^{bB}
	19		3.26±0.01^{aA}	4.12±0.01^{bC}	3.31±0.01^{aA}	3.91±0.03^{bB}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.20 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*(devam)

Yağ asidi	Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
18:1	**0**	39.00±0.13^{bA}	39.00±0.13^{bA}	39.00±0.13^{cA}	39.00±0.13^{cA}	39.00±0.13^{cA}
	1	38.25±0.02^{bB}	38.67±0.10^{bBC}	37.01±0.34^{bA}	39.42±0.14^{dD}	39.26±0.48^{cdCD}
	4	38.15±0.08^{bA}	38.14±0.91^{bA}	37.15±0.08^{bA}	39.45±0.06^{dB}	39.62±0.01^{dB}
	7	38.25±0.18^{bB}	38.69±0.20^{bB}	37.07±0.26^{bA}	39.52±0.03^{dC}	39.41±0.04^{cdC}
	10	35.90±0.76^{aAB}	37.94±1.39^{bB}	36.86±0.72^{bAB}	37.16±0.25^{bAB}	35.54±0.21^{bA}
	13		35.26±0.10^{aB}	33.97±0.58^{aA}	34.23±0.07^{aA}	34.64±0.35^{aAB}
	16		35.46±0.07^{aB}	34.34±0.29^{aA}	34.29±0.21^{aA}	35.22±0.06^{bB}
	19		35.35±0.08^{aB}	34.30±0.01^{aA}	34.08±0.21^{aA}	35.07±0.19^{abB}
18:2	**0**	24.12±0.03^{aA}	24.12±0.03^{aA}	24.12±0.03^{aA}	24.12±0.03^{aA}	24.12±0.03^{aA}
	1	23.65±0.01^{aA}	24.13±0.05^{aB}	24.85±0.01^{bD}	24.36±0.01^{aC}	24.32±0.01^{abC}
	4	23.66±0.06^{aA}	24.13±0.04^{aB}	24.82±0.07^{bD}	24.32±0.04^{aC}	24.33±0.03^{abC}
	7	23.67±0.01^{aA}	24.10±0.02^{aB}	24.77±0.06^{bD}	24.34±0.01^{aC}	24.34±0.00^{abC}
	10	24.00±0.46^{aA}	25.04±1.30^{aA}	25.08±0.34^{bA}	25.32±0.68^{bA}	24.82±0.70^{bA}
	13		29.37±0.01^{bB}	29.98±0.20^{cC}	31.35±0.03^{cD}	28.80±0.01^{cA}
	16		29.49±0.07^{bB}	30.04±0.07^{cC}	31.35±0.06^{cD}	28.89±0.01^{cA}
	19		29.42±0.12^{bB}	29.99±0.10^{cC}	31.36±0.08^{cD}	28.86±0.06^{cA}
18:3	**0**	1.49±0.01^{aA}	1.49±0.01^{aA}	1.49±0.01^{aA}	1.49±0.01^{aA}	1.49±0.01^{aA}
	1	1.49±0.02^{aB}	1.50±0.01^{aB}	1.50±0.01^{aB}	1.44±0.01^{aA}	1.44±0.01^{aA}
	4	1.49±0.01^{aA}	1.46±0.05^{aA}	1.47±0.05^{aA}	1.44±0.01^{aA}	1.44±0.01^{aA}
	7	1.49±0.01^{aA}	1.50±0.01^{aA}	1.46±0.06^{aA}	1.44±0.01^{aA}	1.44±0.01^{aA}
	10	1.49±0.01^{aA}	1.99±0.69^{abA}	2.08±0.80^{abA}	1.95±0.61^{aA}	1.96±0.72^{abA}
	13		2.49±0.01^{bB}	2.48±0.01^{bB}	2.66±0.02^{bC}	2.38±0.01^{bA}
	16		2.50±0.01^{bB}	2.49±0.01^{bB}	2.65±0.01^{bC}	2.38±0.01^{bA}
	19		2.49±0.01^{bB}	2.48±0.02^{bB}	2.67±0.01^{bC}	2.39±0.01^{bA}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.21 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*

Yağ asidi	Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
16:0	**0**	20.81±0.32^{cA}	20.81±0.32^{bcA}	20.81±0.32^{cdA}	20.81±0.32^{dA}	20.81±0.32^{cA}
	1	18.72±0.36^{aA}	19.16±0.01^{aAB}	18.99±0.30^{abAB}	19.39±0.21^{abB}	19.51±0.14^{abB}
	4	21.36±0.03^{cB}	20.49±0.39^{bcAB}	20.16±0.73^{bcdA}	19.69±0.01^{bcA}	20.01±0.13^{bA}
	7	19.71±0.03^{bA}	21.14±0.23^{cD}	20.75±0.04^{cdC}	20.23±0.10^{cdB}	19.99±0.12^{bAB}
	10	18.56±0.58^{aA}	21.14±0.11^{cC}	21.25±0.09^{dC}	20.53±0.29^{dBC}	19.94±0.37^{bB}
	13		20.15±0.29^{bB}	18.89±0.32^{aA}	18.92±0.37^{aA}	18.94±0.49^{aA}
	16		20.77±0.39^{bcB}	19.59±0.68^{abcAB}	18.89±0.28^{aA}	20.10±0.11^{bcB}
	19		20.78±0.50^{bcA}	19.45±0.81^{abA}	20.23±0.07^{cdA}	19.95±0.49^{bA}
18:0	**0**	5.99±0.05^{abA}	5.99±0.05^{abA}	5.99±0.05^{abA}	5.99±0.05^{abcA}	5.99±0.05^{abA}
	1	5.87±0.04^{abA}	7.46±0.64^{cCD}	7.81±0.11^{cD}	6.81±0.06^{bcdBC}	6.35±0.01^{abcAB}
	4	10.60±0.26^{cC}	7.57±0.64^{cB}	5.52±0.01^{aA}	5.52±0.02^{aA}	5.64±0.06^{aA}
	7	5.36±0.03^{aA}	6.07±0.06^{abB}	7.92±0.05^{cE}	7.37±0.08^{dD}	6.82±0.37^{bcC}
	10	6.34±0.50^{bA}	7.01±0.01^{bcA}	6.71±0.01^{bA}	7.18±0.24^{dA}	7.23±0.63^{cA}
	13		5.82±0.52^{aA}	5.94±0.01^{abA}	6.17±0.33^{abcA}	6.34±0.56^{abcA}
	16		6.60±0.52^{abcA}	6.24±0.63^{abA}	5.94±0.05^{abA}	6.12±0.03^{abA}
	19		6.62±0.61^{abcA}	6.14±0.73^{abA}	6.87±0.93^{cdA}	6.76±0.78^{bcA}
16:1	**0**	3.64±0.31^{cA}	3.64±0.31^{bcA}	3.64±0.31^{bcdA}	3.64±0.31^{cdA}	3.64±0.31^{5aA}
	1	3.23±0.03^{bB}	2.60±0.35^{aA}	2.37±0.04^{aA}	3.29±0.04^{bcB}	3.61±0.01^{aB}
	4	2.66±0.06^{aA}	3.22±0.10^{bB}	3.69±0.01^{cdC}	3.69±0.05^{dC}	3.95±0.01^{aD}
	7	4.17±0.03^{dC}	4.49±0.04^{dD}	3.84±0.06^{dB}	3.78±0.02^{dB}	3.29±0.13^{aA}
	10	2.84±0.05^{aA}	3.64±0.02^{bcB}	3.81±0.02^{dB}	3.46±0.16^{cdAB}	3.31±0.62^{aAB}
	13		3.71±0.21^{bcA}	3.16±0.28^{bA}	2.87±0.10^{aA}	3.31±0.52^{aA}
	16		3.74±0.17^{cC}	3.30±0.03^{bcAB}	3.07±0.14^{abA}	3.41±0.01^{aB}
	19		3.74±0.17^{cA}	3.56±0.37^{bcdA}	3.33±0.06^{bcA}	3.20±0.25^{aA}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-E: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.21 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yağ asitleri içerikleri (%)*(devam)

Yağ asidi	Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
18:1	**0**	32.24±0.52^{cA}	32.24±0.52^{cdA}	32.24±0.52^{bcdA}	32.24±0.52^{cA}	32.24±0.52^{bA}
	1	29.97±0.21^{bA}	30.75±0.17^{bB}	31.09±0.23^{aB}	30.80±0.11^{abB}	31.12±0.18^{aB}
	4	27.14±0.29^{aA}	29.66±0.79^{aB}	32.47±0.20^{cdC}	32.38±0.17^{cC}	34.32±0.12^{cD}
	7	32.24±0.09^{cB}	31.60±0.27^{bcB}	32.25±0.20^{bcdB}	30.57±0.25^{aA}	30.63±0.61^{aA}
	10	31.60±0.24^{cB}	33.32±0.05^{eC}	33.24±0.04^{dC}	31.52±0.91^{abcB}	30.29±0.04^{aA}
	13		32.90±0.64^{deB}	31.70±0.25^{abcA}	32.03±0.05^{bcAB}	32.12±0.15^{bAB}
	16		33.32±0.04^{eB}	31.76±0.93^{abcA}	32.17±0.23^{cAB}	32.12±0.07^{bAB}
	19		33.35±0.06^{eB}	31.33±0.02^{abA}	31.33±0.95^{abcA}	30.57±0.60^{aA}
18:2	**0**	32.41±0.41^{bA}	32.41±0.41^{cA}	32.41±0.41^{bA}	32.41±0.41^{bA}	32.41±0.41^{bcA}
	1	35.34±0.15^{cB}	32.77±0.94^{cA}	32.31±0.28^{bA}	33.30±0.13^{bA}	32.57±0.03^{bcA}
	4	27.39±0.26^{aA}	31.54±0.85^{bcB}	32.96±0.82^{bcC}	33.50±0.01^{bcC}	31.30±0.07^{abB}
	7	32.80±0.17^{bD}	31.22±0.29^{bcC}	28.03±0.20^{aA}	29.75±0.27^{aB}	32.28±0.87^{bcCD}
	10	35.17±0.65^{cC}	29.08±0.03^{aA}	28.99±0.09^{aA}	30.68±0.81^{aB}	30.51±0.65^{aB}
	13		34.47±0.59^{dA}	34.31±0.90^{cA}	34.84±0.12^{dA}	34.23±1.04^{dA}
	16		30.34±0.65^{abA}	32.02±0.62^{bB}	34.47±0.71^{cdC}	32.91±0.09^{cBC}
	19		30.36±0.70^{abA}	32.93±1.13^{bcB}	32.33±0.62^{bAB}	32.83±0.08^{cB}
18:3	**0**	3.27±0.08^{bA}	3.27±0.08^{bA}	3.27±0.08^{dA}	3.27±0.08^{aA}	3.27±0.08^{aA}
	1	3.36±0.01^{bD}	2.95±0.14^{aAB}	2.85±0.01^{abcA}	3.17±0.01^{aC}	3.10±0.02^{aBC}
	4	2.00±0.10^{aA}	2.96±0.18^{abB}	3.29±0.20^{dBC}	3.42±0.01^{aC}	3.22±0.01^{aBC}
	7	3.18±0.01^{bA}	3.20±0.10^{abA}	2.62±0.15^{aA}	3.28±0.79^{aA}	3.03±0.19^{aA}
	10	3.27±0.17^{bB}	2.92±0.01^{aA}	2.80±0.01^{abA}	2.78±0.01^{aA}	2.92±0.14^{aA}
	13		3.18±0.21^{abA}	3.26±0.03^{cdA}	3.23±0.05^{aA}	2.98±0.43^{aA}
	16		2.97±0.07^{abA}	3.15±0.17^{bcdAB}	3.26±0.05^{aB}	3.16±0.01^{aAB}
	19		2.97±0.06^{abA}	3.05±0.33^{bcdA}	2.94±0.27^{aA}	3.09±0.06^{aA}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tavuk but ve göğüs eti başlangıç palmitik asit içerikleri sırasıyla %22.73 ve %20.81 olarak bulunmuştur. Tavuk but etlerinde palmitik asit içeriği depolama süresince önemli ölçüde azalma göstererek Hava grubunda 10. günde %22.13, MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında ise 19. günde sırasıyla %21.18, %21.62, %20.67 ve %21.64 olarak saptanmıştır. Muhafazanın 19. gününe bakıldığında tavuk göğüs etinde MAP ve oksijen tutucu içeren gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$), tavuk but etinde ise MAP ve oksijen tutucu içeren gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Tavuk göğüs eti palmitik asit içeriği soğuk muhafazanın 19. gününde genel olarak düşüş göstererek MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında sırasıyla %20.78, %19.45, %20.23 ve %19.95 değerlerine ulaşmıştır.

Tavuk but etinde palmitoleik asit içeriği depolama süresince MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında önemli ölçüde ($p<0.05$) düşüş göstermiş, muhafazanın 19. gününde sırasıyla %3.26, %4.12, %3.31 ve %3.91 olarak bulunmuştur. Tavuk göğüs etlerinde ise MAP ve oksijen tutucu kullanılan gruplardaki değişim önemli bulunmamış, ancak, hava grubunun palmitik asit içeriğinde başlangıç değerine göre 10. günde meydana gelen azalma önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Stearik asitin tavuk but ve göğüs etinde başlangıç değerleri %5.93 ve %5.99 olarak bulunmuştur. Tavuk but ve göğüs eti stearik asit miktarlarının muhafazanın başlangıcından sonuna doğru artış gösterdiği saptanmıştır. MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında muhafazanın son gününde stearik asit içerikleri tavuk but etinde sırasıyla %6.92, %6.19, %6.52 ve %6.67; tavuk göğüs etlerinde ise %6.62, %6.14, %6.87 ve %6.76 olarak bulunmuştur. Depolamanın son gününde tavuk but etlerinde MAP ve MO100, MO300 ve MO500 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) iken, tavuk göğüs etinde ise gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tavuk but ve göğüs eti oleik asit başlangıç değerleri sırasıyla %39.00 ve %32.24 olarak saptanmıştır. Muhafazanın başlangıcından sonuna kadar tavuk göğüs eti MAP grubu haricinde diğer gruplarda oleik asit değeri azalma göstermiştir. Muhafazanın 19.

gününde tavuk but ve göğüs etinde MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarının oleik asit değerleri sırasıyla %35.35, %34.30, %34.08, %35.07, %33.35, %31.33, %31.33 ve %30.57 olarak saptanmıştır. Tavuk but ve göğüs etinde muhafazanın 19. gününde MAP ve oksijen tutucu içeren gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Tavuk but ve göğüs eti linoleik asit başlangıç değerleri sırasıyla %24.12 ve %32.41 olarak bulunmuştur. Linoleik asit miktarı tavuk but eti Hava grubu dışında muhafazanın başlangıcından sonuna kadar artış göstermiştir ($p<0.05$). Tavuk but etinde linoleik asit içeriği muhafazanın 19. gününde MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarının sırasıyla %29.42, %29.99, %31.36 ve %28.86 olarak saptanmıştır. Depolamanın 10. gününde Hava grubunun MAP ve oksijen tutucu kullanılan gruplardan önemli ölçüde yüksek linoleik asit içeriğine sahip olduğu gözlenmektedir.

Tavuk but ve göğüs eti linolenik asit içerikleri başlangıçta sırasıyla %1.49 ve %3.27 olarak saptanmıştır. Tavuk but eti linolenik asit içerikleri muhafaza ilerledikçe genel olarak artış göstermektedir. Tavuk göğüs etinde bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Linoleik ve linolenik asitler hayvanlar tarafından sentezlenemezler. Dolayısıyla tavuk but ve göğüs etlerinde linoleik ve linolenik asitlerdeki artış, hayvanların gelişimleri ve büyümeleri için esansiyel özellikte olan bu yağ asitlerinin diyetteki farklılığına bağlı olarak açıklanabilmektedir (Roy vd. 2008).

Tavuk but ve göğüs etlerinde depolama süresince belirlenen toplam doymuş (DYA), tekli doymamış (TDYA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) içerikleri sırasıyla çizelge 4.22-4.27'da verilmiştir.

Tavuk but etlerinde depolama süresince tüm gruplarda toplam doymuş yağ asidi, tekli doymamış yağ asidi içeriklerinin azaldığı, buna karşın çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin ise arttığı saptanmıştır. Hayvansal dokulardaki yağ asitleri endojen ve eksojen olmak üzere iki yoldan orijin almaktadır. Bu yağ asitlerinden çoklu doymamış yağ

asitleri endojen yoldan diyetle alınmaktadır. Buna bağlı olarak diyetteki yağ asidi miktarının değişmesi hayvansal dokudaki yağ asidi içeriğinin değişmesine neden olmaktadır. Monogastrik hayvanlarda özellikle kanatlılarda, rasyondaki yağ profili doğrudan hayvansal dokudaki yağ profilini etkilemektedir (Barroeta 2007).

Çizelge 4.22 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin DYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	29.33±0.25^{aA}	29.33±0.25^{abcA}	29.33±0.25^{abA}	29.33±0.25^{bA}	29.33±0.25^{eA}
1	30.19±0.02^{bC}	29.59±0.01^{bcB}	29.97±0.18^{bC}	27.98±0.05^{aA}	28.10±0.24^{abA}
4	30.29±0.01^{bB}	30.16±0.82^{cB}	30.37±0.68^{bB}	28.02±0.02^{aA}	27.92±0.03^{aA}
7	30.17±0.09^{bB}	29.65±0.09^{bcB}	30.46±0.80^{bB}	27.97±0.04^{aA}	28.02±0.01^{aA}
10	29.42±0.30^{aA}	28.96±0.69^{abA}	29.22±0.82^{abA}	29.39±0.60^{bA}	28.30±0.57^{abcA}
13		28.71±0.07^{abB}	28.42±0.49^{aB}	27.61±0.03^{aA}	29.05±0.06^{deB}
16		28.42±0.08^{aB}	28.26±0.23^{aB}	27.62±0.19^{aA}	28.68±0.02^{bcdB}
19		28.60±0.12^{aBC}	28.34±0.11^{aB}	27.67±0.21^{aA}	28.80±0.01^{cdeC}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.23 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin TDYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	44.10±0.22^{bA}	44.10±0.22^{bA}	44.10±0.22^{dA}	44.10±0.22^{cA}	44.10±0.22^{bA}
1	43.65±0.06^{bB}	43.66±0.16^{bB}	42.30±0.38^{cA}	45.00±0.21^{dC}	44.83±0.54^{cC}
4	43.56±0.10^{bA}	43.01±1.13^{bA}	42.31±0.15^{cA}	45.06±0.09^{dB}	45.23±0.02^{cB}
7	43.66±0.19^{bB}	43.71±0.23^{bB}	42.23±0.53^{cA}	45.14±0.05^{dC}	45.01±0.02^{cC}
10	40.38±1.46^{aAB}	42.49±2.02^{bB}	40.18±0.70^{bAB}	40.76±0.13^{bAB}	38.98±0.45^{aA}
13		38.54±0.12^{aA}	38.07±0.61^{aA}	37.56±0.06^{aA}	38.53±0.39^{aA}
16		38.75±0.07^{aBC}	38.47±0.31^{aB}	37.62±0.22^{aA}	39.14±0.08^{aC}
19		38.62±0.09^{aBC}	38.43±0.01^{aB}	37.39±0.20^{aA}	38.99±0.22^{aC}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.24 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin ÇDYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	26.18±0.01^{aA}	26.18±0.01^{aA}	26.18±0.01^{aA}	26.18±0.01^{aA}	26.18±0.01^{aA}
1	25.70±0.01^{aA}	26.26±0.08^{aB}	26.99±0.03^{abD}	26.43±0.03^{aC}	26.42±0.02^{aC}
4	25.68±0.06^{aA}	26.32±0.18^{aB}	27.01±0.003^{abC}	26.37±0.08^{aB}	26.35±0.06^{aB}
7	25.71±0.05^{aA}	26.21±0.05^{aB}	27.01±0.13^{abC}	26.38±0.003^{aB}	26.39±0.02^{aB}
10	26.05±0.49^{aA}	27.63±2.00^{aA}	27.73±1.11^{bA}	27.84±1.30^{bA}	27.36±1.46^{aA}
13		32.47±0.01^{bB}	33.07±0.14^{cC}	34.58±0.07^{cD}	31.80±0.09^{bA}
16		32.55±0.13^{bB}	33.06±0.02^{cC}	34.54±0.02^{cD}	31.82±0.01^{bA}
19		32.50±0.16^{bB}	33.01±0.13^{cC}	34.61±0.07^{cD}	31.85±0.01^{bA}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tavuk göğüs etlerinde de doymuş yağ asidi, tekli doymamış yağ asidi ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerinde dalgalı bir seyir gözlenmekte olup, ham maddenin homojen olmamasından dolayı, tavukların beslenmesinden veya genotipik özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Cortinas vd. 2004, Sun vd. 2012).

Çizelge 4.25 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin DYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	27.32±0.29^{bA}	27.32±0.29^{abA}	27.32±0.29^{bcA}	27.32±0.29^{cdA}	27.32±0.29^{cdA}
1	25.05±0.43^{aA}	27.02±0.64^{abB}	27.21±0.42^{abcB}	26.60±0.27^{bcB}	26.31±0.15^{abcB}
4	32.36±0.29^{cC}	28.51±1.04^{bB}	26.08±0.64^{abA}	25.66±0.03^{abA}	26.12±0.20^{abA}
7	25.53±0.08^{aA}	27.73±0.30^{abBC}	29.11±0.01^{cD}	28.04±0.18^{dC}	27.27±0.22^{cdB}
10	25.35±1.10^{aA}	28.61±0.13^{bB}	28.43±0.11^{cB}	28.12±0.07^{dB}	27.63±0.26^{dB}
13		26.42±0.82^{aA}	25.28±0.35^{aA}	25.54±0.72^{aA}	25.72±1.06^{aA}
16		27.82±0.93^{abB}	26.28±1.30^{abAB}	25.27±0.34^{aA}	26.71±0.15^{abcdAB}
19		27.86±1.12^{abA}	26.04±1.54^{abA}	27.55±0.81^{cdA}	27.17±0.27^{bcdA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.26 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin TDYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	35.89±0.84^{dA}	35.89±0.84^{bA}	35.89±0.84^{bcdA}	35.89±0.84^{bcA}	35.89±0.84^{bA}
1	33.21±0.24^{bA}	33.36±0.18^{aA}	33.47±0.27^{aA}	34.10±0.15^{aB}	34.74±0.19^{abC}
4	29.81±0.36^{aA}	32.89±0.90^{aB}	36.18±0.19^{cdC}	36.09±0.12^{cC}	38.27±0.12^{cD}
7	36.49±0.07^{dB}	36.16±0.22^{bB}	36.13±0.14^{cdB}	34.44±0.22^{abA}	33.98±0.75^{aA}
10	34.45±0.18^{cA}	36.97±0.03^{bB}	37.06±0.02^{dB}	34.99±1.07^{abcA}	33.61±0.57^{aA}
13		36.61±0.86^{bB}	34.86±0.03^{bA}	34.91±0.04^{abcA}	35.43±0.69^{bAB}
16		37.07±0.22^{bB}	35.07±0.96^{bcA}	35.25±0.37^{abcA}	35.54±0.07^{bA}
19		37.10±0.23^{bB}	34.90±0.39^{bA}	34.67±1.02^{abcA}	33.78±0.86^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.27 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin ÇDYA içerikleri (%)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	36.63±0.41^{bA}	36.63±0.41^{cdA}	36.63±0.41^{bcA}	36.63±0.41^{bcA}	36.63±0.41^{bcA}
1	40.02±0.17^{cB}	37.39±0.89^{deA}	36.91±0.19^{bcdA}	37.74±0.04^{cdA}	37.17±0.01^{cdA}
4	32.89±0.43^{aA}	35.99±0.95^{cBC}	38.40±1.09^{cdD}	37.65±0.08^{cdCD}	35.23±0.07^{abB}
7	37.17±0.06^{bD}	35.37±0.19^{bcC}	32.46±0.01^{aA}	34.67±0.44^{aB}	36.75±0.30^{bcD}
10	39.65±0.44^{cC}	33.12±0.08^{aAB}	33.05±0.09^{aA}	35.09±0.93^{aB}	35.03±1.32^{aAB}
13		38.52±0.33^{eA}	38.60±0.76^{dA}	39.16±0.10^{eA}	38.38±1.08^{dA}
16		34.34±0.49^{abA}	36.28±0.79^{bB}	38.59±0.78^{deC}	36.91±0.08^{cdBC}
19		34.32±0.56^{abA}	37.19±1.29^{bcdB}	36.40±0.51^{bAB}	37.03±0.39^{cdB}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.8 Karbonil İçeriği

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen karbonil içerikleri sırasıyla çizelge 4.28-4.29, şekil 4.15-4.16'da verilmiştir.

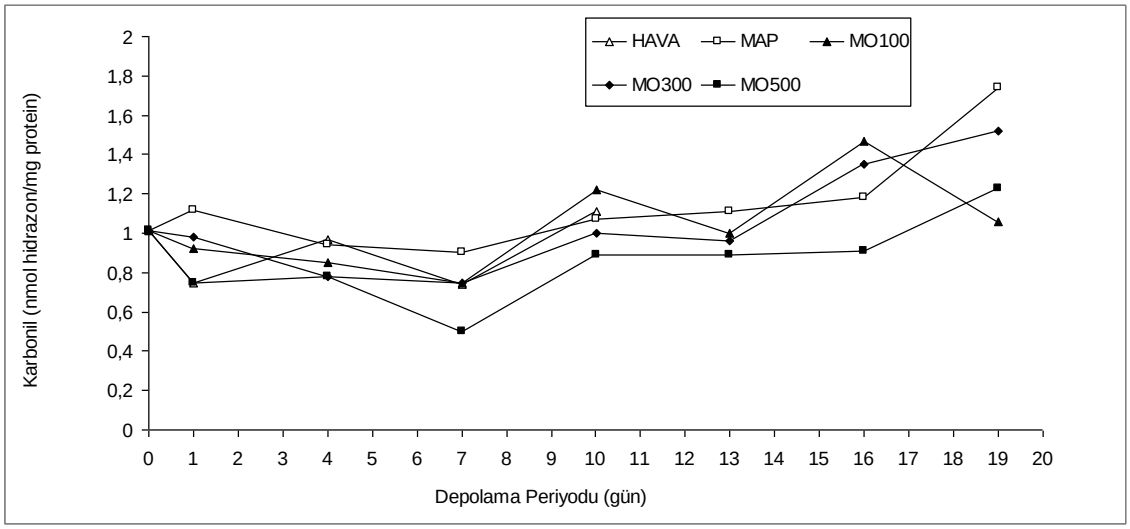
Çizelge 4.28 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin karbonil içerikleri (nmol hidrazon/mg protein)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.01 ± 0.13^{bA}	1.01 ± 0.13^{abcA}	1.01 ± 0.13^{bcA}	1.01 ± 0.13^{cA}	1.01 ± 0.13^{cA}
1	0.75 ± 0.08^{aA}	1.12 ± 0.06^{cdC}	0.92 ± 0.12^{bcB}	0.98 ± 0.12^{cBC}	0.75 ± 0.08^{bA}
4	0.97 ± 0.16^{bB}	0.94 ± 0.01^{abB}	0.85 ± 0.06^{abAB}	0.78 ± 0.07^{abA}	0.78 ± 0.07^{bA}
7	0.74 ± 0.09^{aB}	0.90 ± 0.09^{aC}	0.75 ± 0.07^{aBC}	0.75 ± 0.07^{aBC}	0.50 ± 0.14^{aA}
10	1.11 ± 0.08^{bBC}	1.07 ± 0.09^{bcdABC}	1.22 ± 0.07^{dC}	1.00 ± 0.22^{cAB}	0.89 ± 0.01^{bcA}
13		1.11 ± 0.08^{cdC}	1.00 ± 0.07^{bcBC}	0.96 ± 0.08^{bcAB}	0.89 ± 0.01^{bcA}
16		1.18 ± 0.08^{dB}	1.47 ± 0.08^{eC}	1.35 ± 0.16^{dBC}	0.91 ± 0.20^{bcA}
19		1.74 ± 0.08^{eC}	1.06 ± 0.16^{cA}	1.52 ± 0.08^{dB}	1.23 ± 0.09^{dA}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

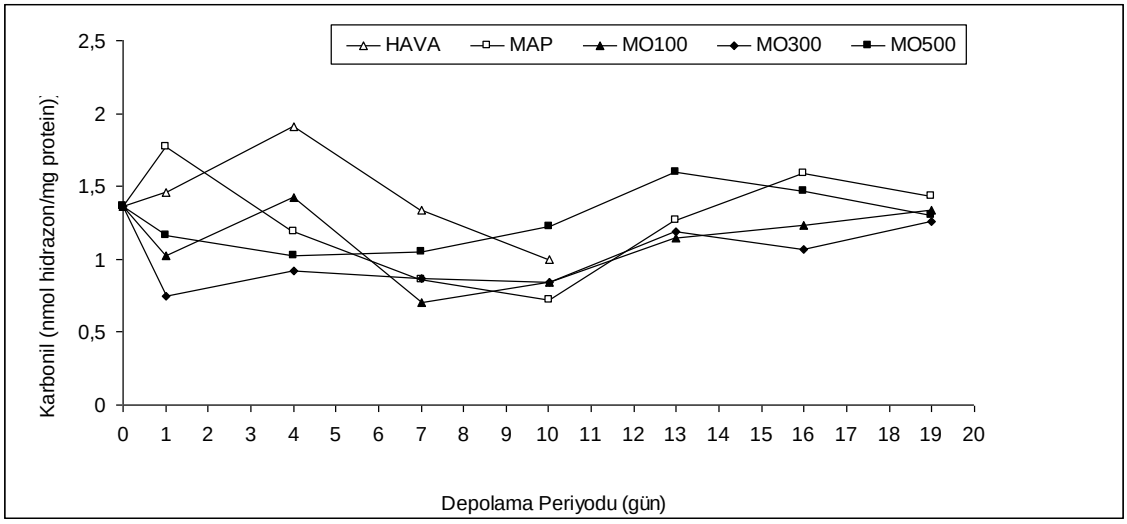


Şekil 4.15 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin karbonil içeriklerindeki değişim

Çizelge 4.29 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin karbonil içerikleri (nmol hidrazon/mg protein)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.36 ± 0.22^{bA}	1.36 ± 0.22^{bcA}	1.36 ± 0.22^{deA}	1.36 ± 0.22^{dA}	1.36 ± 0.22^{bcA}
1	1.46 ± 0.16^{bC}	1.77 ± 0.19^{eD}	1.02 ± 0.23^{bcB}	0.75 ± 0.08^{aA}	1.16 ± 0.08^{abB}
4	1.91 ± 0.18^{cD}	1.19 ± 0.13^{bB}	1.42 ± 0.13^{eC}	0.92 ± 0.12^{abA}	1.02 ± 0.17^{aAB}
7	1.34 ± 0.12^{bC}	0.86 ± 0.11^{aA}	0.70 ± 0.11^{aA}	0.87 ± 0.13^{abA}	1.05 ± 0.08^{aB}
10	$1.0\pm0.26a^{AB}$	0.72 ± 0.11^{aA}	0.84 ± 0.16^{abA}	0.84 ± 0.19^{aA}	1.22 ± 0.07^{abB}
13		$1.27\pm0.01b^{cA}$	1.15 ± 0.07^{cdA}	1.19 ± 0.01^{cdA}	1.60 ± 0.18^{dB}
16		1.59 ± 0.01^{deC}	1.23 ± 0.08^{cdeB}	1.07 ± 0.15^{bcA}	1.47 ± 0.08^{cdC}
19		1.43 ± 0.08^{cdB}	1.34 ± 0.01^{deAB}	1.26 ± 0.08^{cdA}	1.30 ± 0.07^{bcA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.16 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin karbonil içeriklerindeki değişim

Proteinlerdeki aminoasitlerin oksidasyonu sonucu karbonil bileşikleri oluşmakta ve protein oksidasyonunun değerlendirilmesinde karbonil bileşiklerinin belirlenmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (Zakrys-Waliwander vd. 2012) Tavuk but ve göğüs etlerinin başlangıçtaki karbonil değerleri sırasıyla 1.01 nmol hidrazon/mg protein ve 1.36 nmol hidrazon/mg protein olarak bulunmuştur. Muhafazanın 19. gününde tavuk but ve göğüs etinde MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarında karbonil değerleri

sırasıyla 1.74, 1.06, 1.52 ve 1.23 nmol hidrazon/mg protein ve 1.43, 1.34, 1.26 ve 1.30 nmol hidrazon/mg protein olarak bulunmuştur. Tavuk but etinde muhafaza başlangıcından 19. gününe kadar karbonil değerlerinde artış gözlenirken bu artışın MAP, MO300 ve MO500 gruplarında istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Depolamanın son periyodu olan 19. günde MAP grubunun oksijen tutucu kullanılan gruplardan önemli ölçüde yüksek ($p<0.05$) karbonil değerine sahip olduğu görülmektedir. Tavuk göğüs etlerinde ise depolama süresince dalgalanmalar görülsede genel olarak karbonil içeriğinde önemli bir değişim olmadığı saptanmıştır. But etinde olduğu gibi soğuk muhafazanın 19. gününde MAP grubu oksijen tutucu kullanılan gruplardan daha yüksek karbonil değerine sahip olmuş, ancak sadece MO300 ve MO500 grubu ile MAP grubunun karbonil değeri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Lipit oksidasyonuna benzer olarak protein oksidasyonuda zincir reaksiyonlar olup, başlama, çoğalma ve bitiş basamaklarını içermektedir. Et ve et ürünlerinde de protein hasarı sonucunda karboniller, protein polimerleri ve peptit bağlarda kesilmeler meydana gelmektedir. Proteinlerin yapısında meydana gelen bu değişiklikler sonucunda su tutma, emülsiyon ve jelleşme kapasitesinde azalma meydana gelir. Bu değişikliklerde et ve et ürünlerinin kalitesi ile ilişkilidir (Xiao vd. 2011). Protein karbonil bileşikleri metal kataliz oksidasyonu sonucu oluşmaktadır ve askorbat, Fe^{2+} ve Cu^{+} metal iyonlarının varlığında bazı aminoasitlerin karbonil bileşiklerine dönüşmesine neden olmaktadır (Lund vd. 2007b). Karbonil oluşumu sadece bir grup amino asitin oksidasyonu sonucu meydana gelmektedir. Diğer amino asit gruplarının oksidasyonu sonucunda ise karbonil bileşikleri oluşmamaktadır. Dolayısıyla tam bir protein oksidasyonunun değerlendirilmesinde sadece karbonil bileşikleri yeterli değildir (Mercier vd. 2004). Kas dokuda karbonil içeriği kas tipi ve proteinlerin çözünürlüğüne bağlı olarak farklılık gösterir. Genel olarak, oksidasyona uğramamış kas dokusunda karbonil içeriği 1 nmol hidrazon/mg protein iken, oksidasyona uğrayan kas dokuda karbonil içeriği 2-14 nmol hidrazon/mg protein arasında olabilmektedir (Fagan vd. 1999). Çalışmamızda tavuk but ve göğüs etlerinde karbonil içeriklerinin 2 nmol hidrazon/mg proteinden düşük olmasının nedeni MAP ve oksijen tutucu uygulamasının protein oksidasyonunu geciktirmesidir (Lund vd. 2007b). Estevez vd. (2007) karbonil değerlerinin İberian

domuzlarından elde edilen franfurterlerde 3.7 nmol hidrazon/mg protein'den 5.4'e, beyaz domuzlardan elde edilen frankfurterlerde 5.5'den 6.5'a ve hibrid frankfurterlerde ise 3.2'den 4.8'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Estevez ve Cava (2004) ciğer ezmelerinin karbonil değerinde soğuk muhafaza süresince artış oluğunu belirtmişlerdir. Karbonil değeri İberian ciğerlerinde 2.88 nmol hidrazon/mg proteinden 13.64 nmol hidrazon/mg proteine, beyaz domuz ciğerlerinde ise 5.58'den 22.49'a yükseldiği bildirilmiştir. Lund vd. (2007a) MAP ve oksijensiz ambalajlanan *Longissimus dorsi* kasında 14 gün 4°C'de muhafaza süresince protein oksidasyonunu incelemişler, sarkoplazmik proteinlerindeki karbonil düzeyinin gerek depolama süresi ve gerekse ambalaj yönteminin protein karbonillerinde kayda değer bir değişime neden olmadığını belirtmişlerdir. Lund vd. (2007b) sığır eti köftelerinde soğukta muhafaza esnasında antioksidanların ve modifiye atmosfer paketlemenin protein ve lipit oksidasyonu üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, muhafazanın 1. gününde antioksidan uygulaması ve modifiye atmosferin protein karbonil değerleri üzerinde farklılık meydana getirmediğini, muhafazanın 6. gününde ise ambalaj atmosferinde %80 O_2 bulunan örneklerin, %100 N_2 bulunan örneklere göre daha yüksek karbonil değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ambalaj atmosferinde oksijen bulunan örneklerin karbonil değeri 1. günden 6. güne artış gösterdiğini, buna karşın genel olarak ambalaj atmosferinde %100 N_2 içeren örneklerin karbonil içeriği muhafazanın 1. gününden 6. gününe doğru azaldığı bildirilmiştir. Soyer vd. (2010) tavuk but ve göğüs etlerinde dondurma sıcaklığı ve donmuş muhafaza süresinin lipit ve protein oksidasyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, donmuş depolama süresince but ve göğüs etlerinde protein karbonil içeriklerinin artış gösterdiğini, bu artışın but etlerinde göğüs etlerine kıyasla daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Başlangıçtan itibaren depolamanın 6. ayında but ve göğüs etlerinde -7°C'de karbonil içeriklerinin sırasıyla 1.78'den 2.88 nmol hidrazon/mg ve 1.34'den 2.14 nmol hidrazon/mg'a yükseldiğini saptamışlardır. Zakrys-Waliwander vd. (2012) yaptıkları çalışmada 14 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilen sığır *longissimus dorsi* kasında karbonil içeriğinin yavaş bir artış gösterdiğini, muhafazanın 8–14 günleri arasında yüksek seviyede oksijen içeren modifiye atmosfer paketli örneklerde karbonil içeriğinde meydana gelen artışın vakum paketli örneklere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

4.9 Sülfidril (-SH) İçeriği

Tavuk but ve göğüs etleri sülfidril içerikleri sırasıyla çizelge 4.30-4.31, şekil 4.17-4.18'de verilmiştir.

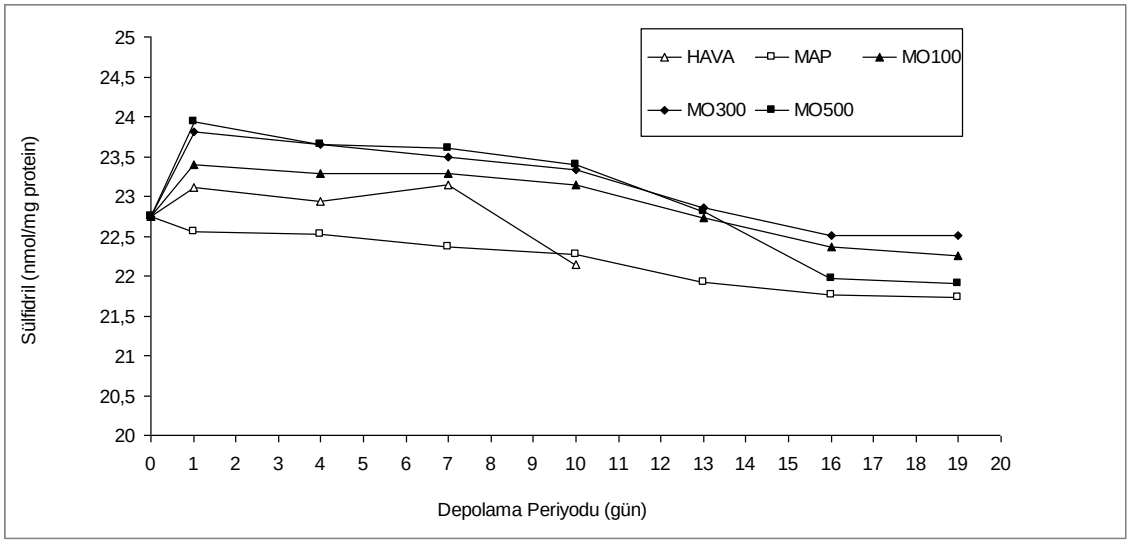
Çizelge 4.30 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sülfidril içerikleri (nmol/mg protein)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	22.74 ± 0.02^{bA}	22.74 ± 0.02^{eA}	22.74 ± 0.02^{cA}	22.74 ± 0.02^{bA}	22.74 ± 0.02^{bA}
1	23.11 ± 0.10^{bB}	22.55 ± 0.02^{dA}	23.40 ± 0.05^{fC}	23.81 ± 0.04^{gD}	23.94 ± 0.11^{eE}
4	22.94 ± 0.04^{bB}	22.52 ± 0.05^{dA}	23.29 ± 0.10^{eC}	23.65 ± 0.03^{fD}	23.65 ± 0.11^{dD}
7	23.15 ± 0.61^{bB}	22.36 ± 0.11^{cA}	23.28 ± 0.02^{eBC}	23.50 ± 0.09^{eBC}	23.61 ± 0.02^{dC}
10	22.14 ± 0.06^{aA}	22.27 ± 0.09^{cB}	23.15 ± 0.03^{dC}	23.33 ± 0.08^{dD}	23.39 ± 0.11^{cD}
13		21.92 ± 0.01^{bA}	22.73 ± 0.11^{cB}	22.86 ± 0.04^{cC}	22.81 ± 0.04^{bBC}
16		21.76 ± 0.09^{aA}	22.36 ± 0.03^{bC}	22.51 ± 0.06^{aD}	21.97 ± 0.05^{aB}
19		21.73 ± 0.06^{aA}	22.26 ± 0.06^{aC}	22.51 ± 0.02^{aD}	21.90 ± 0.05^{aB}

*Ortalama±Standart sapma

a-g: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-E: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.17 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sülfidril içeriklerindeki değişim

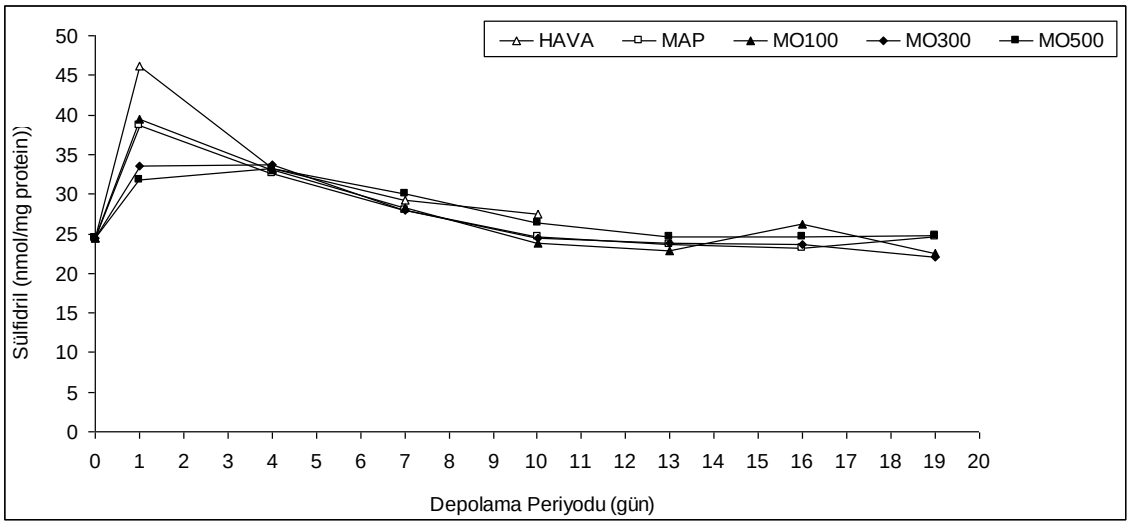
Çizelge 4.31 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sülfidril içerikleri (nmol/mg protein)*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	24.47 ± 0.21^{aA}	24.47 ± 0.21^{cA}	24.47 ± 0.21^{dA}	24.47 ± 0.21^{cA}	24.47 ± 0.21^{aA}
1	46.20 ± 0.04^{eE}	38.67 ± 0.05^{fC}	39.46 ± 0.07^{hD}	33.49 ± 0.04^{eB}	31.85 ± 0.11^{eA}
4	33.17 ± 0.10^{dB}	32.61 ± 0.15^{eA}	33.10 ± 0.16^{gB}	33.66 ± 0.22^{eC}	33.30 ± 0.17^{fB}
7	29.31 ± 0.02^{cC}	27.96 ± 0.08^{dA}	28.31 ± 0.10^{fB}	27.94 ± 0.09^{dA}	30.04 ± 0.08^{dD}
10	27.51 ± 0.06^{bE}	24.59 ± 0.05^{cC}	23.82 ± 0.07^{cA}	24.42 ± 0.11^{cB}	26.32 ± 0.04^{cD}
13		23.57 ± 0.13^{bB}	22.86 ± 0.13^{bA}	23.75 ± 0.06^{bC}	24.56 ± 0.02^{aD}
16		23.09 ± 0.18^{aA}	26.14 ± 0.02^{eD}	23.64 ± 0.12^{bB}	24.59 ± 0.08^{aC}
19		24.60 ± 0.03^{cC}	22.52 ± 0.04^{aB}	22.00 ± 0.15^{aA}	24.80 ± 0.10^{bD}

*Ortalama±Standart sapma

a-g: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-E: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.18 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sülfidril içeriklerindeki değişim

Et ve ürünlerinde protein oksidasyonu arttıkça tiyol gruplarında kayıp meydana gelmektedir. Dolayısıyla protein oksidasyon derecesinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem de tiyol (-SH) gruplarının miktarının belirlenmesidir (Jongberg vd. 2011).

Tavuk but ve göğüs eti başlangıç sülfidril içerikleri sırasıyla 22.74 nmol/mg protein ve 24.47 nmol/mg protein olarak bulunmuştur. Tavuk but etinde sülfidril içerikleri muhafazanın başlangıcından 19. gününe kadar tüm gruplarda azalma göstermiştir ($p<0.05$). Depolamanın 19. gününde belirlenen sülfidril içerikleri değerlendirildiğinde oksijen tutucu kullanılan grupların MAP grubundan önemli ölçüde yüksek sülfidril içeriğine sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Tavuk göğüs etlerinde ise depolamanın 1. gününe göre tüm gruplarda sülfidril içeriğinin depolama sonunda önemli ölçüde azaldığı ($p<0.05$) görülmektedir. Tavuk göğüs etinde muhafazanın 19. gününde oksijen tutucu uygulanan MO100 ve MO300 gruplarının sülfidril içeriğinin MAP grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğu ($p<0.05$) gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre oksijen tutucu kullanımının tavuk göğüs etinde protein oksidasyonunu engelleyici etki göstermediği söylenebilir.

Soyer vd. (2010) tavuk but ve göğüs etlerinde dondurma sıcaklığı ve donmuş muhafaza süresinin lipit ve protein oksidasyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, sülfidril içeriğinin 6 aylık depolama süresince but ve göğüs etlerinde sırasıyla 38.82'den 13.26 nmol/mg ve 27.62'den 18.29 nmol/mg'a düştüğünü bildirmişlerdir. Mercier vd. (1998) muhafaza esnasında hindi *M. pectoralis* ve *M. sartorius* kaslarında lipit ve protein oksidasyonu üzerine diyetle verilen yağ ve E vitamininin etkilerini araştırdıkları çalışmada muhafazanın 9. gününde *M. pectoralis* kasında kontrol grubuna (96.32 nmol/mg protein) göre diyette E vitamini eklenen grubun (104.34 nmol/mg protein) –SH içeriğinin daha yüksek olduğunu, *M. sartorius* kasında ise kontrol grubunun –SH değerinin 99.71 nmol/mg protein ve E vitamini eklenen grubun ise 117.82 nmol/mg protein olduğunu bildirmişlerdir. Martinaud vd. (1997) miyofibriler proteinlerde serbest tiyol gruplarının 5 saat içerisinde %50 oksidasyona uğradığını belirtmişlerdir. Mercier vd. (2001) soya yağı ile beslenen hindilerin, kolza tohumu ile beslenenlere kıyasla daha yüksek –SH içeriğine sahip olduğunu belirtmektedirler. Batifoulier vd. (2002) E vitamininin hindi kaslarında lipit ve protein oksidasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Serbest sülfidril değerlerinin E vitamini eklenen ve eklenmeyen kontrol grubunda başlangıçta sırasıyla 90 nmol/mg protein ve 60 nmol/mg protein olduğunu, 24 saatlik muhafaza sonrasında ise sırasıyla 60 nmol/mg protein ve 40 nmol/mg protein'e düştüğünü bildirmişlerdir. Lund vd. (2007a) soğukta muhafaza edilen domuz

longissimus dorsi kasında protein sülfidril gruplarının vakum paketli örneklerde MAP ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. MAP'da düşük olmasının nedeni tiyol gruplarının oksijen ile oksidasyona uğraması olarak açıklanmıştır. Zakrys-Waliwander vd. (2012) yaptıkları çalışmada, vakum paketli ve %80O_2/%20CO_2 içeren modifiye atmosfer paketli örneklerde serbest tiyol gruplarının 14 günlük muhafaza süresince azaldığını, gruplar içerisinde yüksek oksijene sahip olanın daha hızlı bir azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.10 Enstrümental Renk

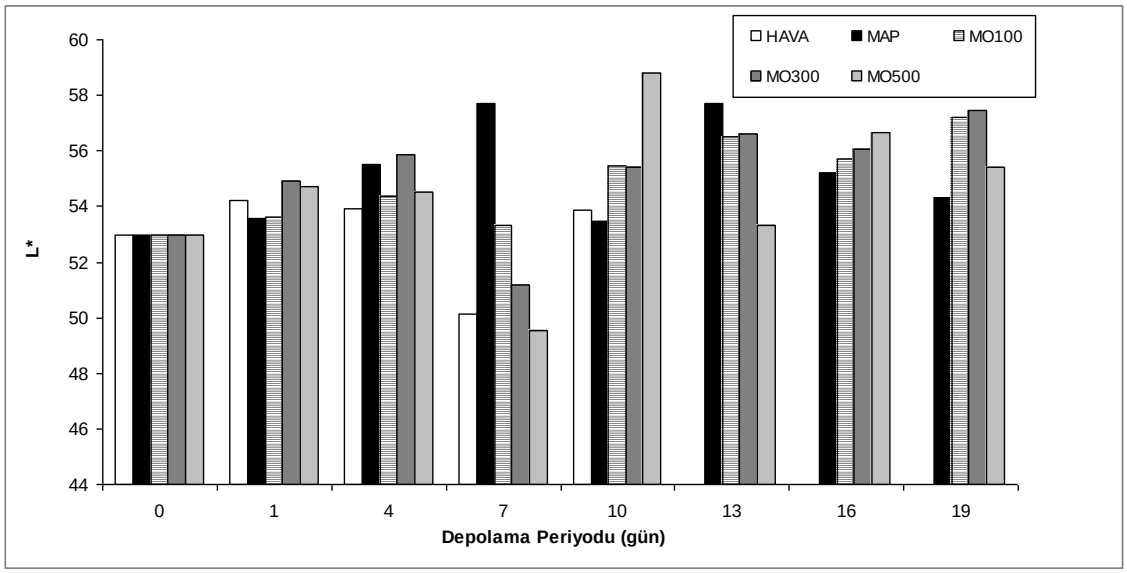
Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen L^* (açıklık koyuluk) değerleri sırasıyla çizelge 4.32-4.33, şekil 4.19-4.20'de verilmiştir.

Tavuk but etlerinde muhafaza süresince L^* değerinde artış gözlenmekte ve oksijen tutucu içeren örneklerde depolama süresince meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bunun aksine tavuk göğüs etlerinde de depolama boyunca tüm gruplarda L^* değerinde azalma gözlenmiştir. Renk birçok gıdada kalitenin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. L^* değeri kanatlı etlerinde kalitenin belirlenmesinde doğrudan etkili olup, pH, su tutma kapasitesi, emülsiyon kapasitesi ve tekstür gibi kalite kriterleri ile ilişkilidir. Tavuk ve hindi göğüs etlerinde optimal açıklık değerinin 49-50 düzeylerinde olduğu, 5.6'dan düşük pH değerlerinde optimal düzeyin üzerine çıkıldığı, 5.9'dan yüksek pH değerlerinde ise optimal düzeyin altına inildiği bildirilmektedir (Garcia vd. 2010).

Çizelge 4.32 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin L^* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	52.97 ± 0.13^{bA}	52.97 ± 0.13^{aA}	52.97 ± 0.13^{aA}	52.97 ± 0.13^{abA}	52.97 ± 0.13^{bA}
1	54.22 ± 0.69^{bA}	53.56 ± 1.78^{abA}	53.63 ± 1.63^{aA}	54.90 ± 2.52^{bcA}	54.72 ± 1.10^{bcdA}
4	53.91 ± 0.46^{bA}	55.49 ± 1.18^{cBC}	54.36 ± 0.65^{abA}	55.85 ± 0.57^{cdC}	54.50 ± 0.24^{bcAB}
7	50.13 ± 1.44^{aA}	57.70 ± 1.66^{dC}	53.32 ± 1.01^{aB}	51.16 ± 1.25^{aA}	49.52 ± 0.57^{aA}
10	53.89 ± 1.95^{bA}	53.48 ± 0.24^{abA}	55.44 ± 1.32^{bcA}	55.41 ± 1.77^{cdA}	58.79 ± 0.97^{eB}
13		57.71 ± 0.86^{dB}	56.50 ± 0.88^{cdB}	56.59 ± 0.64^{cdB}	53.30 ± 1.30^{bA}
16		55.23 ± 0.53^{bcA}	55.71 ± 0.71^{bcdA}	56.07 ± 1.87^{cdA}	56.65 ± 0.10^{dA}
19		54.33 ± 1.53^{abcA}	57.20 ± 1.04^{dB}	57.48 ± 0.67^{dB}	55.43 ± 0.28^{cdA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

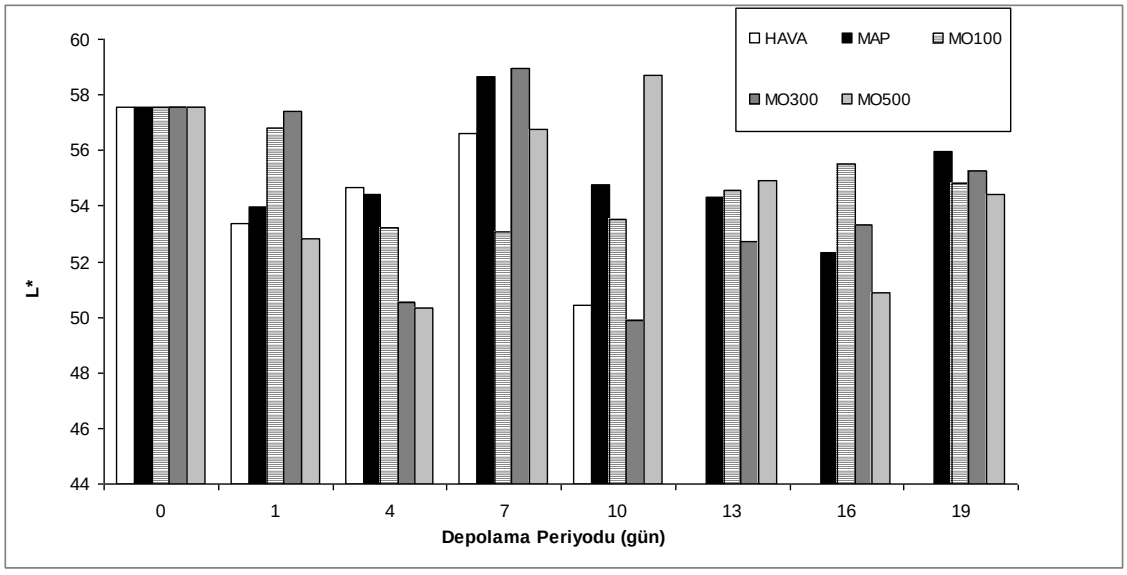


Şekil 4.19 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin L^* değerlerindeki değişim

Çizelge 4.33 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin L^* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	57.57 ± 0.94^{dA}	57.57 ± 0.94^{dA}	57.57 ± 0.94^{eA}	57.57 ± 0.94^{dA}	57.57 ± 0.94^{deA}
1	53.37 ± 0.15^{bA}	53.98 ± 0.58^{bA}	56.80 ± 1.18^{deB}	57.40 ± 1.51^{dB}	52.80 ± 0.53^{bA}
4	54.68 ± 0.88^{cC}	54.43 ± 1.03^{bC}	53.20 ± 0.22^{abB}	50.54 ± 0.78^{aA}	50.35 ± 0.79^{aA}
7	56.62 ± 0.83^{dB}	58.65 ± 1.05^{eC}	53.05 ± 0.45^{aA}	58.94 ± 1.01^{dC}	56.77 ± 0.87^{dB}
10	50.41 ± 0.75^{aA}	54.79 ± 0.08^{bB}	53.50 ± 1.90^{abB}	49.88 ± 0.51^{aA}	58.70 ± 0.65^{eC}
13		54.33 ± 0.32^{bAB}	54.56 ± 0.66^{abcB}	52.71 ± 1.84^{bA}	54.90 ± 0.77^{cB}
16		52.31 ± 0.67^{aB}	55.53 ± 1.00^{cdC}	53.32 ± 0.84^{bB}	50.90 ± 0.71^{aA}
19		55.96 ± 0.43^{cB}	54.82 ± 0.96^{bcAB}	55.28 ± 0.26^{cAB}	54.43 ± 0.99^{cA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.20 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin L^* değerlerindeki değişim

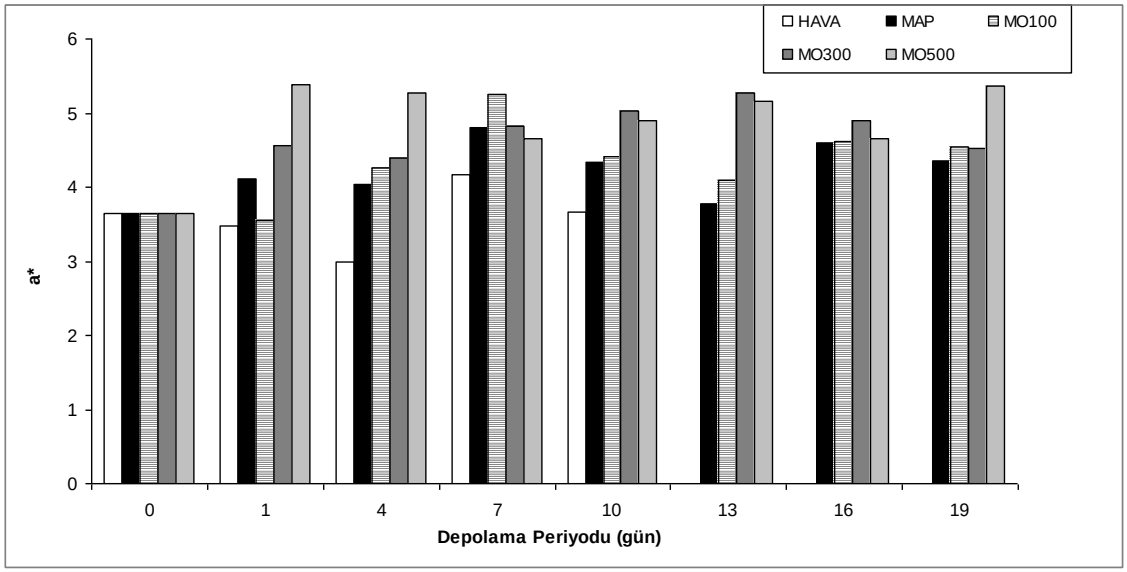
Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen a^* (kırmızılık) değerleri sırasıyla çizelge 4.34-4.35, şekil 4.21-4.22'de verilmiştir. Tavuk but etlerinde muhafaza süresince Hava grubu dalgalı bir seyir izlerken, MAP ve oksijen tutucu içeren gruplarda a^* değerinde artış gözlenmiştir. MO300 ve MO500 gruplarındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 1., 4. ve 19. günlerinde

but etlerinde MO500 grubunda diğer gruplara kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) a^* değeri gözlenmiştir. Tavuk göğüs etlerinde ise a^* değerinde dalgalı bir seyir görülmektedir.

Çizelge 4.34 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin a^* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	3.64 ± 0.23^{bA}	3.64 ± 0.23^{aA}	3.64 ± 0.23^{aA}	3.64 ± 0.23^{aA}	3.64 ± 0.23^{aA}
1	3.47 ± 0.05^{bA}	4.11 ± 0.15^{abB}	3.56 ± 0.30^{aA}	4.56 ± 0.13^{bC}	5.38 ± 0.18^{bD}
4	3.00 ± 0.50^{aA}	4.04 ± 0.20^{abB}	4.26 ± 0.13^{abB}	4.40 ± 0.18^{abB}	5.28 ± 0.64^{bC}
7	4.16 ± 0.34^{cA}	4.80 ± 0.63^{bAB}	5.26 ± 1.15^{bB}	4.82 ± 0.24^{bAB}	4.66 ± 0.18^{bAB}
10	3.67 ± 0.19^{bA}	4.33 ± 0.25^{abAB}	4.42 ± 0.17^{abB}	5.03 ± 0.76^{bB}	4.90 ± 0.53^{bB}
13		3.77 ± 0.38^{aA}	4.10 ± 1.77^{abA}	5.28 ± 1.06^{bA}	5.15 ± 0.66^{bA}
16		4.60 ± 0.78^{bA}	4.61 ± 0.16^{abA}	4.90 ± 0.60^{bA}	4.65 ± 0.05^{bA}
19		4.36 ± 0.63^{abA}	4.54 ± 0.04^{abA}	4.52 ± 0.01^{bA}	5.36 ± 0.55^{bB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

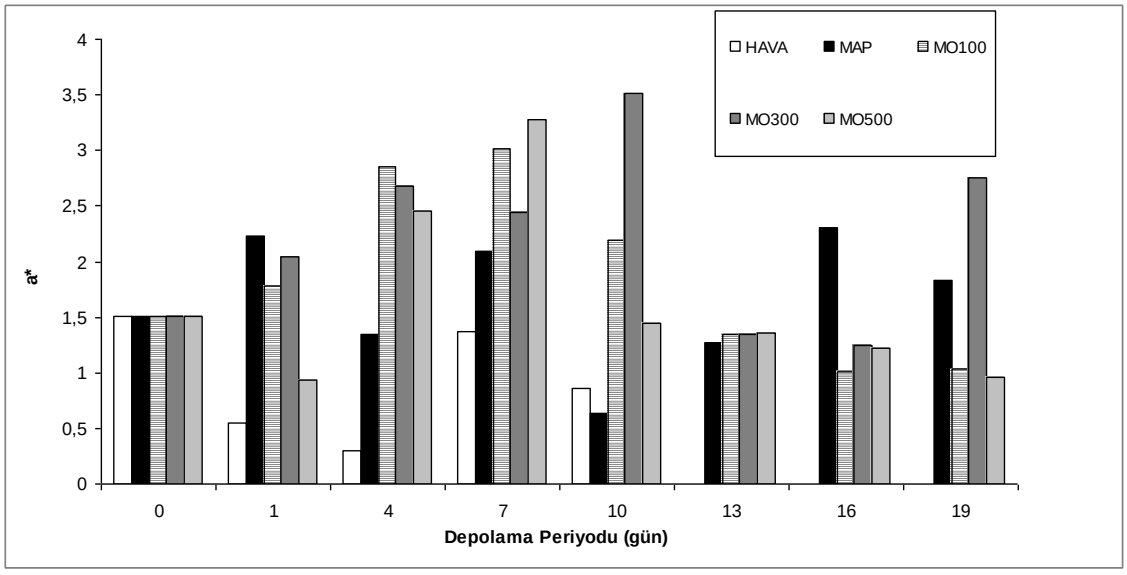


Şekil 4.21 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin a^* değerlerindeki değişim

Çizelge 4.35 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin a* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.51 ± 0.30^{dA}	1.51 ± 0.30^{bcA}	1.51 ± 0.30^{bA}	1.51 ± 0.30^{aA}	1.51 ± 0.30^{aA}
1	0.55 ± 0.08^{bA}	2.23 ± 0.35^{eD}	1.78 ± 0.12^{cC}	2.04 ± 0.15^{bCD}	0.93 ± 0.06^{aB}
4	0.30 ± 0.04^{aA}	1.35 ± 0.22^{bB}	2.85 ± 0.09^{eC}	2.68 ± 0.25^{cC}	2.46 ± 0.56^{bC}
7	1.37 ± 0.12^{dA}	2.09 ± 0.22^{dB}	3.01 ± 0.06^{eD}	2.44 ± 0.09^{cC}	3.28 ± 0.42^{cD}
10	0.86 ± 0.05^{cA}	0.64 ± 0.05^{aA}	2.19 ± 0.09^{dC}	3.51 ± 0.34^{eD}	1.45 ± 0.73^{aB}
13		1.27 ± 0.15^{bA}	1.35 ± 0.25^{bA}	1.35 ± 0.16^{aA}	1.36 ± 0.05^{aA}
16		2.30 ± 0.13^{eB}	1.01 ± 0.09^{aA}	1.24 ± 0.37^{aA}	1.22 ± 0.27^{aA}
19		1.83 ± 0.13^{cdB}	1.03 ± 0.04^{aA}	2.76 ± 0.22^{dC}	0.96 ± 0.17^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.22 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin a* değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince belirlenen b* (sarılık) değerleri sırasıyla çizelge 4.36-4.37, şekil 4.23-4.24'de verilmiştir.

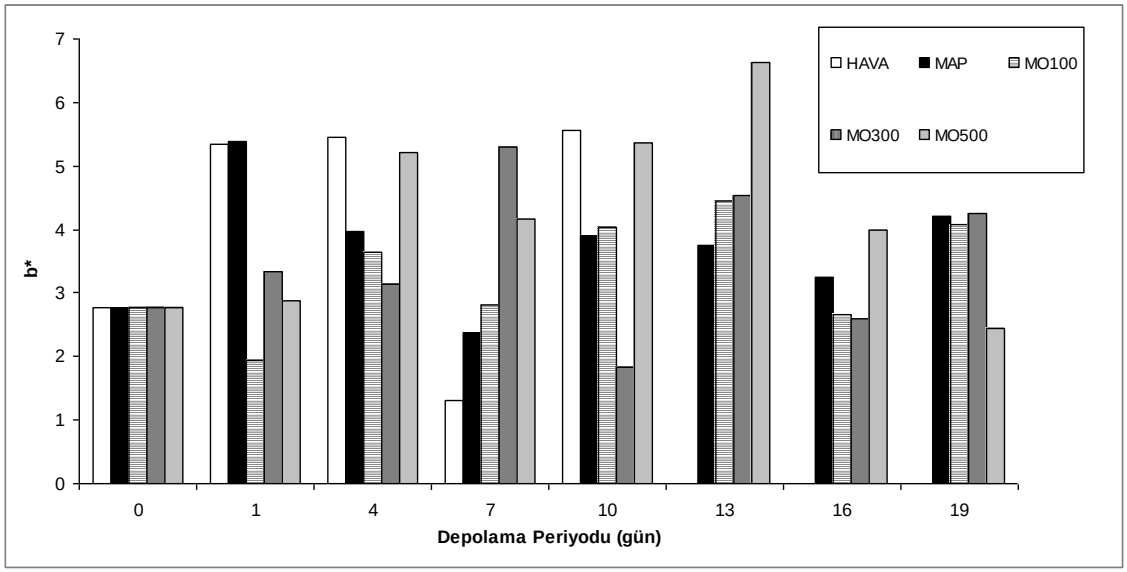
Depolama boyunca tavuk but ve göğüs etlerinde b* değerinde dalgalı bir seyir gözlenmiştir. Bu dalgalanmanın nedeni; tavuk but ve göğüs etlerinin homojen

olmaması, kanatlı hayvanların yetiştirilmesinde kullanılan yemlerdeki farklılık ve üretim şartlarının aynı olmamasından kaynaklanabilir (Akiba vd. 2001).

Çizelge 4.36 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin b* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	2.77 ± 0.85^{bA}	2.77 ± 0.85^{abA}	2.77 ± 0.85^{bA}	2.77 ± 0.85^{abA}	2.77 ± 0.85^{aA}
1	5.34 ± 0.23^{cC}	5.38 ± 1.08^{dC}	1.93 ± 0.22^{aA}	3.33 ± 1.29^{bcdB}	2.88 ± 0.52^{aAB}
4	5.45 ± 0.48^{cB}	3.96 ± 0.66^{bcA}	3.65 ± 0.41^{cA}	3.13 ± 0.14^{abcA}	5.22 ± 0.94^{cB}
7	1.31 ± 0.22^{aA}	2.37 ± 0.30^{aB}	2.81 ± 0.30^{bB}	5.30 ± 0.37^{eD}	4.16 ± 0.50^{bC}
10	5.56 ± 0.28^{cC}	3.90 ± 0.68^{bcB}	4.03 ± 0.49^{cdB}	1.84 ± 0.86^{aA}	5.37 ± 0.85^{cC}
13		3.75 ± 0.88^{bcA}	4.44 ± 0.34^{dA}	4.53 ± 1.49^{deA}	6.63 ± 0.88^{dB}
16		3.26 ± 0.30^{abcB}	2.66 ± 0.32^{bA}	2.59 ± 0.10^{abA}	3.99 ± 0.03^{bC}
19		4.20 ± 0.76^{cB}	4.08 ± 0.26^{cdB}	4.25 ± 0.07^{cdeB}	2.45 ± 0.02^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



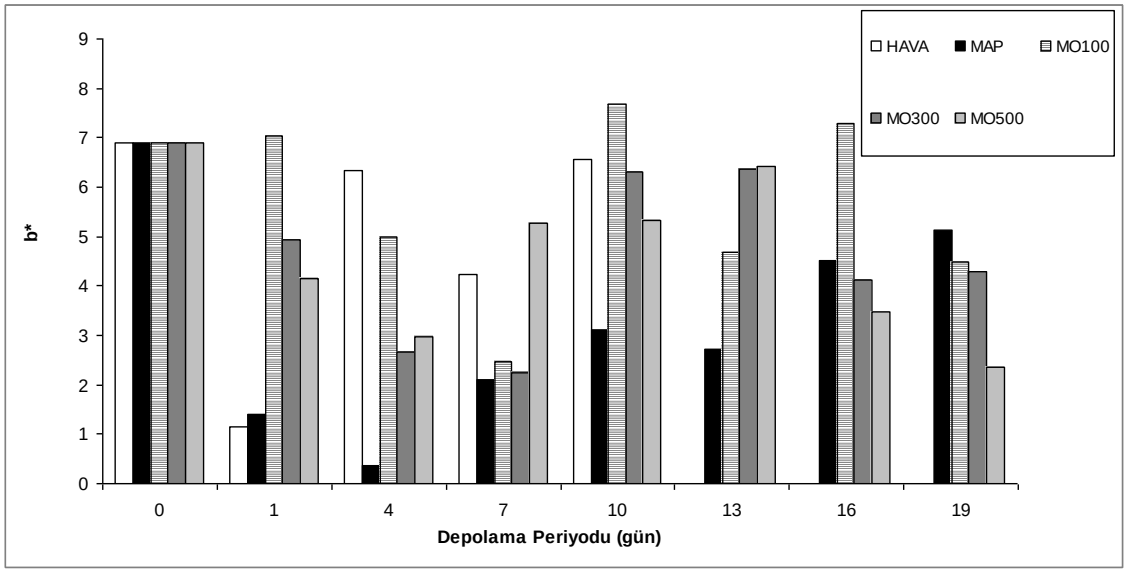
Şekil 4.23 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin b* değerlerindeki değişim

Çizelge 4.37 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin b^* değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	6.91 ± 0.33^{dA}	6.91 ± 0.33^{gA}	6.91 ± 0.33^{cA}	$6.91\pm0.33e^{A}$	6.91 ± 0.33^{eA}
1	1.16 ± 0.07^{aA}	1.40 ± 0.20^{bA}	7.04 ± 0.25^{cdD}	4.94 ± 0.07^{cC}	4.15 ± 0.22^{cB}
4	6.34 ± 0.17^{cD}	0.37 ± 0.08^{aA}	4.98 ± 0.54^{bC}	2.65 ± 0.32^{aB}	2.98 ± 0.27^{bB}
7	4.23 ± 0.13^{bB}	2.09 ± 0.30^{cA}	2.48 ± 0.30^{aA}	2.25 ± 0.06^{aA}	5.26 ± 0.36^{dC}
10	6.56 ± 0.44^{cdC}	3.12 ± 0.37^{dA}	7.67 ± 0.29^{dD}	6.31 ± 0.78^{dC}	5.33 ± 0.16^{dB}
13		2.73 ± 0.52^{dA}	4.68 ± 0.87^{bB}	6.37 ± 0.29^{dC}	6.42 ± 0.72^{eC}
16		4.52 ± 0.44^{eB}	7.29 ± 0.41^{cdC}	4.12 ± 0.18^{bB}	3.47 ± 0.27^{bA}
19		5.12 ± 0.17^{fC}	4.48 ± 0.37^{bB}	4.28 ± 0.26^{bB}	2.36 ± 0.06^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tavuk gögüs etlerinde depolamanın 19. gününde MAP grubu ile oksijen tutucu içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.24 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin b^* değerlerindeki değişim

L^* ve b^* değerleri, pH değeri ile negatif korrelasyon gösterirken, a^* değeri pozitif korrelasyon göstermektedir. pH arttığı zaman L^* ve b^* değeri azalırken, a^* değeri artar (Allen vd. 1997). Martinez vd. (2006) modifiye atmosfer paketli domuz sosislerinde

kırmızılık yani a^* değerinin yüksek oksijen konsantrasyonuna sahip olan örneklerde düşük oksijen konsantrasyonlu örneklere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek oksijen konsantrasyonunun parlak kırmızı renk oluşumunda etkili olduğunu ancak bu etkinin birkaç gün sürdüğünü, bunun yanında vakum paketli veya oksijen tutucu kullanılan örneklerde ise kırmızı rengin uzun depolama süresi boyunca korunduğunu bildirmişlerdir. Beggan vd. (2006a) *Longissimus lumborum* kasından elde edilen bifteklerde oksijen konsantrasyonunun açılma (blooming) üzerine etkisini incelemişlerdir. Biftekleri vakum paket ve ultra düşük oksijenli ortamda ambalajlamışlardır. Oksijen konsantrasyonu %2 ve %5 olan örnekler hava atmosferi ile ambalajlanan kontrol grubuna göre daha düşük a^* değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Chouliara vd. (2007) 4 °C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde L^* değerinin 25. güne doğru azalma gösterdiğini saptamışlardır. Buna da ürünün daha donuk olmasına neden olduğu ve MAP'ın L^* değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca a^* değerinin 3.30-7.03 arasında, b^* değerinin ise 9.17-14.82 arasında değişmekte olduğu belirmişlerdir. Beggan vd. (2006b) bifteklerde metmiyoglobin gelişimi üzerinde oksijen tutucuların etkilerini araştırdıkları çalışmada *longissimus lumborum* ve *M. semimembranosus* kaslarında oksijen tutucuların herhangi bir süre periyodunda kırmızılık değeri (a^*) veya doygunluk (saturation) üzerinde önemli bir etkiye neden olmadığını belirtmişlerdir. Isdell vd. (2003) MAP ve oksijen tutucu kullanılan sığır etlerinde renk stabilitesini araştırdıkları çalışmada, oksijen tutucu içeren örneklerde depolama süresince a^* değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Doherty ve Allen (1998) domuz etlerinde karbondioksitli modifiye atmosfer paketleme ve oksijen tutucuların renk ve muhafaza süresine etkilerini araştırdıkları çalışmada, %100 CO_2 ve oksijen tutucu kullanılan örneklerden en yüksek a^* değeri elde edildiğini, L^* değeri açısından da gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığını bildirmişlerdir. Zakrys vd. (2008) modifiye atmosfer paketleme ile ambalajlanmış sığır etlerinde a^* değerinin zamanla giderek azaldığını ve 3. güne kadar %50 O_2 içeren örneklerin en yüksek a^* değerini verdiğini, L^* değerinin zamanla arttığını ve %50 ve %80 O_2 içeren örneklerde en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.11 Tekstür Profil Analizi

Tavuk but ve göğüs etlerinin soğuk depolama süresince gerçekleştirilen tekstür profil analizinde belirlenen sertlik (N), adhesiflik (g.sn), esneklik, bağlayıcılık, gam özelliği (N) ve çiğnenebilirlik (N) değerleri sırasıyla çizelge 4.38-4.49 ile şekil 4.25-4.36'da verilmiştir.

Tavuk but etlerinde depolamanın başlangıç değerlerine göre 19. günde tüm gruplarda sertlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Depolamanın 4. ve 10. gününde but etlerinde Hava grubunda sertlik değeri MAP ve oksijen tutucu içeren gruplara göre yüksek ($p<0.05$) bulunmuştur.

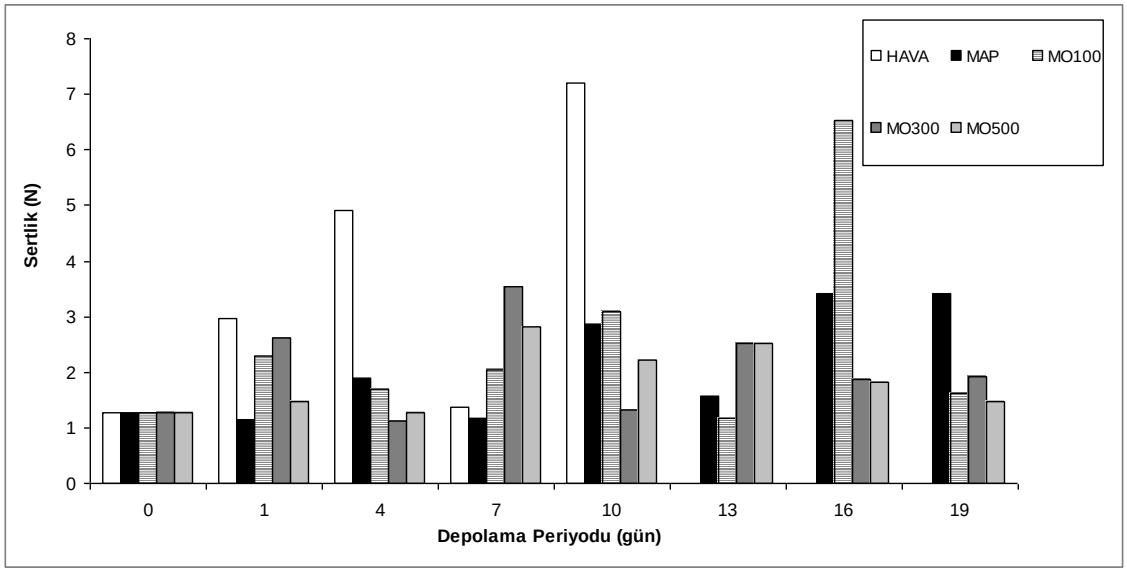
Çizelge 4.38 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sertlik (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.26 ± 0.08^{aA}	1.26 ± 0.08^{aA}	1.26 ± 0.08^{aA}	1.26 ± 0.08^{aA}	1.26 ± 0.08^{aA}
1	2.96 ± 0.03^{bC}	1.15 ± 0.11^{aA}	2.30 ± 0.29^{cB}	2.61 ± 0.37^{cBC}	1.46 ± 0.05^{abA}
4	4.91 ± 0.12^{cC}	1.89 ± 0.01^{cB}	1.69 ± 0.03^{bB}	1.13 ± 0.01^{aA}	1.27 ± 0.12^{abA}
7	1.37 ± 0.06^{aA}	1.16 ± 0.02^{aA}	2.04 ± 0.07^{cB}	3.53 ± 0.17^{dD}	2.82 ± 0.01^{fC}
10	7.20 ± 0.36^{dD}	2.87 ± 0.15^{dC}	3.10 ± 0.07^{dC}	1.31 ± 0.23^{aA}	2.23 ± 0.01^{dB}
13		1.58 ± 0.05^{bA}	1.18 ± 0.02^{aA}	2.52 ± 0.29^{cB}	2.51 ± 0.01^{eB}
16		3.42 ± 0.02^{eB}	6.52 ± 0.02^{eC}	1.87 ± 0.01^{bA}	1.82 ± 0.16^{cA}
19		3.42 ± 0.01^{eC}	1.61 ± 0.04^{bA}	1.92 ± 0.13^{bB}	1.48 ± 0.08^{bA}

*Ortalama±Standart sapma

a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.25 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin sertlik (N) değerlerindeki değişim

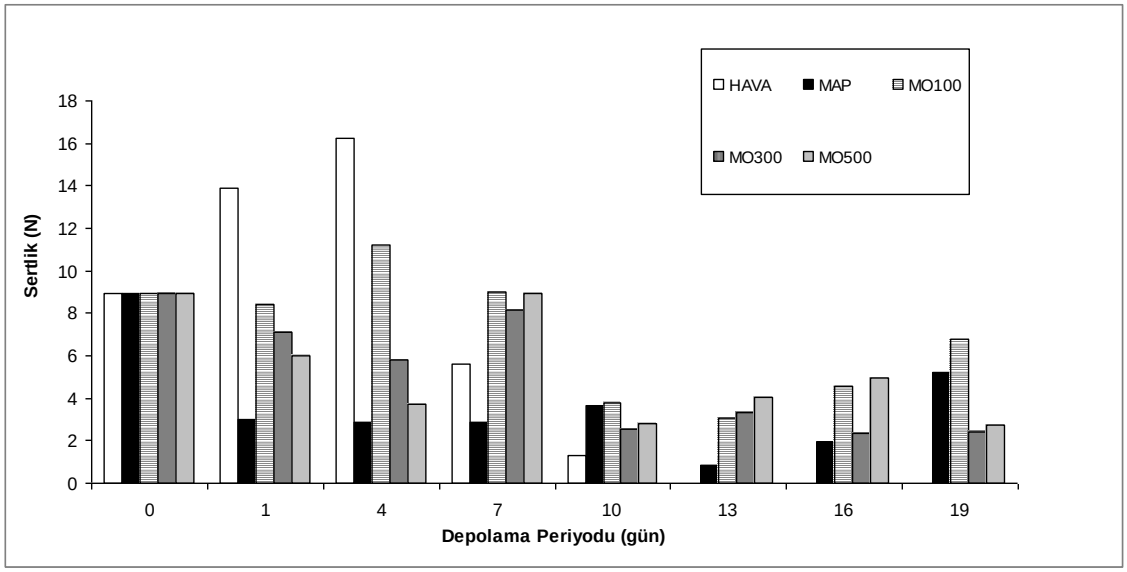
Çizelge 4.39 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sertlik (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	8.92 ± 0.34^{cA}	8.92 ± 0.34^{eA}	8.92 ± 0.34^{dA}	8.92 ± 0.34^{cA}	8.92 ± 0.34^{dA}
1	13.86 ± 0.71^{dD}	2.98 ± 0.34^{cA}	8.43 ± 0.51^{dC}	7.11 ± 1.31^{bcBC}	6.01 ± 0.01^{cB}
4	16.21 ± 1.62^{dD}	2.88 ± 0.63^{cA}	11.24 ± 0.69^{eC}	5.79 ± 0.11^{bB}	3.70 ± 0.70^{abAB}
7	5.64 ± 1.00^{bB}	2.88 ± 0.09^{cA}	8.99 ± 0.01^{dC}	8.17 ± 1.98^{cBC}	8.95 ± 0.43^{dC}
10	1.28 ± 0.05^{aA}	3.64 ± 0.01^{cB}	3.79 ± 0.95^{abB}	$2.55\pm0.48a^{AB}$	2.82 ± 0.38^{aB}
13		0.88 ± 0.01^{aA}	3.07 ± 0.52^{aB}	3.31 ± 0.90^{aB}	4.02 ± 0.99^{abB}
16		1.98 ± 0.42^{bA}	4.58 ± 0.98^{bB}	2.34 ± 0.01^{aA}	4.98 ± 0.64^{bcB}
19		5.24 ± 0.09^{dB}	6.79 ± 0.27^{cC}	2.40 ± 0.28^{aA}	2.76 ± 0.69^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tavuk göğüs etlerinde ise depolamanın başlangıcından 19. güne kadar sertlik değerlerinde azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). Muhafazanın 19. gününde MAP ve MO100 grupları MO300 ve MO500 gruplarından önemli ölçüde yüksek sertlik değerlerine sahip olmuştur ($p<0.05$).

Göğüs etlerinde başlangıç ve depolamanın 19. günü sertlik değerleri but etlerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bunun da düşük yağ içeren göğüs etlerinin daha sert bir tekstür özelliği göstermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Nieto vd. 2009).



Şekil 4.26 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin sertlik (N) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.40 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin adhesiflik (g.sn) değerleri*

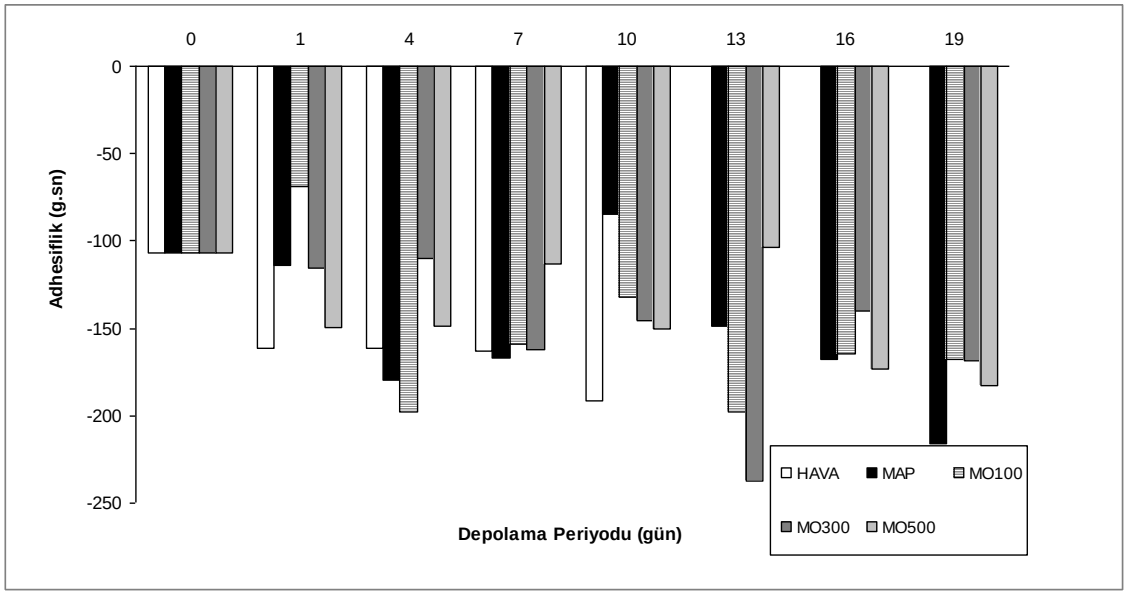
Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	-106.59±5.91^{cA}	-106.59±5.91^{dA}	-106.59±5.91^{dA}	-106.59±5.91^{eA}	-106.59±5.91^{cA}
1	-161.54±0.67^{bA}	-113.77±6.07^{dB}	-68.99±11.60^{eC}	-115.63±7.40^{cdeB}	-149.15±14.70^{bA}
4	-161.61±1.85^{bBC}	-179.32±6.61^{bAB}	-1.97.68±1.76^{aA}	-109.91±21.50^{deD}	-148.95±2.11^{bC}
7	-162.97±3.92^{bA}	-167.14±7.01^{bA}	-159.26±1.46^{bA}	-162.23±14.34^{bA}	-113.24±5.03^{cB}
10	-191.74±3.85^{aA}	-84.67±4.18^{eD}	-132.08±2.81^{cC}	-145.31±5.28b^{cBC}	-149.93±9.41^{bB}
13		-148.47±5.74^{cC}	-197.87±14.27^{aB}	-237.69±22.15^{aA}	-103.35±1.36^{cD}
16		-167.40±9.61^{bA}	-164.58±7.87^{bA}	-140.34±5.56^{bcdB}	-172.91±5.53^{aA}
19		-216.20±0.01^{aA}	-168.09±12.01^{bB}	-168.64±6.93^{bB}	-183.11±10.55^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

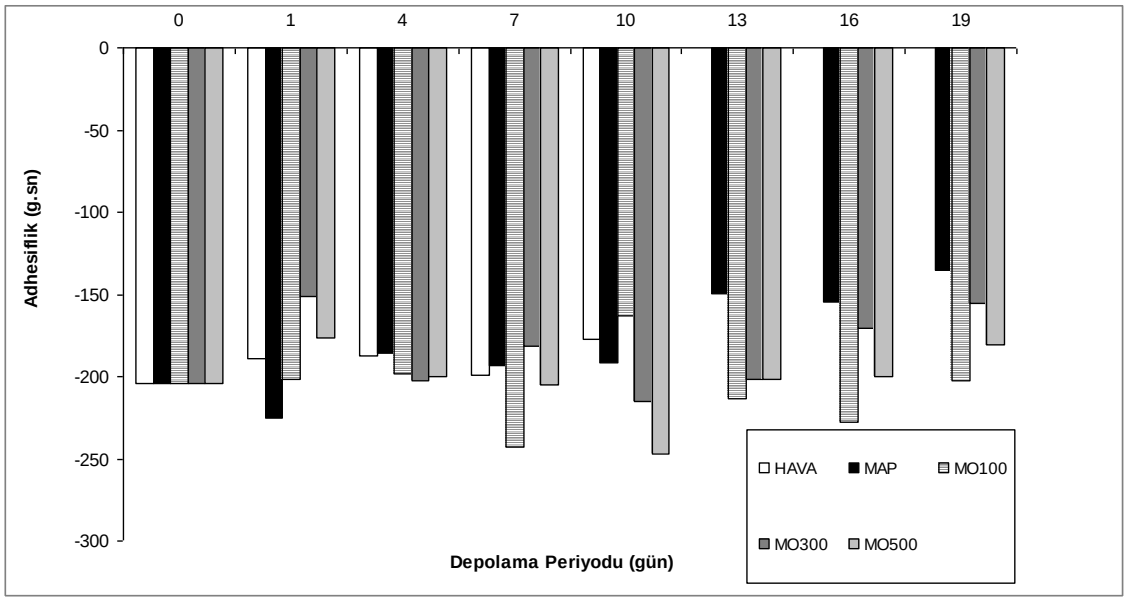
Çizelge 4.41 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin adhesiflik (g.sn) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	-204.04±62.83^{aA}	-204.04±62.83^{abA}	-204.04±62.83^{abA}	-204.04±62.83^{abA}	-204.04±62.83^{abA}
1	-189.18±7.72^{aBC}	-225.42±3.08^{aA}	-201.46±4.52^{abB}	-151.38±1.16^{bD}	-176.60±7.51^{bC}
4	-187.47±9.86^{aA}	-185.50±0.14^{abcA}	-197.92±3.91^{abA}	-202.61±7.09^{abA}	-200.41±8.62^{abA}
7	-199.05±17.34^{aB}	-192.91±10.47^{abcB}	-243.03±17.84^{aA}	-181.74±14.06^{abB}	-205.07±20.59^{abAB}
10	-177.27±7.02^{aCD}	-191.96±5.08^{abcBC}	-163.13±15.90^{bD}	-214.96±2.74^{aB}	-246.65±13.20^{aA}
13		-149.86±3.15^{bcB}	-213.34±18.19^{abA}	-201.73±0.14^{abA}	-201.98±8.85^{abA}
16		-154.87±19.35^{bcB}	-227.43±20.57^{abA}	-170.23±10.35^{abB}	-200.01±16.01^{abAB}
19		-135.54±7.09^{cC}	-202.79±22.81^{abA}	-155.70±9.78^{bBC}	-180.91±9.41^{bAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.27 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin adhesiflik (g.sn) değerlerindeki değişim



Şekil 4.28 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin adhesiflik (g.sn) değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs eti başlangıç adhesiflik değerleri sırasıyla -106.59 ve -204.04 olarak saptanmıştır. Tavuk but etlerinde örnek gruplarının muhafazanın ilerlemesiyle

adhesiflik değerlerinde azalış ($p<0.05$) olduğu, buna karşın tavuk göğüs etlerinde ise artış meydana geldiği gözlenmektedir.

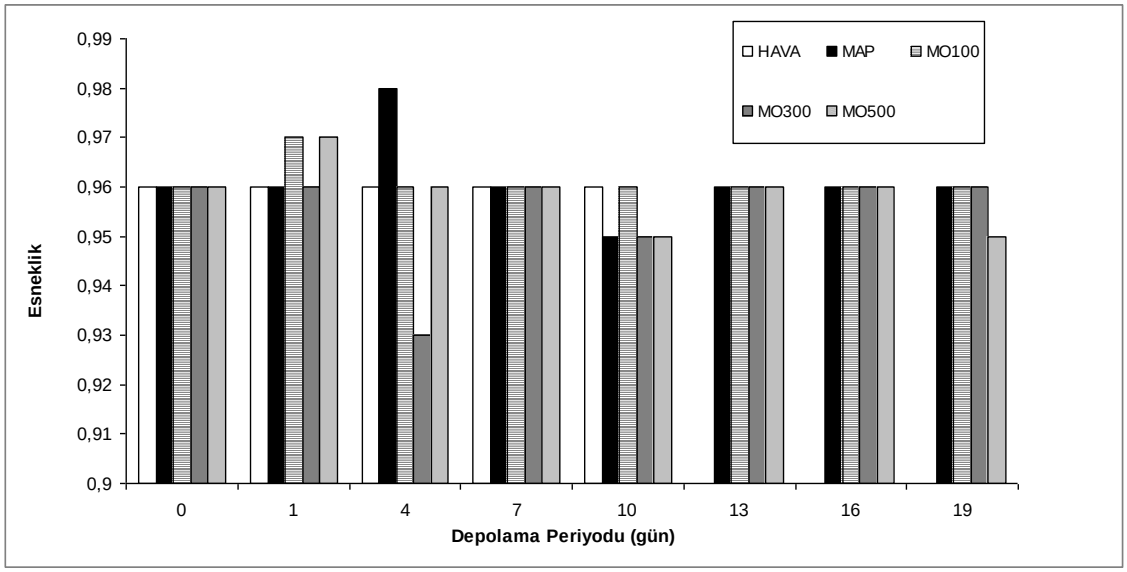
Çizelge 4.42 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin esneklik değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}
1	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.97 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.97 ± 0.01^{aA}
4	0.96 ± 0.01^{aA}	0.98 ± 0.02^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.93 ± 0.04^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}
7	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}
10	0.96 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{aA}
13		0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}
16		0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}
19		0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{aA}

*Ortalama±Standart sapma

a-a: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-A: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

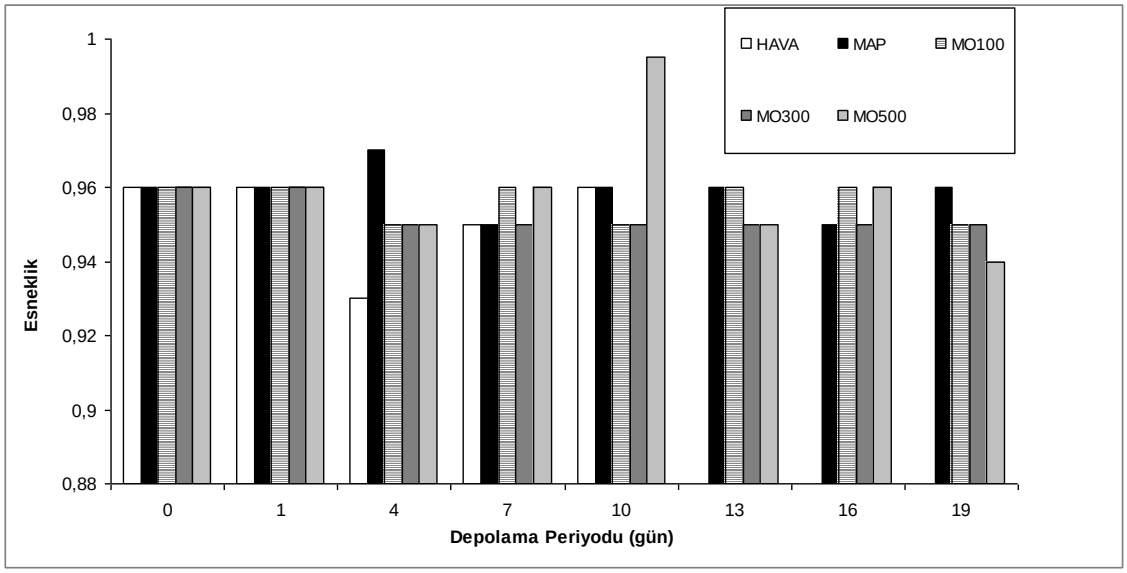


Şekil 4.29 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin esneklik değerlerindeki değişim

Çizelge 4.43 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin esneklik değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.96 ± 0.01^{bcA}	0.96 ± 0.01^{abA}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{bcA}	0.95 ± 0.01^{bA}
1	0.96 ± 0.01^{bcA}	0.96 ± 0.01^{abA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{cA}	0.96 ± 0.01^{bA}
4	0.93 ± 0.01^{aA}	0.97 ± 0.01^{bB}	0.95 ± 0.01^{aB}	0.95 ± 0.01^{abB}	0.95 ± 0.01^{abB}
7	0.95 ± 0.01^{bA}	0.95 ± 0.01^{aAB}	0.96 ± 0.01^{aB}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{bB}
10	0.96 ± 0.01^{cB}	0.96 ± 0.01^{abAB}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{abA}	0.95 ± 0.01^{abA}
13		0.96 ± 0.01^{abA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{abA}	0.95 ± 0.01^{abA}
16		0.95 ± 0.01^{aA}	0.96 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{abA}	0.96 ± 0.01^{bA}
19		0.96 ± 0.01^{abA}	0.95 ± 0.01^{aA}	0.95 ± 0.01^{abA}	0.94 ± 0.01^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



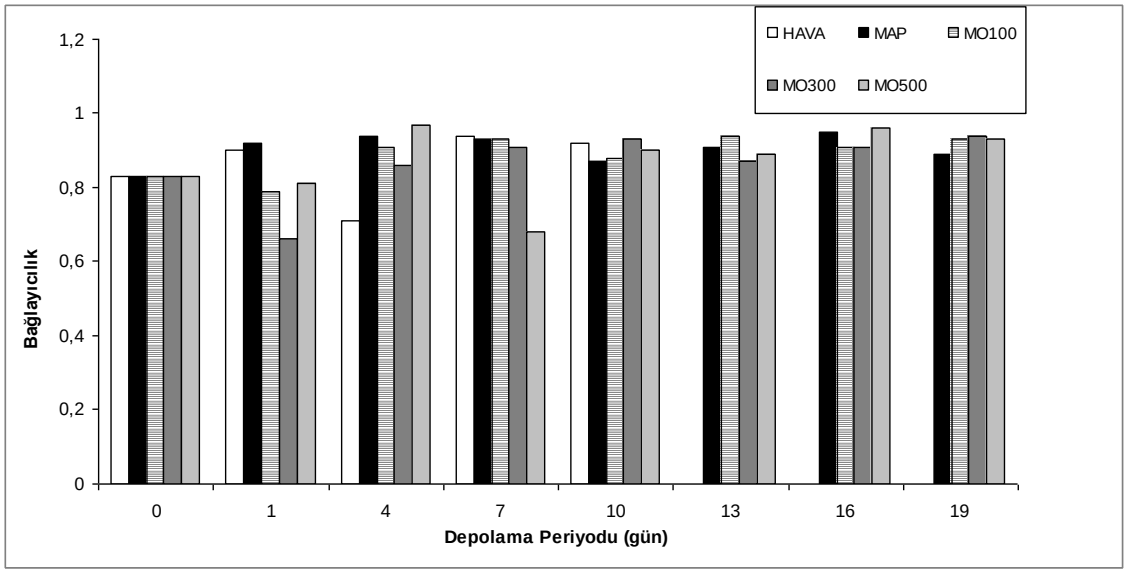
Şekil 4.30 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin esneklik değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs etinin başlangıç esneklik değerinin 0.96 olduğu görülmektedir. Muhafazanın başlangıcından sonuna kadar tavuk but ve göğüs etinde örnek gruplarının esneklik değerinde bir değişiklik saptanmamıştır.

Çizelge 4.44 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin bağlayıcılık değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.83 ± 0.03^{abA}	0.83 ± 0.03^{aA}	0.83 ± 0.03^{abA}	0.83 ± 0.03^{bA}	0.83 ± 0.03^{abA}
1	0.90 ± 0.04^{abB}	0.92 ± 0.01^{bcdB}	0.79 ± 0.06^{aAB}	0.66 ± 0.14^{aA}	0.81 ± 0.07^{abAB}
4	0.71 ± 0.16^{aA}	0.94 ± 0.04^{cdB}	0.91 ± 0.02^{cAB}	0.86 ± 0.05^{bAB}	0.97 ± 0.03^{bB}
7	0.94 ± 0.02^{bB}	0.93 ± 0.02^{cdB}	0.93 ± 0.01^{cB}	0.91 ± 0.02^{bB}	0.68 ± 0.16^{aA}
10	0.92 ± 0.01^{abAB}	0.87 ± 0.01^{abA}	0.88 ± 0.01^{bcAB}	0.93 ± 0.04^{bB}	0.90 ± 0.01^{bAB}
13		0.91 ± 0.02^{bcdA}	0.94 ± 0.02^{cA}	0.87 ± 0.06^{bA}	0.89 ± 0.02^{bA}
16		0.95 ± 0.01^{dA}	0.91 ± 0.01^{cA}	0.91 ± 0.02^{bA}	0.96 ± 0.04^{bA}
19		0.89 ± 0.01^{abcA}	0.93 ± 0.01^{cAB}	0.94 ± 0.01^{bB}	0.93 ± 0.01^{bAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

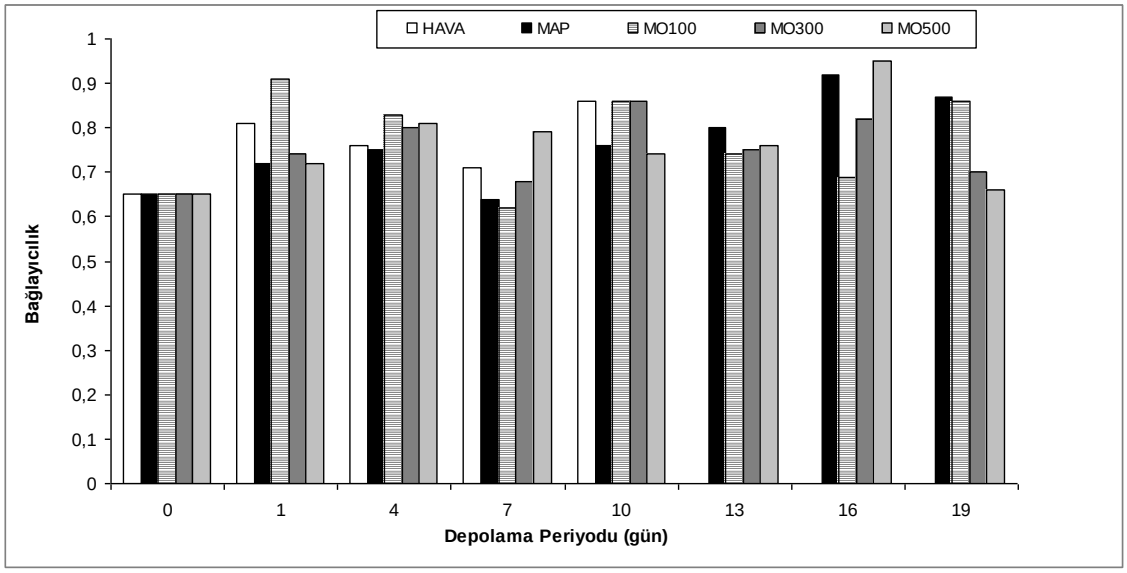


Şekil 4.31 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin bağlayıcılık değerlerindeki değişim

Çizelge 4.45 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin bağlayıcılık değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	0.65 ± 0.02^{aA}	0.65 ± 0.02^{aA}	0.65 ± 0.02^{abA}	0.65 ± 0.02^{aA}	0.65 ± 0.02^{aA}
1	0.81 ± 0.02^{cAB}	0.72 ± 0.08^{abA}	0.91 ± 0.08^{cB}	0.74 ± 0.04^{abcAB}	0.72 ± 0.07^{abA}
4	0.76 ± 0.01^{bA}	0.75 ± 0.01^{abcA}	0.83 ± 0.16^{abcA}	0.80 ± 0.01^{bcA}	0.81 ± 0.12^{bA}
7	0.71 ± 0.02^{bAB}	0.64 ± 0.05^{aA}	0.62 ± 0.08^{aA}	0.68 ± 0.01^{abAB}	0.79 ± 0.01^{abB}
10	0.86 ± 0.01^{cA}	0.76 ± 0.02^{abcA}	0.86 ± 0.08^{abcA}	0.86 ± 0.01^{cA}	0.74 ± 0.04^{abA}
13		0.80 ± 0.01^{bcdB}	0.74 ± 0.01^{abcA}	0.75 ± 0.01^{abcA}	0.76 ± 0.02^{abA}
16		0.92 ± 0.02^{dAB}	0.69 ± 0.13^{abcA}	0.82 ± 0.08^{bcAB}	0.95 ± 0.01^{cB}
19		0.87 ± 0.09^{cdA}	0.86 ± 0.09^{bcA}	0.70 ± 0.12^{abA}	0.66 ± 0.01^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.32 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin bağlayıcılık değerlerindeki değişim

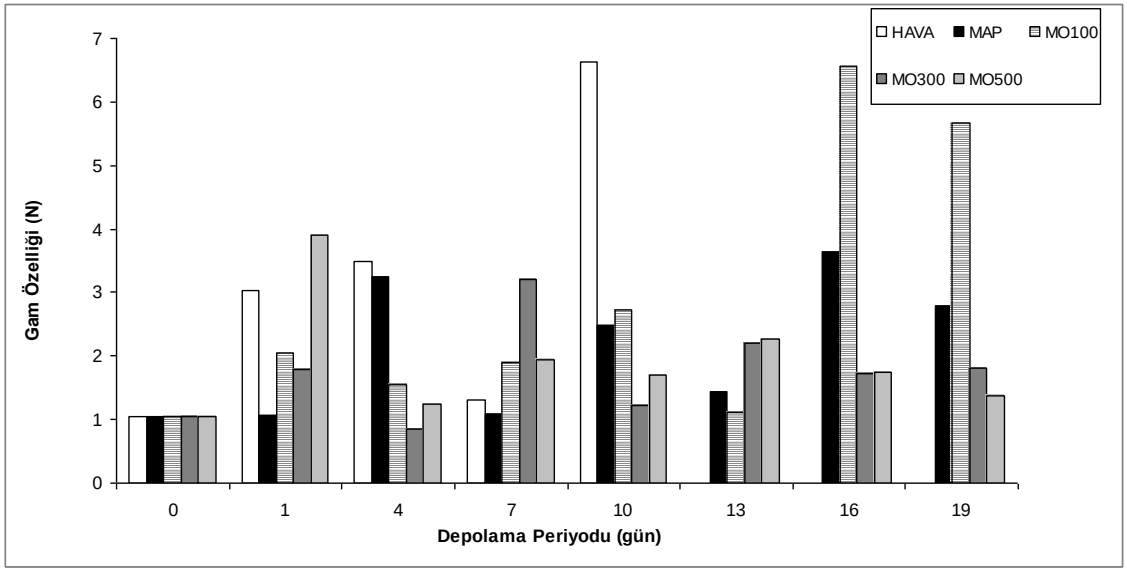
Tavuk but ve göğüs etlerinin başlangıç bağlayıcılık değerleri sırasıyla 0.83 ve 0.65 olarak bulunmuştur. Depolamanın başlangıcından itibaren but ve göğüs etlerinde bağlayıcılık değerleri 19. güne kadar artış göstermiştir. Andres vd. (2004) yaptıkları çalışmada tavuk etinden hazırladıkları sosislerde yağ miktarının artmasıyla bağlayıcılık özelliğinin arttığını bildirmişlerdir. Tavuk but etlerinin yağ içeriğinin göğüs etlerinden

daha yüksek olmasından dolayı başlangıç bağlayıcılık özellikleri ve depolamanın 19. gününde ulaşılan değerler but etlerinde daha yüksek saptanmıştır.

Çizelge 4.46 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin gam özelliği (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.05 ± 0.11^{aA}	1.05 ± 0.11^{aA}	1.05 ± 0.11^{aA}	1.05 ± 0.11^{aA}	1.05 ± 0.11^{aA}
1	3.03 ± 0.01^{bBC}	1.07 ± 0.11^{aA}	2.06 ± 0.07^{cdAB}	1.78 ± 0.63^{bcA}	3.90 ± 0.55^{dC}
4	3.49 ± 0.91^{bB}	3.26 ± 0.15^{cdB}	1.55 ± 0.07^{abcA}	0.86 ± 0.24^{aA}	1.24 ± 0.08^{abA}
7	1.30 ± 0.04^{aA}	1.09 ± 0.04^{aA}	1.90 ± 0.07^{bcB}	3.20 ± 0.06^{dC}	1.93 ± 0.48^{bcB}
10	6.64 ± 0.43^{cC}	2.49 ± 0.14^{bB}	2.72 ± 0.04^{dB}	1.22 ± 0.16^{abA}	1.71 ± 0.43^{abcA}
13		1.44 ± 0.01^{aB}	1.11 ± 0.02^{abA}	2.21 ± 0.09^{cC}	2.26 ± 0.05^{cC}
16		3.65 ± 0.53^{dB}	6.56 ± 0.86^{fC}	1.72 ± 0.05^{bcA}	1.75 ± 0.08^{abcA}
19		2.79 ± 0.41^{bcB}	5.67 ± 0.38^{eC}	1.81 ± 0.09^{bcA}	1.38 ± 0.05^{abA}

*Ortalama±Standart sapma
a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

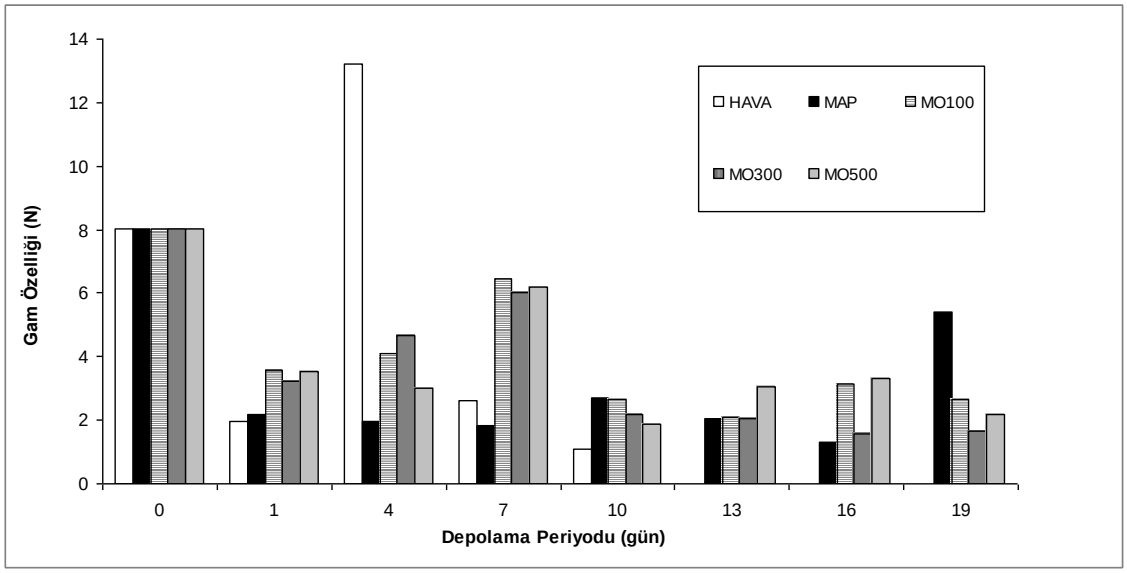


Şekil 4.33 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin gam özelliği (N) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.47 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin gam özelliği (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	8.03 ± 0.28^{dA}	8.03 ± 0.28^{eA}	8.03 ± 0.28^{fA}	8.03 ± 0.28^{eA}	8.03 ± 0.28^{eA}
1	1.98 ± 0.13^{bA}	2.16 ± 0.51^{bcA}	3.59 ± 0.15^{cdB}	3.22 ± 0.16^{bB}	3.54 ± 0.05^{cB}
4	13.23 ± 0.02^{eE}	1.98 ± 0.19^{bA}	4.09 ± 0.01^{dC}	4.68 ± 0.11^{cD}	3.03 ± 0.02^{bcB}
7	2.63 ± 0.01^{cA}	1.85 ± 0.22^{bA}	6.47 ± 0.53^{eB}	6.03 ± 0.74^{dB}	6.20 ± 0.83^{dB}
10	1.09 ± 0.03^{aA}	2.70 ± 0.01^{cC}	2.64 ± 0.21^{abC}	2.20 ± 0.38^{aBC}	1.87 ± 0.13^{aB}
13		2.06 ± 0.02^{bA}	2.11 ± 0.12^{aAB}	2.04 ± 0.05^{aA}	3.07 ± 0.68^{bcB}
16		1.30 ± 0.02^{aA}	3.12 ± 0.08^{bcB}	1.58 ± 0.26^{aA}	3.32 ± 0.45^{cB}
19		5.40 ± 0.11^{dC}	2.65 ± 0.36^{abB}	1.67 ± 0.08^{aA}	2.16 ± 0.01^{abAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-f: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-E: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



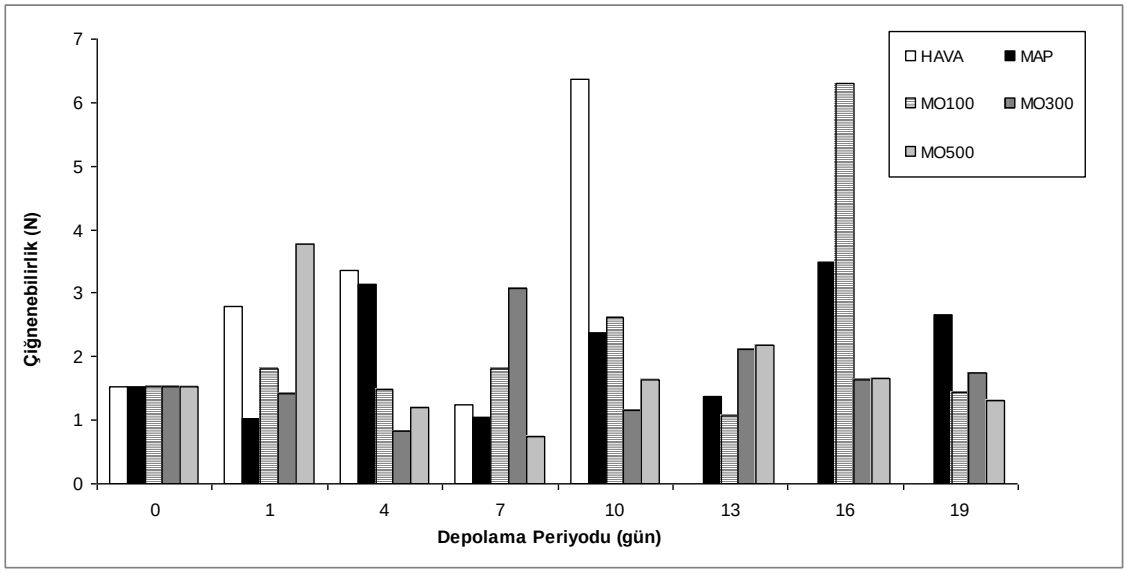
Şekil 4.34 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin gam özelliği (N) değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs etlerinin başlangıç gam özelliği sırasıyla 1.05 ve 8.03 N olarak bulunmuştur. Tavuk but etlerinde Hava, MAP ve oksijen tutucu içeren örnek gruplarında muhafazanın ilerlemesiyle gam özelliğinde artış saptanmıştır. Tavuk göğüs etlerinde ise örneklerin gam özelliği muhafazanın ilerlemesiyle azalmıştır.

Çizelge 4.48 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	1.52 ± 0.61^{abA}	1.52 ± 0.61^{aA}	1.52 ± 0.61^{aA}	1.52 ± 0.61^{bcA}	1.52 ± 0.61^{abcA}
1	2.79 ± 0.15^{bcB}	1.03 ± 0.11^{aA}	1.80 ± 0.38^{abA}	1.41 ± 0.19^{abA}	3.77 ± 0.54^{dC}
4	3.35 ± 0.87^{cB}	3.13 ± 0.12^{bcB}	1.49 ± 0.07^{aA}	0.83 ± 0.22^{aA}	1.19 ± 0.08^{abA}
7	1.25 ± 0.04^{aC}	1.04 ± 0.04^{aB}	1.82 ± 0.06^{abD}	3.07 ± 0.06^{dE}	0.74 ± 0.01^{aA}
10	6.37 ± 0.41^{dC}	2.38 ± 0.13^{bB}	2.61 ± 0.04^{bB}	1.16 ± 0.16^{abA}	1.63 ± 0.41^{bcA}
13		1.38 ± 0.01^{aB}	1.07 ± 0.01^{aA}	2.12 ± 0.09^{cC}	2.17 ± 0.05^{cC}
16		3.49 ± 0.52^{cB}	6.30 ± 0.83^{cC}	1.64 ± 0.04^{bcA}	1.66 ± 0.07^{bcA}
19		2.67 ± 0.40^{bB}	1.45 ± 0.01^{aA}	1.74 ± 0.09^{bcA}	1.31 ± 0.04^{abA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-E: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

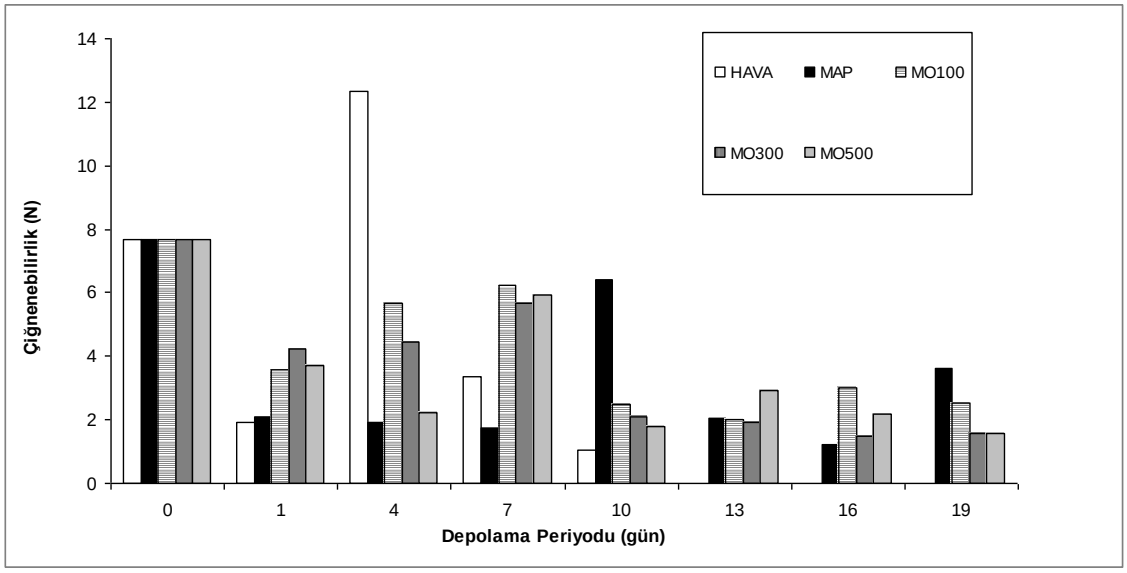


Şekil 4.35 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.49 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerleri*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
0	7.66 ± 0.28^{dA}	7.66 ± 0.28^{eA}	7.66 ± 0.28^{eA}	7.66 ± 0.28^{dA}	7.66 ± 0.28^{dA}
1	1.90 ± 0.11^{bA}	2.08 ± 0.50^{bA}	3.56 ± 0.16^{cB}	4.23 ± 0.42^{bB}	3.69 ± 0.17^{bB}
4	12.35 ± 0.01^{eD}	1.91 ± 0.18^{abA}	5.67 ± 0.26^{dC}	4.44 ± 0.10^{bB}	2.22 ± 0.91^{aA}
7	3.35 ± 1.21^{cA}	1.75 ± 0.21^{abA}	6.22 ± 0.49^{dB}	5.69 ± 0.73^{cB}	5.94 ± 0.81^{cB}
10	1.04 ± 0.03^{aA}	6.42 ± 0.42^{dC}	2.50 ± 0.20^{abB}	2.09 ± 0.37^{aB}	1.78 ± 0.12^{aB}
13		2.03 ± 0.03^{bAB}	2.02 ± 0.10^{aAB}	1.93 ± 0.05^{aA}	2.91 ± 0.63^{abB}
16		1.23 ± 0.02^{aA}	3.00 ± 0.08^{bcC}	1.50 ± 0.24^{aA}	2.17 ± 0.05^{aB}
19		3.61 ± 0.48^{cB}	2.52 ± 0.37^{abAB}	1.58 ± 0.07^{aA}	1.59 ± 0.65^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-D: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)



Şekil 4.36 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğnenebilirlik (N) değerlerindeki değişim

Tavuk but ve göğüs etlerinde başlangıç çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 1.52 ve 7.66 olarak bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcından itibaren tavuk but etlerinde Hava grubunda 10. güne kadar çiğnenebilirlik özelliğinde artış olduğu, 19. güne kadar MAP, MO300 gruplarında da artış olduğu ve MO100 ile MO500 gruplarında ise azalma olduğu saptanmıştır. Tavuk göğüs etinde muhafazanın başlangıcında Hava grubunda 10.

güne kadar MAP ve oksijen tutucu içeren gruplarda da 19. güne kadar azalma olduğu belirlenmiştir.

Barbut (2006) emülsifiye kanatlı etinin mikroyapı ve tekstür özellikleri üzerine kazeinat, peynir altı suyu ve süt tozunun etkilerini inceledikleri çalışmada tekstür profil analizini 16 mm çapında ve 10 mm kalınlığında örneklerde yapmışlardır. Tekstür profil analizinde kırılganlık, sertlik, çiğnenebilirlik, gam özelliği, esneklik ve bağlayıcılık özelliklerini analiz etmişlerdir. Kontrol grubunda sertliği 23.8 N, esnekliği 0.67mm, bağlayıcılığı 0.24, çiğnenebilirliği 4.0, gam özelliğini de 6.2 olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Nieto vd. (2009) et emülsiyonlarında farklı yağ konsantrasyonlarında alkalaz hidrolize patates proteinlerinin antioksidan ve emülsifiye özelliklerini araştırdıkları çalışmada tekstür profil analizinde sertlik ve bağlayıcılık özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla hazırladıkları frankfurter tipi sosislerde kontrol grubunda sertlik ve bağlayıcılık değerlerinin 9.09 N ve 0.913 olduğunu, %15 yağ içeriğine sahip olan sosislerin %30 yağ içerenlere göre daha sert özellikte olduğunu belirtmişlerdir. Huda vd. (2010) sosis üretiminde tavuk ve ördek etlerinin kalite üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada ördek etlerinin formülasyonda artması sonucunda daha fazla yağ içermesi nedeniyle sertliğin arttığını bildirmişlerdir. Nem ve protein içeriğinin de tekstür profil analiz parametrelerini etkilediğini, yağ içeriğinin artması sonucunda sertliğin, gam özelliğinin, bağlayıcılığın, çiğnenebilirliğin arttığını buna karşın esnekliğin azaldığını belirtmişlerdir. Yuste vd. (1999) basınç işlemi uygulanmamış sosislerde esneklik değerlerinin basınç işlemi uygulananlara göre yüksek olduğunu, tekstürün belirlenmesinde hayvan türünün de önemli olduğunu bildirmişlerdir.

4.12 Duyusal Analiz

4.12.1 Çiğ tavuk but ve göğüs etlerinde duyusal analiz

Ambalaj ilk açıldığında çiğ tavuk but ve göğüs etlerinde gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları sırasıyla çizelge 4.50-4.61 ve şekil 4.37-4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.50 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal görünüş puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.87 ± 0.25^{bA}	8.25 ± 0.50^{dA}	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.50^{dA}	8.25 ± 0.50^{cA}
4	7.00 ± 0.81^{bA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.75 ± 0.50^{cA}	7.75 ± 0.50^{cdA}	7.75 ± 0.50^{bcA}
7	7.00 ± 0.81^{bA}	7.12 ± 0.85^{cA}	7.50 ± 0.57^{cA}	7.75 ± 0.50^{cdA}	7.75 ± 0.50^{bcA}
10	3.75 ± 0.50^{aA}	6.75 ± 0.50^{cB}	6.25 ± 0.50^{abB}	7.00 ± 0.81^{bcB}	6.75 ± 0.95^{bB}
13		5.75 ± 0.95^{bA}	5.87 ± 0.62^{abA}	6.62 ± 0.47^{bA}	6.87 ± 0.85^{bA}
16		5.50 ± 0.57^{bA}	6.62 ± 0.47^{bB}	6.50 ± 0.57^{abB}	6.75 ± 0.50^{bB}
19		4.25 ± 0.50^{aA}	5.75 ± 0.50^{aB}	5.75 ± 0.50^{aB}	5.50 ± 0.57^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.51 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal görünüş puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.75 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.00 ± 0.81^{cA}
4	6.75 ± 0.50^{bA}	7.25 ± 0.95^{cdA}	7.75 ± 0.50^{cdA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.25 ± 0.95^{bcA}
7	6.50 ± 0.57^{bA}	6.87 ± 0.85^{cA}	7.25 ± 0.50^{bcA}	7.25 ± 0.50^{bcdA}	7.00 ± 0.81^{bcA}
10	5.50 ± 0.57^{aA}	6.87 ± 0.25^{cB}	7.12 ± 0.62^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcdB}	7.50 ± 0.57^{bcB}
13		6.25 ± 0.50^{bcA}	6.50 ± 0.57^{abA}	6.75 ± 0.50^{abcA}	6.50 ± 0.57^{abA}
16		4.50 ± 0.57^{aA}	6.62 ± 0.47^{abB}	6.37 ± 0.47^{abB}	6.87 ± 0.25^{bB}
19		5.25 ± 0.50^{abA}	6.12 ± 0.25^{aA}	6.00 ± 0.81^{aA}	5.50 ± 0.57^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Tüm örneklerde görünüş puanları depolama süresince önemli ölçüde düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Gerek but ve gerek göğüs etlerinde Hava grubu mikrobiyolojik açıdan bozulduğu 10. günde MAP, MO100, MO300 ve MO500 gruplarından önemli ölçüde ($p<0.05$) düşük görünüş puanı almıştır. Depolamanın 19. gününde ise oksijen tutucu kullanılan gruplar, MAP grubundan daha yüksek görünüş puanlarına sahip olmuş, ancak MAP ve oksijen tutucu kullanılan grupların görünüş puanları arasındaki fark 19. günde sadece but etlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Renk puanları da görünüş puanlarına paralel olarak depolama süresince tüm örneklerde düşüş göstermiştir

($p<0.05$). Özellikle depolamanın son periyodunda oksijen tutucu içeren grupların MAP grubuna göre daha yüksek renk puanlarına sahip oldukları saptanmıştır.

Çiğ örneklerin koku değerlendirmesi iki aşamalı yapılmıştır. İlk olarak ambalaj açıldığı anda panelistler tarafından ambalaj atmosferinde algılanan koku (ilk algılanan koku) ve ambalaj materyalinin tamamının açılmasından yaklaşık 5 dakika sonra tavuk örneklerinin kokusu belirlenmiştir. Gerek ilk algılanan koku puanları gerekse koku puanları depolamanın ilerleyen periyotlarında önemli ölçüde düşüş göstermiş, 10. günde gerek but ve gerek göğüs etlerinde Hava grubunun diğer gruplardan önemli ölçüde düşük ($p<0.05$) ilk algılanan koku ve koku puanları aldıkları saptanmıştır. Genel olarak depolamanın son periyotlarında oksijen tutucu uygulanan grupların ilk algılanan koku ve koku puanları daha yüksek olmuştur ($p<0.05$).

Taze etlerde mikrobiyal bozulma ile birlikte ürün yüzeyinde ve sızıntı suyunda mukoz tabakanın derecesinin belirlendiği yapışkanlık puanları değerlendirildiğinde, gerek but ve gerek göğüs etinde Hava grubunun depolamanın 10. gününde daha düşük yapışkanlık puanına sahip olduğu ($p<0.05$), but etlerinde ise depolamanın son periyotların da oksijen tutucu kullanılan grupların MAP grubundan daha yüksek yapışkanlık puanı aldıkları gözlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çiğ but ve göğüs etlerinde 10. günde, yine Hava grubunun en düşük genel beğeni puanlarına sahip olduğu ve oksijen tutucu kullanılan grupların 19. günde MAP grubuna göre daha yüksek ($p<0.05$) puanlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Balamatsia vd. (2007) modifiye atmosfer paketlenmiş tavuk filetolarında uçucu aminlerin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, gerçekleştirdikleri duyusal analizde tat ve koku özellikleri değerlendirilmiş, 9'luk hedonik skala üzerinden 6'nın altında puan alan ürünler tüketilebilirlik özelliklerini yitirmiş olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, bütün vakum ve modifiye atmosferli ürünlerin en yüksek puanı aldığı, tat ve koku sınır puanının hava ile ambalajlanmış örneklerde 6-7. günde, vakum paketli örneklerde 10. günde aşıldığı ve

MAP örneklerinde depolama sonunda (15. gün) bile sınır puanın altına inilmediği bildirilmiştir. Mohan vd. (2008) soğukta muhafaza edilen kedi balıklarında (*Pangasius sutchi*) oksijen tutucuların raf ömrüne etkilerini araştırdıkları çalışmada, bütün gruplarda duyusal özelliklere ait puanların depolama süresince düşüş gösterdiğini, kontrol grubundaki düşüşün oksijen tutucu içeren örneklere göre daha fazla olduğunu, panelistlerin kontrol grubunu 10. günde, buna karşın oksijen tutucu içeren örnekleri ise 20. günde reddettiğini bildirmişlerdir. Economou vd. (2009) mikrodalgada pişirilip modifiye atmosferde ambalajlanmış olan tavuk etlerinde duyusal özelliklerden koku ve tada ait puanların soğuk muhafaza süresince azaldığını, MAP uygulanan örneklerde koku özelliği açısından kabul edilebilirlik sınırını (6 puan) 10-11 günlerde aşıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, bütün örneklerde görünüş puanlarının tat ve koku puanlarına göre daha yavaş düştüğünü belirtmişlerdir. Hasapidou ve Savvaidis (2011) modifiye atmosfer paketleme (%30CO_2/%70N_2), EDTA ve kekik yağının tavuk karaciğerleri kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, tat, koku ve genel beğeni puanlarının depolama süresi boyunca azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Ntzimani vd. (2008) hava, vakum, %30CO_2/%70N_2 ve %50CO_2/%50N_2 içeren MAP uygulanmış hindi göğüs filetolarında 5'lik puan sisteminin kullanmışlar ve koku ve tat puanlarının muhafaza süresince azaldığını belirtmişlerdir. Depolamanın 7. gününe kadar bütün örneklerin 5 puanın altına düşmediğini, 18. güne kadar bütün grupların aldığı puanların 4'ün üzerinde olduğunu ve muhafazanın 22. gününde hava kontrol grubunun 3.7 puan aldığını ve kötü koku gelişiminin olduğunu bildirmişlerdir. Muhafazanın 26. gününde hava kontrol grunun 3.0 puan aldığını, buna karşın vakum ve MAP gruplarının ise 30. günde bozulduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.52 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal renk puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.75 ± 0.50^{bA}	8.25 ± 0.50^{cA}	8.12 ± 0.25^{cA}	8.12 ± 0.25^{cA}	8.25 ± 0.50^{cA}
4	7.50 ± 0.57^{bA}	7.87 ± 0.25^{cA}	7.75 ± 0.50^{cA}	7.75 ± 0.50^{bcA}	7.75 ± 0.50^{bcA}
7	6.75 ± 0.50^{bA}	7.75 ± 0.50^{cA}	7.50 ± 1.00^{bcA}	7.75 ± 0.50^{bcA}	7.75 ± 0.50^{bcA}
10	5.25 ± 0.95^{aA}	6.25 ± 0.95^{bAB}	7.25 ± 0.50^{bcB}	6.75 ± 0.95^{abB}	7.00 ± 0.81^{bB}
13		6.00 ± 0.81^{bA}	5.87 ± 0.62^{aA}	6.75 ± 0.50^{abA}	7.00 ± 0.81^{bA}
16		5.87 ± 0.25^{bA}	6.37 ± 0.94^{abA}	6.25 ± 0.95^{aA}	6.75 ± 0.50^{abA}
19		4.50 ± 0.57^{aA}	5.75 ± 0.95^{aAB}	6.12 ± 0.62^{aB}	5.75 ± 0.95^{aAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.53 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal renk puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.75 ± 0.95^{cA}	8.00 ± 0.81^{dA}	8.00 ± 0.81^{cA}	8.00 ± 0.81^{dA}	8.00 ± 0.81^{cA}
4	6.75 ± 0.50^{bA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.75 ± 0.95^{cA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.25 ± 0.95^{bcA}
7	5.75 ± 0.50^{aA}	6.75 ± 0.28^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcdB}	7.25 ± 0.50^{bcB}
10	5.37 ± 0.47^{aA}	6.87 ± 0.25^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcB}	7.25 ± 0.95^{bcdB}	7.50 ± 0.57^{bcB}
13		6.00 ± 0.81^{bA}	6.25 ± 0.50^{aA}	6.87 ± 0.25^{abcA}	6.50 ± 0.57^{bA}
16		4.50 ± 0.57^{aA}	6.62 ± 0.47^{abB}	6.37 ± 0.47^{abB}	6.87 ± 0.25^{bcB}
19		4.75 ± 0.95^{aA}	6.12 ± 0.25^{aB}	6.00 ± 0.81^{aAB}	5.25 ± 0.95^{aAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.54 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal ilk algılanan koku puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.87 ± 0.25^{cA}	8.12 ± 0.25^{eA}	8.00 ± 0.81^{dA}	8.00 ± 0.81^{dA}	8.00 ± 0.81^{dA}
4	7.50 ± 0.57^{cA}	7.37 ± 0.47^{dA}	6.75 ± 0.50^{cA}	6.75 ± 0.50^{bcA}	6.75 ± 0.50^{bcA}
7	6.50 ± 0.57^{bA}	6.50 ± 0.57^{cA}	6.87 ± 0.25^{cA}	7.12 ± 0.25^{cdA}	7.12 ± 0.25^{cdA}
10	4.25 ± 0.50^{aA}	5.75 ± 0.50^{bB}	6.50 ± 0.57^{bcB}	6.50 ± 0.57^{bcB}	6.50 ± 0.57^{bcB}
13		5.50 ± 0.57^{bA}	6.12 ± 0.25^{bcB}	6.12 ± 0.25^{bcB}	6.12 ± 0.25^{bB}
16		5.25 ± 0.50^{bA}	5.75 ± 0.50^{abA}	6.00 ± 0.81^{bA}	6.00 ± 0.81^{bA}
19		2.25 ± 0.50^{aA}	5.00 ± 0.81^{aB}	4.75 ± 0.95^{aB}	5.00 ± 0.81^{aB}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.55 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal ilk algılanan koku puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.00 ± 0.81^{cA}	7.75 ± 0.95^{bA}	7.75 ± 0.95^{dA}	7.75 ± 0.95^{cA}	7.75 ± 0.95^{cA}
4	6.75 ± 0.50^{bA}	7.12 ± 0.85^{bA}	7.25 ± 0.95^{cdA}	7.25 ± 0.95^{bcA}	7.25 ± 0.95^{bcA}
7	6.12 ± 0.25^{bA}	6.87 ± 0.25^{bB}	7.25 ± 0.50^{cdB}	7.25 ± 0.50^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcB}
10	3.12 ± 0.25^{aA}	5.25 ± 0.50^{aB}	6.25 ± 0.50^{bcC}	6.25 ± 0.50^{abC}	6.25 ± 0.50^{abC}
13		5.12 ± 0.85^{aA}	6.12 ± 0.25^{bB}	6.25 ± 0.50^{abB}	6.12 ± 0.62^{aB}
16		4.25 ± 0.50^{aA}	5.37 ± 0.75^{abB}	5.50 ± 0.57^{aB}	5.87 ± 0.47^{aB}
19		4.50 ± 0.57^{aA}	4.50 ± 0.57^{aA}	5.87 ± 0.62^{aB}	5.62 ± 0.62^{aB}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.56 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal koku puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.50^{eA}	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.50^{cA}
4	7.62 ± 0.47^{cA}	7.62 ± 0.47^{deA}	7.62 ± 0.47^{cA}	7.62 ± 0.47^{bcA}	7.62 ± 0.47^{bcA}
7	6.00 ± 0.81^{bA}	7.00 ± 0.81^{cdAB}	7.50 ± 0.57^{cB}	7.50 ± 0.57^{bcB}	7.50 ± 0.57^{bcB}
10	3.50 ± 0.57^{aA}	6.25 ± 0.50^{bcB}	6.25 ± 0.50^{bB}	6.75 ± 0.50^{bB}	6.75 ± 0.50^{bB}
13		5.75 ± 0.95^{bA}	6.50 ± 0.57^{bA}	6.75 ± 0.50^{bA}	6.75 ± 0.50^{bA}
16		5.50 ± 0.57^{bA}	6.25 ± 0.95^{bAB}	6.62 ± 0.75^{bAB}	6.75 ± 0.64^{bB}
19		3.00 ± 0.81^{aA}	4.75 ± 0.95^{aB}	5.25 ± 0.95^{aB}	4.75 ± 0.95^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.57 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal koku puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.25 ± 0.95^{cA}	8.25 ± 0.95^{cA}	8.25 ± 0.95^{eA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{cA}
4	7.25 ± 0.50^{cA}	7.50 ± 0.57^{bcA}	7.50 ± 0.57^{deA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.50 ± 0.57^{bcA}
7	6.00 ± 0.81^{bA}	6.75 ± 0.50^{bAB}	7.12 ± 0.62^{cdB}	7.12 ± 0.62^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcB}
10	3.25 ± 0.50^{aA}	5.37 ± 0.75^{aB}	6.12 ± 0.25^{abC}	6.12 ± 0.25^{abC}	6.12 ± 0.25^{aC}
13		5.25 ± 0.95^{aA}	6.50 ± 0.57^{bcB}	6.75 ± 0.50^{abcB}	6.75 ± 0.50^{abB}
16		4.50 ± 0.57^{aA}	6.25 ± 0.50^{abcB}	6.25 ± 0.50^{abB}	5.75 ± 0.95^{aB}
19		4.25 ± 0.50^{aA}	5.50 ± 0.57^{aB}	5.75 ± 0.95^{aB}	5.75 ± 0.95^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.58 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal yapışkanlık puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.50^{dA}	8.25 ± 0.50^{eA}	8.25 ± 0.50^{dA}	8.25 ± 0.50^{dA}
4	7.75 ± 0.50^{cA}	7.75 ± 0.50^{cdA}	7.75 ± 0.50^{deA}	7.87 ± 0.25^{cdA}	7.75 ± 0.50^{cdA}
7	6.75 ± 0.50^{bA}	7.25 ± 0.50^{cA}	7.37 ± 0.75^{cdA}	7.50 ± 0.57^{bcA}	7.25 ± 0.50^{bcA}
10	4.75 ± 0.95^{aA}	6.25 ± 0.95^{bB}	6.75 ± 0.50^{bcB}	6.75 ± 0.50^{bB}	7.12 ± 0.25^{bcB}
13		6.25 ± 0.50^{bA}	6.25 ± 0.50^{abA}	6.75 ± 0.50^{bA}	6.75 ± 0.50^{bA}
16		5.75 ± 0.50^{bA}	6.50 ± 0.57^{bAB}	6.75 ± 0.50^{bB}	6.75 ± 0.50^{bB}
19		4.50 ± 0.57^{aA}	5.50 ± 0.57^{aB}	5.75 ± 0.50^{aB}	5.50 ± 0.57^{aB}

*Ortalama±Standart sapma

a-e: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.59 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal yapışkanlık puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.25 ± 0.50^{cA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{cA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{cA}
4	6.75 ± 0.50^{bA}	7.37 ± 0.47^{cdA}	7.37 ± 0.47^{bcA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.00 ± 0.81^{bA}
7	6.25 ± 0.50^{bA}	6.75 ± 0.50^{bcAB}	7.50 ± 0.57^{bcB}	7.25 ± 0.50^{bcdB}	7.25 ± 0.50^{bcB}
10	5.25 ± 0.50^{aA}	6.50 ± 0.57^{bcB}	7.00 ± 0.81^{bB}	7.00 ± 0.81^{bcB}	7.00 ± 0.81^{bB}
13		6.12 ± 0.62^{abA}	6.75 ± 0.50^{bA}	6.75 ± 0.50^{bcA}	6.75 ± 0.50^{abA}
16		5.25 ± 0.50^{aA}	6.25 ± 0.95^{abA}	6.25 ± 0.95^{abA}	6.25 ± 0.95^{abA}
19		5.75 ± 0.95^{abA}	5.25 ± 0.95^{aA}	5.50 ± 0.57^{aA}	5.75 ± 0.50^{aA}

*Ortalama±Standart sapma

a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.60 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal genel beğeni puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.25 ± 0.50^{dA}	8.50 ± 0.57^{dA}	8.37 ± 0.75^{dA}	8.37 ± 0.75^{dA}	8.37 ± 0.75^{dA}
4	7.37 ± 0.47^{cA}	7.87 ± 0.25^{cdA}	7.87 ± 0.25^{dA}	7.87 ± 0.25^{dA}	7.87 ± 0.25^{dA}
7	6.37 ± 0.47^{bA}	7.00 ± 0.40^{cAB}	7.50 ± 0.57^{cdB}	7.62 ± 0.47^{cdB}	7.62 ± 0.47^{cdB}
10	3.75 ± 0.50^{aA}	6.00 ± 0.81^{bB}	6.62 ± 0.75^{bcB}	6.62 ± 0.75^{bB}	6.87 ± 0.62^{bcB}
13		5.87 ± 0.85^{bA}	6.37 ± 0.47^{bAB}	6.87 ± 0.25^{bcB}	7.00 ± 0.40^{bcB}
16		5.37 ± 0.47^{bA}	6.62 ± 0.47^{bcB}	6.62 ± 0.47^{bB}	6.75 ± 0.50^{bB}
19		3.00 ± 0.81^{aA}	5.50 ± 0.57^{aB}	5.75 ± 0.50^{aB}	5.50 ± 0.57^{aB}

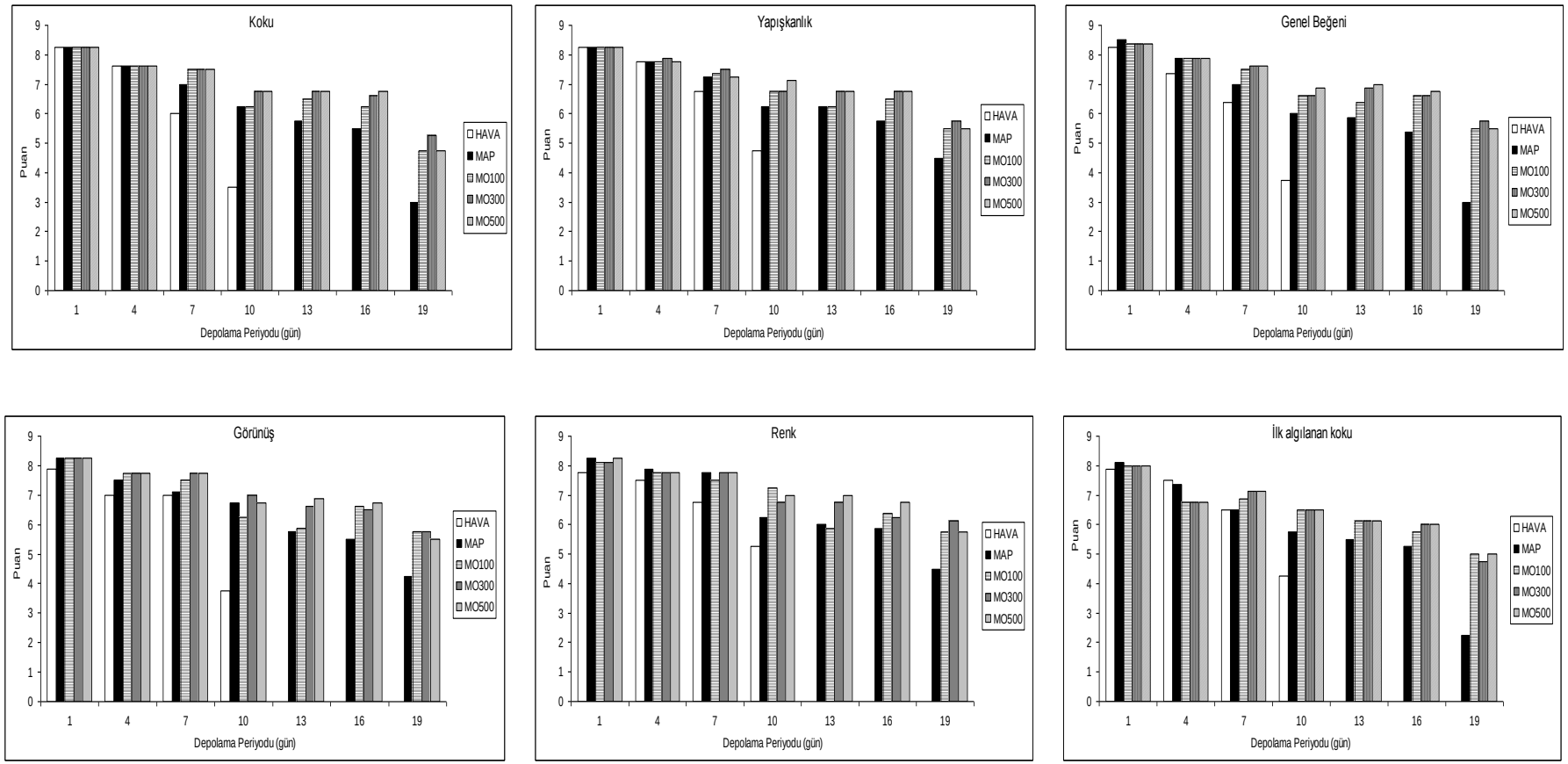
*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.61 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal genel beğeni puanları*

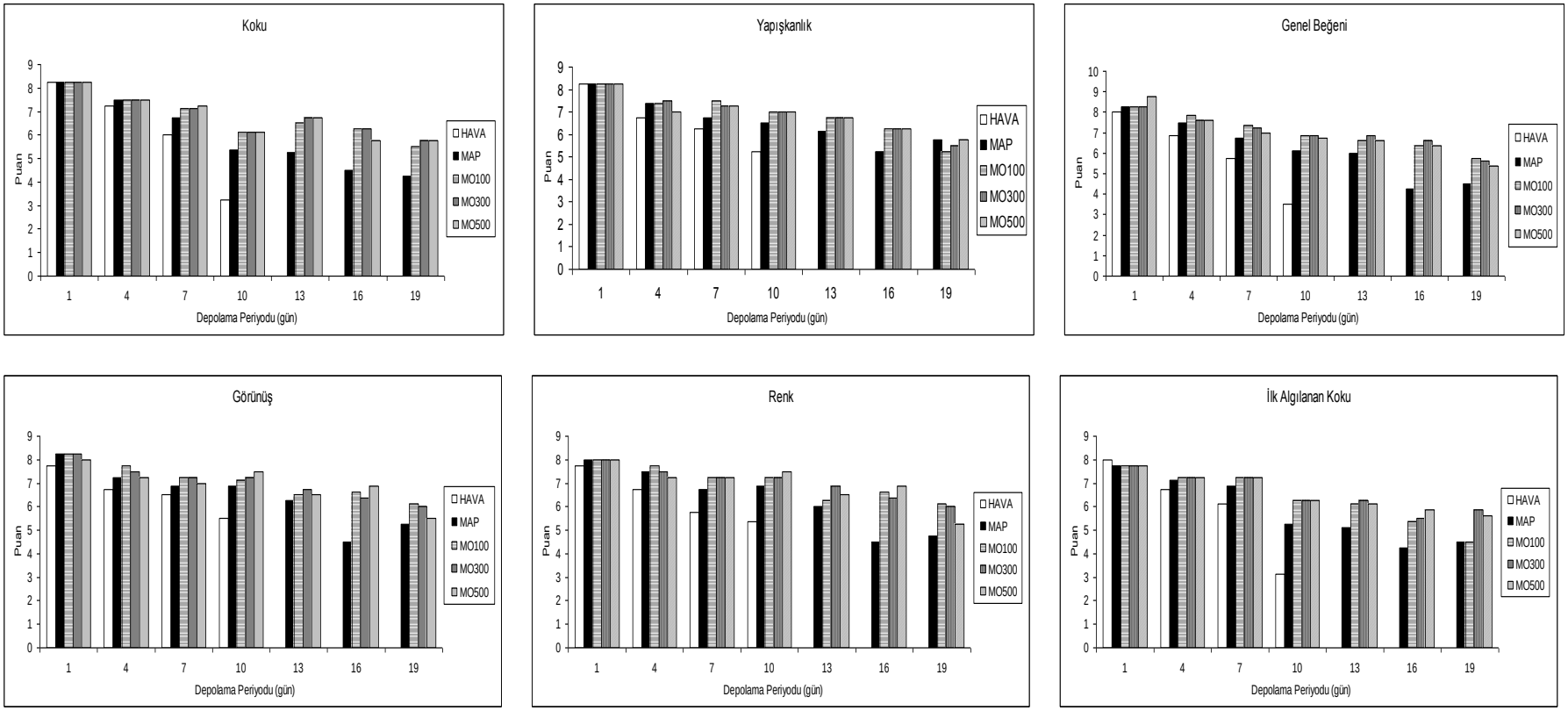
Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.00 ± 0.81^{dA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.25 ± 0.95^{dA}	8.75 ± 0.50^{dA}
4	6.87 ± 0.25^{cA}	7.50 ± 0.57^{cdA}	7.87 ± 0.62^{cdA}	7.62 ± 0.75^{cdA}	7.62 ± 0.75^{cA}
7	5.75 ± 0.50^{bA}	6.75 ± 0.28^{bcB}	7.37 ± 0.47^{bcdB}	7.25 ± 0.50^{bcB}	7.00 ± 0.70^{bcB}
10	3.50 ± 0.57^{aA}	6.12 ± 0.25^{bB}	6.87 ± 0.25^{bcC}	6.87 ± 0.25^{bcC}	6.75 ± 0.28^{bcC}
13		6.00 ± 0.57^{bA}	6.62 ± 0.47^{abAB}	6.87 ± 0.25^{bcB}	6.62 ± 0.47^{bAB}
16		4.25 ± 0.50^{aA}	6.37 ± 0.94^{abB}	6.62 ± 0.47^{bB}	6.37 ± 0.25^{bB}
19		4.50 ± 0.70^{aA}	5.75 ± 0.64^{aB}	5.62 ± 0.75^{aAB}	5.37 ± 0.75^{aAB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Duyusal analizlerde oksijen tutucu içeren grupların MAP ve hava kontrol grubuna göre daha yüksek puan alması bu gruplarda mikrobiyal gelişimin daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.37 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin çiğ duyusal analiz değerleri



Şekil 4.38 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin çiğ duyusal analiz değerleri

4.12.2 Pişmiş tavuk but ve göğüs etlerinde duyusal analiz

Pişmiş tavuk but ve göğüs etlerinde gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları sırasıyla çizelge 4.62-4.73 ile şekil 4.39-4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.62 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin görünüş duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.70 ± 0.83^{bA}	7.70 ± 0.83^{cdA}	7.70 ± 0.83^{cA}	7.80 ± 0.83^{bcA}	7.20 ± 0.83^{bcA}
4	7.80 ± 0.44^{bA}	7.80 ± 0.44^{dA}	7.20 ± 0.83^{bcA}	8.20 ± 0.83^{cA}	7.80 ± 0.83^{cdA}
7	7.60 ± 0.54^{bA}	7.20 ± 0.44^{bcdA}	7.40 ± 0.54^{bcA}	7.40 ± 0.89^{abcA}	7.60 ± 0.54^{cdA}
10	6.80 ± 0.44^{aA}	6.70 ± 0.97^{bcA}	7.20 ± 0.83^{bcA}	7.20 ± 0.83^{abcA}	8.30 ± 0.67^{dB}
13		6.40 ± 0.89^{bA}	6.10 ± 0.22^{aA}	7.00 ± 0.70^{abA}	6.40 ± 0.54^{abA}
16		5.00 ± 0.70^{aA}	6.60 ± 0.54^{abC}	6.40 ± 0.54^{aBC}	5.60 ± 0.89^{aAB}
19		5.20 ± 0.83^{aA}	6.40 ± 0.89^{abB}	7.00 ± 0.70^{abB}	7.20 ± 0.83^{bcB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.63 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin görünüş duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.00 ± 0.70^{bA}	7.90 ± 0.74^{cA}	8.20 ± 0.44^{bA}	8.00 ± 0.70^{bA}	8.20 ± 0.44^{bcA}
4	6.80 ± 0.83^{aA}	7.70 ± 0.83^{bcAB}	8.20 ± 0.83^{bB}	8.00 ± 0.70^{bB}	8.10 ± 0.54^{bcB}
7	6.80 ± 0.44^{aA}	7.00 ± 0.70^{bcAB}	7.50 ± 0.50^{bABC}	7.60 ± 0.54^{abBC}	7.80 ± 0.44^{abcC}
10	7.20 ± 0.44^{abA}	7.60 ± 0.54^{bcAB}	8.00 ± 0.70^{bABC}	8.20 ± 0.83^{bBC}	8.60 ± 0.54^{cC}
13		7.40 ± 0.54^{bcA}	8.40 ± 0.89^{bA}	8.40 ± 0.89^{bA}	8.20 ± 0.83^{bcA}
16		6.90 ± 0.74^{bAB}	6.30 ± 0.44^{aA}	6.70 ± 0.44^{aAB}	7.40 ± 0.89^{abB}
19		5.40 ± 0.54^{aA}	5.80 ± 0.83^{aA}	7.40 ± 0.54^{abB}	7.00 ± 0.70^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Yapılan duyusal değerlendirmede, MAP'lı gruplarda muhafaza süresince depolamanın 13. gününe kadar tavuk but etlerinin görünüş özelliği açısından gruplar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Depolamanın 16. ve 19. günlerinde ise oksijen tutucu

kullanılan grupların görünüş puanlarının MAP grubundan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tavuk göğüs etlerinde görünüş değerlerinin puanlarının genel olarak oksijen tutucu kullanılan gruplarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Renk puanları değerlendirildiğinde yine gerek but etlerinde gerekse göğüs etlerinde genelde renk puanlarının görünüş puanlarına paralel olarak oksijen tutucu kullanılan gruplarda daha yüksek değerlerde olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.64 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin renk duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
1	7.70 ± 0.83^{bA}	7.50 ± 0.50^{cA}	7.70 ± 0.83^{cA}	7.40 ± 0.89^{bcA}	7.40 ± 0.89^{bcA}
4	7.40 ± 0.54^{abAB}	7.40 ± 0.54^{cAB}	7.00 ± 0.70^{bcA}	8.20 ± 0.83^{cB}	7.60 ± 0.89^{bcAB}
7	7.20 ± 0.44^{abA}	6.80 ± 0.83^{bcA}	7.60 ± 0.54^{cA}	7.40 ± 0.54^{bcA}	7.60 ± 1.14^{bcA}
10	6.60 ± 0.54^{aA}	6.70 ± 0.67^{bcA}	7.20 ± 0.83^{bcA}	7.40 ± 0.54^{bcAB}	8.20 ± 0.83^{cB}
13		6.20 ± 0.83^{abA}	5.70 ± 0.44^{aA}	7.20 ± 0.83^{bcB}	6.40 ± 0.54^{abAB}
16		5.20 ± 0.83^{aA}	6.60 ± 0.54^{abB}	6.00 ± 0.70^{aAB}	5.60 ± 0.89^{aAB}
19		5.40 ± 0.89^{aA}	6.00 ± 0.70^{aAB}	6.60 ± 0.54^{abB}	7.00 ± 0.70^{bcB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.65 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin renk duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	**Hava**	**MAP**	**MO100**	**MO300**	**MO500**
1	7.60 ± 0.89^{aA}	7.70 ± 0.44^{dA}	8.00 ± 0.70^{cA}	7.80 ± 0.44^{bcA}	7.80 ± 0.44^{bcdA}
4	7.20 ± 0.44^{aA}	7.80 ± 0.83^{dAB}	8.60 ± 0.54^{cB}	8.40 ± 0.54^{cB}	8.00 ± 0.70^{cdAB}
7	6.90 ± 0.22^{aA}	6.80 ± 0.44^{bcA}	7.70 ± 0.44^{bcB}	7.40 ± 0.54^{abAB}	7.60 ± 0.54^{abcB}
10	7.40 ± 0.54^{aA}	7.60 ± 0.54^{cdAB}	8.40 ± 0.54^{cBC}	8.20 ± 0.83^{bcABC}	8.60 ± 0.54^{dC}
13		7.20 ± 0.44^{bcdA}	8.20 ± 0.83^{cAB}	8.40 ± 0.89^{cB}	8.20 ± 0.83^{cdAB}
16		6.50 ± 0.50^{abA}	6.90 ± 0.22^{bA}	6.90 ± 0.22^{aA}	7.00 ± 0.70^{abA}
19		5.80 ± 0.83^{aAB}	5.60 ± 0.89^{aA}	7.40 ± 0.54^{abC}	6.80 ± 0.83^{aBC}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.66 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin koku duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.80 ± 0.44^{bA}	7.40 ± 0.89^{bA}	7.40 ± 0.54^{cdA}	7.60 ± 0.54^{bA}	7.60 ± 0.54^{bA}
4	7.40 ± 0.54^{abA}	7.20 ± 0.83^{bA}	7.10 ± 0.22^{bcA}	7.00 ± 0.70^{abA}	7.80 ± 0.83^{bA}
7	7.00 ± 0.70^{abA}	7.40 ± 0.54^{bA}	7.80 ± 0.44^{dA}	7.20 ± 0.83^{abA}	7.80 ± 0.83^{bA}
10	6.80 ± 0.83^{aA}	7.50 ± 0.50^{bA}	7.40 ± 0.54^{cdA}	7.40 ± 0.89^{bA}	7.80 ± 0.83^{bA}
13		6.60 ± 0.54^{bA}	6.60 ± 0.54^{abA}	6.80 ± 0.44^{abA}	6.40 ± 0.54^{aA}
16		5.60 ± 0.54^{aA}	6.60 ± 0.54^{abA}	6.60 ± 0.89^{abA}	6.20 ± 0.83^{aA}
19		5.40 ± 0.54^{aA}	6.20 ± 0.44^{aAB}	6.20 ± 0.83^{aAB}	7.00 ± 0.70^{abB}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.67 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin koku duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.70 ± 0.44^{aA}	7.70 ± 0.44^{cA}	8.00 ± 0.70^{cA}	7.70 ± 0.44^{abA}	8.00 ± 0.35^{cA}
4	7.20 ± 0.44^{aA}	8.00 ± 0.70^{cA}	8.20 ± 0.83^{cA}	8.00 ± 0.70^{bA}	7.90 ± 0.74^{bcA}
7	7.30 ± 0.44^{aA}	7.10 ± 0.89^{abcA}	7.40 ± 0.89^{bcA}	7.40 ± 0.54^{abA}	7.40 ± 0.54^{abcA}
10	7.00 ± 0.70^{aA}	7.70 ± 0.83^{cA}	7.80 ± 0.83^{cA}	7.80 ± 0.83^{bA}	7.80 ± 0.83^{bcA}
13		7.40 ± 0.54^{bcA}	7.60 ± 0.89^{bcA}	8.00 ± 0.70^{bA}	7.40 ± 0.54^{abcA}
16		6.60 ± 0.54^{abA}	6.60 ± 0.54^{bA}	7.00 ± 0.70^{abA}	7.00 ± 0.70^{abA}
19		6.20 ± 0.83^{aAB}	5.60 ± 0.54^{aA}	6.80 ± 0.83^{aB}	6.60 ± 0.54^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Koku puanları değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan fark önemli bulunmasa da Hava grubunun gerek but ve gerekse göğüs etlerinde mikrobiyal bozulmanın görüldüğü 10. günde en düşük puanları aldığı görülmüştür. Tüm gruplarda but ve göğüs etlerinin koku puanlarında depolama süresince bozulmayla birlikte önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir. Lezzet özelliği açısından değerlendirildiğinde koku puanlarına paralel olarak yine Hava grubunun 10. günde hem but hem de göğüs etlerinin daha düşük lezzet puanlarına sahip

oldukları (p>0.05) ve MAP ve oksijen tutucu içeren grupların lezzet puanlarının istatistiksel açıdan farklılık göstermediği saptanmıştır.

Çizelge 4.68 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin lezzet duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.80 ± 0.83^{bAB}	7.70 ± 0.83^{dAB}	8.20 ± 0.83^{dB}	7.30 ± 0.83^{abAB}	7.00 ± 0.70^{bcdA}
4	7.20 ± 0.44^{abA}	7.20 ± 0.83^{cdA}	7.20 ± 0.83^{bcdA}	7.60 ± 0.89^{bA}	7.40 ± 0.89^{cdA}
7	7.20 ± 0.83^{abA}	7.00 ± 0.70^{cdA}	7.60 ± 0.89^{cdA}	7.00 ± 0.70^{abA}	7.60 ± 0.89^{cdA}
10	6.30 ± 0.97^{aA}	7.10 ± 0.74^{cdAB}	7.20 ± 0.83^{bcdAB}	6.90 ± 0.54^{abAB}	7.80 ± 0.83^{dB}
13		6.60 ± 0.54^{bcA}	6.60 ± 0.54^{abcA}	6.80 ± 0.44^{abA}	6.60 ± 0.54^{abcA}
16		5.40 ± 0.54^{aA}	6.40 ± 0.54^{abA}	6.40 ± 0.89^{aA}	6.20 ± 0.83^{abA}
19		6.00 ± 0.70^{abA}	6.00 ± 0.70^{aA}	6.20 ± 0.83^{aA}	5.60 ± 0.89^{aA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 4.69 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin lezzet duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.20 ± 0.44^{cB}	7.60 ± 0.54^{cAB}	7.80 ± 0.44^{cAB}	7.20 ± 0.83^{abA}	7.60 ± 0.54^{abAB}
4	6.80 ± 0.44^{bA}	7.60 ± 0.54^{cA}	7.60 ± 0.82^{cA}	7.60 ± 0.54^{bA}	7.40 ± 0.54^{abA}
7	7.40 ± 0.89^{bcA}	7.30 ± 0.67^{bcA}	7.60 ± 0.54^{cA}	7.50 ± 0.50^{bA}	7.20 ± 0.44^{abA}
10	5.60 ± 0.54^{aA}	7.00 ± 0.70^{bcB}	7.00 ± 0.70^{bcB}	7.20 ± 0.44^{abB}	7.80 ± 0.83^{bB}
13		7.00 ± 0.70^{bcA}	7.10 ± 0.22^{bcA}	7.60 ± 0.54^{bA}	7.10 ± 0.54^{abA}
16		6.60 ± 0.54^{bA}	6.40 ± 0.54^{bA}	7.00 ± 0.70^{abA}	7.20 ± 0.83^{abA}
19		5.60 ± 0.54^{aAB}	5.20 ± 0.83^{aA}	6.60 ± 0.54^{aB}	6.60 ± 0.89^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 4.70 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin yapı duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.20 ± 0.83^{bA}	7.80 ± 0.83^{dA}	8.20 ± 0.83^{dA}	7.80 ± 0.83^{dA}	7.40 ± 0.54^{abcA}
4	7.80 ± 0.44^{abA}	7.00 ± 0.70^{bcdA}	7.40 ± 0.54^{bcdA}	7.70 ± 0.67^{cdA}	7.60 ± 0.54^{bcA}
7	7.00 ± 0.70^{aA}	7.00 ± 0.70^{bcdA}	7.20 ± 0.83^{bcA}	6.80 ± 0.83^{abcA}	7.80 ± 0.83^{cA}
10	7.70 ± 0.44^{abA}	7.50 ± 0.50^{cdA}	7.80 ± 0.44^{cdA}	7.20 ± 0.44^{bcdA}	7.90 ± 0.74^{cA}
13		6.60 ± 0.89^{bcA}	6.90 ± 0.22^{abcA}	7.20 ± 0.44^{bcdA}	6.80 ± 0.44^{abA}
16		5.40 ± 0.54^{aA}	6.50 ± 0.86^{abB}	6.20 ± 0.44^{aAB}	6.70 ± 0.67^{aB}
19		6.20 ± 0.83^{abA}	6.20 ± 0.83^{aA}	6.60 ± 0.89^{abA}	6.80 ± 0.44^{abA}

*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.71 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin yapı duyusal puanları*

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.90 ± 0.54^{bA}	7.50 ± 0.50^{bcA}	7.80 ± 0.44^{cA}	7.50 ± 0.70^{bA}	7.80 ± 0.83^{bA}
4	7.20 ± 0.44^{bAB}	7.50 ± 0.50^{bcAB}	8.00 ± 0.70^{cB}	7.90 ± 0.74^{bB}	6.80 ± 0.44^{abA}
7	7.40 ± 0.54^{bA}	7.60 ± 0.54^{cA}	7.40 ± 0.41^{cA}	7.30 ± 0.44^{bA}	7.60 ± 0.54^{bA}
10	6.00 ± 0.70^{aA}	7.10 ± 0.54^{bcB}	7.40 ± 0.54^{cB}	7.20 ± 0.44^{abB}	7.60 ± 0.89^{bB}
13		7.00 ± 0.70^{bcA}	7.20 ± 0.83^{bcA}	7.20 ± 0.83^{abA}	7.10 ± 0.89^{abA}
16		6.80 ± 0.44^{bA}	6.40 ± 0.54^{bA}	6.40 ± 0.54^{aA}	7.00 ± 0.70^{abA}
19		5.60 ± 0.54^{aAB}	5.40 ± 0.89^{aA}	6.40 ± 0.54^{aB}	6.30 ± 0.44^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Yapı özelliği değerlendirildiğinde tavuk but etlerinde hava grubu ve diğer gruplar arasında önemli bir farklılık görülmezken, tavuk göğüs etlerinde 10. günde Hava grubunun MAP ve oksijen tutucu kullanılan gruplardan önemli ölçüde ($p<0.05$) düşük yapı puanı aldığı belirlenmiştir. Genel olarak tüm gruplarda yapı puanı depolama süresince önemli ölçüde ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Bu da mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların tavuk eti yapısal özelliklerini olumsuz yönde etkilemesiyle açıklanabilir (Wattanachant 2008).

Çizelge 4.72 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin genel beğeni duyusal puanları *

Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	8.30 ± 0.44^{bA}	7.70 ± 0.67^{cA}	7.90 ± 0.89^{dA}	7.70 ± 0.67^{cA}	7.70 ± 0.75^{cA}
4	7.80 ± 0.44^{abA}	7.50 ± 0.50^{cA}	7.50 ± 0.93^{cdA}	8.00 ± 0.70^{cA}	7.50 ± 0.50^{bcA}
7	7.30 ± 0.67^{aA}	6.80 ± 0.83^{bcA}	7.70 ± 0.67^{dA}	7.10 ± 0.54^{bcA}	7.70 ± 0.83^{cA}
10	7.00 ± 0.70^{aA}	7.00 ± 0.61^{bcA}	7.10 ± 0.89^{bcdA}	7.20 ± 0.44^{bcA}	7.70 ± 0.83^{cA}
13		6.50 ± 0.50^{bAB}	6.40 ± 0.41^{abA}	7.10 ± 0.41^{bcB}	6.60 ± 0.54^{abAB}
16		5.40 ± 0.54^{aA}	6.60 ± 0.54^{abcB}	6.00 ± 0.70^{aAB}	6.30 ± 0.83^{aAB}
19		6.20 ± 0.75^{abA}	6.00 ± 0.70^{aA}	6.40 ± 0.89^{abA}	6.60 ± 0.41^{abA}

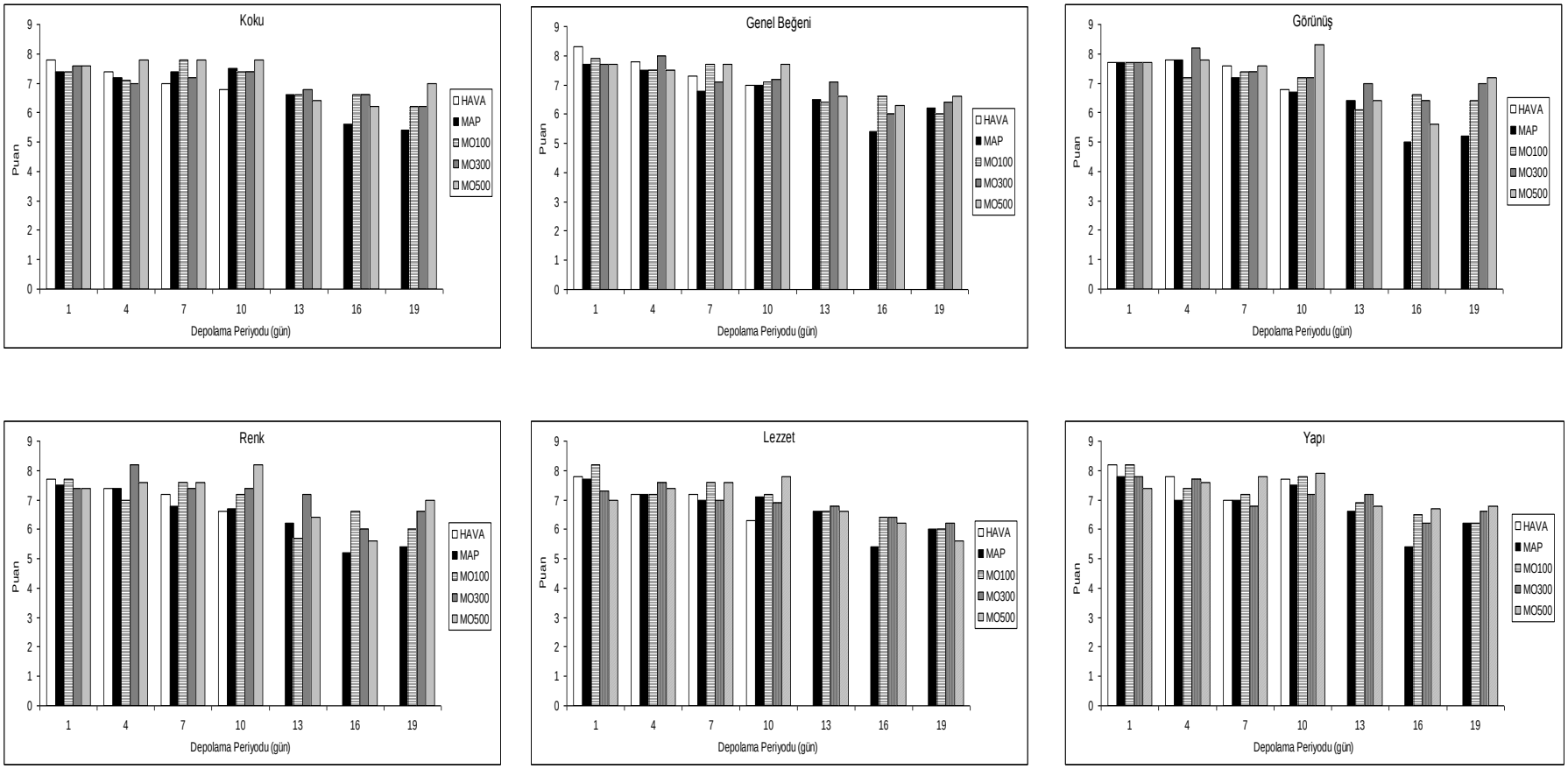
*Ortalama±Standart sapma
a-d: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-B: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge 4.73 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin genel beğeni duyusal puanları *

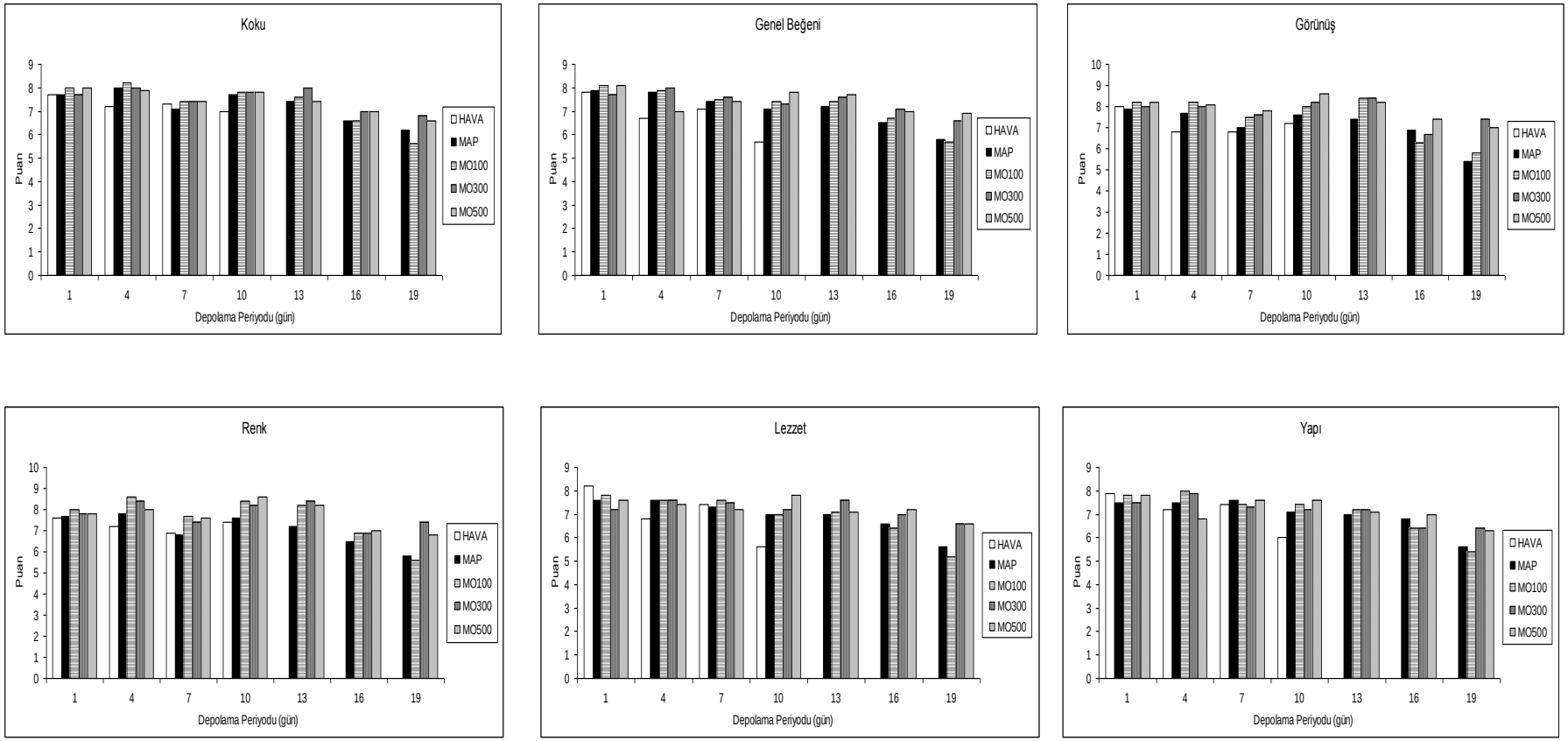
Depolama Periyodu (gün)	Hava	MAP	MO100	MO300	MO500
1	7.80 ± 0.44^{cA}	7.90 ± 0.41^{cA}	8.10 ± 0.22^{cA}	7.70 ± 0.44^{bcA}	8.10 ± 0.54^{bA}
4	6.70 ± 0.44^{bA}	7.80 ± 0.44^{cBC}	7.90 ± 0.89^{cC}	8.00 ± 0.61^{cC}	7.00 ± 0.70^{aAB}
7	7.10 ± 0.22^{bA}	7.40 ± 0.54^{cA}	7.50 ± 0.35^{cA}	7.60 ± 0.41^{bcA}	7.40 ± 0.41^{abA}
10	5.70 ± 0.67^{aA}	7.10 ± 0.74^{bcB}	7.40 ± 0.54^{bcB}	7.30 ± 0.44^{bcB}	7.80 ± 0.83^{abB}
13		7.20 ± 0.44^{bcA}	7.40 ± 0.54^{bcA}	7.60 ± 0.54^{bcA}	7.70 ± 0.97^{abA}
16		6.50 ± 0.50^{abA}	6.70 ± 0.44^{bA}	7.10 ± 0.54^{abA}	7.00 ± 0.70^{aA}
19		5.80 ± 0.83^{aA}	5.70 ± 0.44^{aA}	6.60 ± 0.54^{aAB}	6.90 ± 0.74^{aB}

*Ortalama±Standart sapma
a-c: Aynı örnek içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)
A-C: Aynı periyot içindeki örneklerde farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Genel beğeni puanları değerlendirildiğinde yine depolama periyotları ilerledikçe gerek but ve gerek göğüs etlerinin genel beğeni puanlarının önemli ölçüde düşüş gösterdiği ($p<0.05$), tavuk but etlerinin genel beğeni puanlarında genel olarak gruplar arasında önemli bir fark gözlenmezken, tavuk göğüs etlerinde Hava grubunun 10. günde MAP ve oksijen tutucu kullanılan gruplardan önemli ölçüde düşük ($p<0.05$) genel beğeni puanına sahip olduğu gözlenmiştir. Yine göğüs etlerinde MO500 grubunun 19. gündeki genel beğeni puanının MAP, MO100 ve MO300 gruplarından önemli ölçüde yüksek olduğu ($p<0.05$) saptanmıştır.



Şekil 4.39 Soğuk muhafaza süresince but etlerinin pişmiş duyusal değerlendirme puanları



Şekil 4.40 Soğuk muhafaza süresince göğüs etlerinin pişmiş duyusal değerlendirme puanları

5. SONUÇ

Çalışmada, farklı oksijen absorplama kapasitesine sahip oksijen tutucu ve modifiye atmosferde paketlemenin kombine kullanımının soğukta muhafaza edilen tavuk but ve göğüs etlerinde kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel ve duyusal kalite özelliklerindeki değişimler üzerine etkisi incelenerek, bu uygulamaların ürün raf ömrüne etkisi belirlenmiştir.

Depolama esnasında tavuk but ve göğüs etlerinde başlangıçta tüm grupların yaklaşık %60 CO_2 değerine sahip olduğu, depolama ilerledikçe CO_2 içeriğinin azaldığı ve 19. günde oksijen tutucu içeren gruplarda CO_2'nin MAP ve Hava grubuna göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ambalaj materyalinin geçirgenliğine bağlı olarak gaz geçişi meydana geldiği düşünülmektedir.

Tavuk but ve göğüs etlerinde pH değerlerinin dalgalı bir seyir izlediği görülmekte ve bunun da çalışmada kullanılan ham maddenin homojen olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

TAMB sayısı depolama boyunca tavuk but ve göğüs etlerinde tüm gruplarda artış göstermiştir. Hava grubunun depolamanın 10. gününde ulaştığı sınır TAMB sayısına hem but etleri hem de göğüs etlerinde oksijen tutucu içeren grupların 19. günde ulaştığı görülmektedir. Toplam aerob mezofil bakterilerin baskılanmasında oksijen tutucuların önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). *Pseudomonas* spp. sayısı depolama periyotları ilerledikçe artış göstermiş ve oksijen tutucu kullanımı *Pseudomonas* spp. sayısını önemli ölçüde düşürmüştür ($p<0.05$). Tavuk but ve göğüs etlerinde *Pseudomonas* spp. baskılanmasında en iyi sonuç MO500 grubundan alınmıştır. Koliform bakteri gelişiminin baskılanmasında tavuk but etlerinde oksijen tutucuların etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Buna karşın göğüs etinde ise oksijen tutucu içeren gruplarda MAP grubuna göre daha düşük toplam koliform bakteri sayısı gözlenmiştir ($p<0.05$).

Tavuk but ve göğüs etlerinde TBA değerleri depolama periyodu ilerledikçe artış göstermiş, bu artışın MAP ve Hava gruplarında oksijen tutucu içeren gruplara göre yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Tavuk but ve göğüs etlerinde Hava grubunda depolamanın 1. gününden sonra hekzanal saptanmamıştır. Bunun nedeni de lipit oksidasyonunun ilerlemesiyle hekzanalın parçalanması olarak açıklanabilir. MAP ve oksijen tutucu içeren gruplarda hekzanal içeriğinin Hava gruplarına göre yüksek olması lipit oksidasyonunun geciktirildiğini, oksijen tutucuların etkili olduğunu göstermektedir. Yağ asitleri profili değerlendirildiğinde, genel olarak gerek but ve gerekse göğüs etlerinde oksijen tutucu kullanılan gruplarda 19. günde belirlenen toplam çoklu doymamış yağ asitleri içeriklerinin MAP grubundan daha yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Tavuk but etinde protein oksidasyon göstergesi olan karbonil değeri depolama süresince önemli ölçüde artış göstermiştir ($p<0.05$). Muhafaza süresinin 19. gününde oksijen tutucu içeren grupların MAP grubuna göre daha düşük değere sahip oldukları, dolayısıyla protein oksidasyonunun geciktirildiği görülmektedir. Sülfidril değerlerinde ise tavuk but etinde meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Oksijen tutucu içeren grupların MAP kontrol grubuna göre proteinlerin oksidasyonunun önlenmesinde etkili oldukları görülmektedir. Enstrümental renk değerleri incelendiğinde, tavuk but etlerinde oksijen tutucuların ve MAP'ın soğuk muhafaza süresince genel olarak daha yüksek a* değerlerine neden olduğu saptanmıştır.

Çiğ örneklerde yapılan duyusal analizde görünüş, renk, ilk algılanan koku, koku, yapışkanlık ve genel beğeni puanları but ve göğüs etlerinde depolama boyunca azalma göstermiştir. Genel olarak bütün çiğ duyusal özelliklerinde oksijen tutucu içeren grupların MAP gruplarına kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) puan aldıkları saptanmıştır. Pişmiş tavuk but ve göğüs etlerinde yapılan duyusal analizde test edilen özelliklere verilen puanlar, muhafazanın sonlarına doğru oksijen tutucu içeren gruplarda MAP grubuna göre genel olarak daha yüksek olmuştur.

Tavuk but ve göğüs etlerinin oksijen tutucu kullanılan MO100 grubunun TAMB sayısı depolamanın 19. gününde sırasıyla 7.10 $\log_{10}$ kob/g ve 6.38 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşmıştır.

MO100 kullanılan tavuk but ve göğüs etlerinde depolama süresince TBA ve hekzanal ortalama değerleri artmış, sülfidril değerleri ise azalmıştır. Ayrıca but etlerinde karbonil değeri artmış, göğüs etlerinde ise azalmıştır. Depolama süresince but etleri yağ asitleri açısından incelendiğinde doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinin azaldığı, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Göğüs etlerinde ise doymuş yağ asitlerinin ve tekli doymamış yağ asitlerinin azaldığı, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise arttığı gözlenmiştir. Muhafazanın 13., 16. ve 19. günlerinde çiğ ve pişmiş duyusal analizde MO100 grubu MAP'a göre daha yüksek puan almıştır.

Tavuk but ve göğüs etlerinin oksijen tutucu kullanılan MO300 grubunun TAMB sayısı depolamanın 19. günde sırasıyla 7.05 $\log_{10}$ kob/g ve 6.29 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşmıştır. MO300 kullanılan tavuk but ve göğüs etlerinde depolama süresince TBA ve hekzanal ortalama değerleri artmış, sülfidril değerleri ise azalmıştır. Ayrıca but etlerinde karbonil değeri artmış, göğüs etlerinde ise azalmıştır. Depolama süresince but etleri yağ asitleri açısından incelendiğinde doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinin azaldığı, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Göğüs etlerinde ise doymuş yağ asitlerinin arttığı, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerinin ise azaldığı gözlenmiştir. Muhafazanın 13., 16. ve 19. günlerinde çiğ ve pişmiş duyusal analizde MO300 grubu MAP'a göre daha yüksek puan almıştır.

Tavuk but ve göğüs etlerinin oksijen tutucu kullanılan MO500 grubunun TAMB sayısı 19. günde sırasıyla 7.16 $\log_{10}$ kob/g ve 6.46 $\log_{10}$ kob/g'a ulaşmıştır. MO500 kullanılan tavuk but ve göğüs etlerinde depolama süresince TBA ve hekzanal ortalama değerleri artmış, sülfidril değerleri ise azalmıştır. Ayrıca but etlerinde karbonil değeri artmış, göğüs etlerinde ise azalmıştır. Depolama süresince but etleri yağ asitleri açısından incelendiğinde doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitlerinin azaldığı, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Göğüs etlerinde ise doymuş yağ asitlerinin ve tekli doymamış yağ asitlerinin azaldığı, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise arttığı gözlenmiştir. Muhafazanın 13., 16. ve 19. günlerinde çiğ ve pişmiş duyusal analizde MO500 grubu MAP'a göre daha yüksek puan almıştır.

Sonuç olarak, mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde kontrol olarak kullanılan hava grubunun tavuk but ve göğüs etlerinde depolamanın 10. gününde bozulduğu ve raf ömrünün oksijen tutucu kullanılan gruplarda (MO100, MO300 ve MO500) kontrol grubuna göre 9 gün arttığı belirlenmiştir. But ve göğüs etlerinde kullanılan farklı absorbsiyon kapasitesine sahip oksijen tutucular arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür.

Tüketicinin daha güvenli, kaliteli ve uzun raf ömrüne sahip ürün talebinin karşılanması amacıyla tavuk etlerinin taze olarak muhafazasında son yıllarda büyük gelişme kaydedilen modifiye atmosfer paketleme ile kombine olarak, gıdalarda kaliteyi olumsuz yönde etkileyen değişimlerin sınırlandırılmasında yeni bir aktif ambalaj teknolojisi olarak gündeme gelen oksijen tutucuların kullanımı, taze tavuk ve but etlerinde mikrobiyolojik ve biyokimyasal bozulmaların kontrol altına alınması, dolayısıyla ürün raf ömrünün uzatılmasında etkili bir uygulama olmuştur. Gelecekte, işlem görmüş et ürünlerinde bu uygulamanın etkilerinin belirleneceği çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Aday, M.S., Caner, C. and Rahvalı, F. 2011. Effect of oxygen and carbon dioxide absorbers on strawberry quality. Postharvest Biology and Technology, Vol. 62; pp. 179–187.

Adhikari, C., Balasubramaniam, V.M. and Abbott, U.R. 2003. A rapid FTIR method for screening methyl sulfide and hexanal in modified atmosphere meal, ready-to-eat entress. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, Vol. 36; pp. 21–27.

Ahn, D.U., Jo, C. and Olson, D.G. 1999. Headspace oxygen in sample vials affects volatiles production of meat during the automated purge-and-trap/gc analyses. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 47; pp. 2776–2781.

Ahvenainen, R. 2003. Active and intelligent packaging. In R. Ahvenainen (ed.), Novel food packaging techniques (pp. 5–21). Cambridge, UK; Woodhead Publishing Ltd.

Akiba, Y., Sato, K. and Takahashi, K. 2001. Meat color modification in broiler chickens by feeding yeast phaffia rhodozyma containing high concentrations of astaxanthin. J. Appl. Poult. Res. Vol. 10; pp. 154–161.

Alarcon, B. and Hotchkiss, J.H. 2008. The effect of Freshpax oxygen-absorbing packets on the shelf-life of foods. Erişim adresi: http://multisorb.com/ technicallibrary /pdfs /FreshPax Cornell.pdf Erişim tarihi: 12.07.2009

Al-Dughaym, A.M. and Altabari, G.F. 2010. Safety and quality of some chicken meat products in Al-Ahsa markets-Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, Vol. 17; pp. 37–42.

Allen, C.D., Russel, S.M. and Fletcher, D.L. 1997. The Relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. Poultry Science, Vol. 76; pp. 1042–1046.

Al-Mutairi, M.F. 2011. The ıncidence of Enterobacteriaceae causing food poisoning in some meat products. Advance Journal of Food Science and Technology, Vol. 3(2); pp. 116–121.

Altieri, C., Sinigagliaa, M., Corboa, M.R., Buonocoreb, G.G., Falconea, P. and Del Nobile, M.A. 2004. Use of entrapped microorganisms as biological oxygen scavengers in food packaging applications. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, Vol. 37; pp. 9–15.

Andrés, A.I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E. and Ruiz, J. 2004. Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. Food Chemistry, Vol. 84(3); pp. 375–381.

Anonim. 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Web Sitesi: http:// www. gkgm. gov. tr /mevzuat/kodeks/yonetmelik.html, Erişim Tarihi: 15.03.2012.

Anonim. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Anonim. 2010. Sektör istatistikleri- Türkiye Üretim Tüketim. Web Sitesi: http:// www.besd-bir.org/turkiyekanatliistatistikleri.htm, Erişim Tarihi: 18.03.2012.

Anonymous. 1987. Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. Oxford, United Kingdom: Blackwell Scientific.

Anonymous. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists,15th Edi., AOAC Inc., Arlington, VA.

Anonymous. 2002. ISO–6579. Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp, International Organization for Standardization, Geneva.

Anonymous. 2003. ISO–6888. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive *staphylococci* (*Staphylococcus aureus* and other species) - Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium.

Anonymous. 2004. CDC. Salmonella, MMWR. Atlanta-Georgia, pp. 1-15.

Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. International Journal of Food Microbiology, Vol. 97; pp. 209–214.

Ayerdi, S.G.S., Brenes, A., Goni, I. 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. LWT - Food Science and Technology, Vol. 42(5); pp. 971–976.

Balamatsia, C.C., Patsias, A., Kontominas, M.G. and Savvaidis, I.N. 2007. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes. Food Chemistry, Vol. 104; pp. 1622–1628.

Barbanti, D. and Pasquini, M. 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. LWT-Food Science and Technology, Vol. 38; pp. 895–901.

Barbut, S. 2006. Effects of caseinate, whey and milk powders on the texture and microstructure of emulsified chicken meat batters. LWT-Food Science and Technology, Vol. 39(6); pp. 660–664.

Barroeta, A.C. 2007. Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. World's Poultry Science Journal, Vol. 63; pp. 277–284.

Batifoulier, F., Mercier,Y., Gatellier,P. and Renerre, M. 2002. Influence of vitamin E on lipid and protein oxidation induced by H_2O_2 -activated MetMb in microsomal membranes from turkey muscle. Meat Science, Vol. 61; pp. 389–395.

Beggan, M., Allen, P. and Butler, F. 2006b. Oxygen scavenger effect on the development of metmyoglobin on beefsteaks during early low-oxygen storage. Journal of Muscle Foods, Vol. 17; pp. 381–397.

Beggan, M., Allen, P. and Butler, F. 2006a. Effect of oxygen concentrations on blooming ability of aged beef *longissimus lumborum* steaks following ultralow oxygen and vacuum storage. Journal of Muscle Foods, Vol. 17 (3); pp. 267–276.

Belcher, J.N. 2006. Industrial packaging developments for the global meat market. Meat Science, Vol. 74; pp. 143–148.

Beltran, E., Pla, R., Yuste, J. and Mor-Mur, M. 2003. Lipid oxidation of pressurized and cooked chicken: role of sodium chloride and mechanical processing on TBARS and hexanal values. Meat Science, Vol. 64; pp. 19–25.

Beltran, E., Pla, R., Yuste, J. and Mor-Mur, M. 2004. Use of antioxidants to minimize rancidity in pressurized and cooked chicken slurries. Meat Science, Vol. 66; pp. 719–725.

Berenzon, S. and Saguy, I.S. 1998. Oxygen Absorbers for Extension of Crackers Shelf-life. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, Vol. 31; pp. 1–5.

Botsoglou, N.A., Christaki, E., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P. and Spais, A.B. 2002. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. Meat Science, Vol. 62; pp. 259–265.

Brandon, K., Beggan, M., Allen, P. and Butler, F. 2009. The performance of several oxygen scavengers in varying oxygen environments at refrigerated temperatures: implications for low-oxygen modified atmosphere packaging of meat. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 44; pp. 188–196.

Brody, A.L. 1999. Packaging of foods. Pantonea, pp. 1611–1623.

Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H., Sand, C.K. and Mchugh, T.H. 2008. Innovative food packaging solutions. Journal of Food Science, Vol. 73(8); pp. 107–116.

Brunton, N.P., Cronin, D.A., Monahan, F.J. and Durcan, R. 2000. A comparison of solid-phase microextraction (SPME) fibres for measurement of hexanal and pentanal in cooked turkey. Food Chemistry, Vol. 68; pp. 339–345.

Butterfield, D.A. and Stadtman, E.R. 1997. Chapter 7 Protein oxidation processes in aging brain. Advances in Cell Aging and Gerontology, Vol. 2(C); pp. 161–191.

Candoğan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. Europen Food Research and Technology, Vol. 215(4); pp. 305-309.

Cayuela, J.M., Gil, M.D., Baæón, S. and Garrido, M.D. 2004. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality of pork loin. Europen Food Research and Technology, Vol. 219; pp. 316–320.

Cervantes, L.J., Sanchez-Machado, D.I., Pastorelli, S., Rijk, R. and Paseiro-Losada, P. 2003. Evaluating the migration of ingredients from active packaging and development of dedicated methods: a study of two iron-based oxygen absorbers. Food Additives and Contaminants, Vol. 20(3); pp. 291–299.

Charles F., Sanchez, J. and Gontard, N. 2006. Absorption kinetics of oxygen and carbon dioxide scavengers as part of active modified atmosphere packaging. Journal of Food Engineering, Vol. 72; pp. 1–7.

Chen, G. and Xiong, Y.L. 2008. Shelf-stability enhancement of precooked red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) tails by modified $CO_2/O_2/N_2$ gas packaging. LWT-Food science and technology, Vol. 41; pp. 1431–1436.

Chen, X.D., Ma, Q.G., Tang, M.Y. and Ji, C. 2007. Development of breast muscle and meat quality in Arbor Acres broilers, Jingxing 100 crossbred chickens and Beijing fatty chickens. Meat Science, Vol. 77; pp. 220–227.

Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4ºC. Food Microbiology, Vol. 24; pp. 607–617.

Clausen, I., Jakobsen, M., Ertbjerg, P. and Madsen, N.T. 2008. Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. Packaging Technology and Science, Vol. 22(2); pp. 85–96.

Coma, V. 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. Meat Science, Vol. 78; pp. 90–103.

Cooksey, K. 2001. Antimicrobial food packaging materials. Additives for Polymers, Vol. 2001(8); pp. 6–10.

Cortinas, L., Villaverde, C., Galobart, J., Baucells, M.D., Codony, R. and Barroeta, A.C. 2004. Fatty Acid Content in Chicken Thigh and Breast as Affected by Dietary Polyunsaturation Level. Poultry Science, Vol. 83; pp. 1155–1164.

Daniel, N.W. 1991. Bioistatistic: A foundation for analysis in the health sciences, 5th Edition, Newyork: Wiley.

Debut, M., Berri, C., Baeza, E., Sellier, N., Arnould, C., Guemene, D., Jehl, N., Boutten, B., Jego, Y., Beaumont, C. and Le Bihan-Duval, E. 2003. Variation of Chicken Technological Meat Quality in Relation to Genotype and Preslaughter Stress Conditions. Poultry Science, Vol. 82; pp. 1829–1838.

Decker, E. A., Xiong, Y. L., Calvert, J. T., Crum, A. D. and Blanchard, S. P. 1993. Chemical, physical, and functional properties of oxidized turkey white muscle myofibrillar proteins, Vol. 41; pp. 186–189.

Del-Valle, V., Hernandez-Munoz, P., Catala, R. and Gavara, R. 2009. Optimization of an equilibrium modified atmosphere packaging (EMAP) for minimally processed mandarin segments. Journal of Food Engineering, Vol. 91; pp. 474–481.

Devlieghere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J. 2004. New preservation technologies: Possibilities and limitations. International Dairy Journal, Vol. 14; pp. 273–285.

Doherty, A.M. and Allen, P. 1998. The effect of oxygen scavengers on the color stability and shelf-life of co, master packaged pork. Journal of Muscle Foods, Vol. 9; pp. 351–363.

Du, M., Ahn, D.U., Nam, K.C. and Sell, J.L. 2000. Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile proles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. Meat Science, Vol. 56; pp. 387–395.

Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A. and Savvaidis, I.N. 2009. Nisin–EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. Food Chemistry, Vol. 114(4); pp. 1470–1476.

Edwards, M.R., Mcmurtry, J.P. and Vasilatos-Younken, R.. 1999. Relative Insensitivity of Avian Skeletal Muscle Glycogen to Nutritive Status. Domestic Animal Endocrinology, Vol. 16(4); pp. 239–247.

Elortondo, F.J.P., Ojeda, M., Albisu, M., Salmeron, J., Etayo, I. and Molina, M. 2007. Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. Food Quality and Preference, Vol. 18(2); pp. 425–439.

Estevez, M. 2011. Protein carbonyls in meat systems: A review. Meat Science, Vol. 89; pp. 259–279.

Estevez, M. and Cava, R. 2004. Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pate. Meat Science, Vol. 68 ; pp. 551–558.

Estevez, M., Kylli, P., Puolanne, E., Kivikari, R. and Heinonen, M. 2008. Fluorescence spectroscopy as a novel approach for the assessment of myofibrillar protein oxidation in oil-in-water emulsions. Meat Science, Vol. 80; pp. 1290–1296.

Estevez, M., Ventanas, S. and Cava, R. 2005. Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: Effect on colour and texture deterioration. Journal of Food Science, Vol. 70; pp. 427–432.

Estevez, M., Ventanas, S. and Cava, R. 2007. Oxidation of lipids and proteins in frankfurters with different fatty acid compositions and tocopherol and phenolic contents. Food Chemistry, Vol. 100; pp. 55–63.

Fagan, J. M., Sleczka, B. G. and Sohar, I. 1999. Quantitation of oxidative damage to tissue proteins. International Journal of Biochemistry and Cell Biology, Vol. 31; pp. 751–757.

Faustman, C. and Cassens, R.G. 1990. The biochemical basis for discoloration in freshmeat: a review. Journal of Muscle Foods, Vol. 1; pp. 217–243.

Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A. and Fernandez-Lopez, J.A. 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. Food Chemistry, Vol. 59(3); pp. 345-353.

Fernandez, K., Aspe, E. and Roeckel, M. 2009. Shelf-life extension on fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) using natural additives, superchilling and modified atmosphere packaging. Food Control, Vol. 20; pp. 1036–1042.

Floros, J.D. and Matsos, K.L. 2005. Introduction to modified atmosphere packaging Innovations in Food Packaging, Chapter 10; pp. 159–171. ISBN: 0-12-311632-5

Franzetti, L. and Scarpellini, M. 2007. Characterisation of *Pseudomonas* spp. isolated from foods. Annals of Microbiology, Vol. 57 (1); pp. 39–47.

Galdi, M.R., Nicolais, V., Di Maio, L. and Incarnato, L. 2008. Production of active PET films: Evaluation of scavenging activity. Packaging Technology and Science, Vol. 21(5); pp. 257–268.

Galic, K., Cetar, M.S., Kurek, M. 2011. The benefits of processing and packaging. Trends in Food Science and Technology, Vol. 22; pp. 127–137.

Garcia-Esteban, M., Ansorena, D. and Astiasaran, I. 2004. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. Meat Science, Vol. 67; pp. 57–63.

García-Llatas, G., Lagarda, M. J., Romero, F., Abellán, P. and Farré, R. 2006. A headspace solid-phase microextraction method of use in monitoring hexanal and

pentane during storage: Application to liquid infant foods and powdered infant formulas. Food Chemistry, Vol. 1001; pp. 1078–1086.

Garcia, R.G., Freitas, L.W., Schwingel, A.W., Farias, R.M., Caldara, F.R., Gabriel, A.M.A., Graciano, J.D., Komiyama, C.M. and Almeida, I.C.L. 2010. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. Brazilian Journal of Poultry Science, Vol. 12(4); pp. 233–237.

Găsperlin, L., Lukan, B., Žlender, B. and Polak, T. 2009. Effects of skin and grilling method on formation of heterocyclic amines in chicken pectoralis superficialis muscle, LWT-Food Science and Technology, Vol. 42; pp. 1313–1319.

Gianelli, M. P., Flores, M. and Toldrá, F. 2003. Interactions of soluble peptides and proteins from skeletal muscle on the release of volatile compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 51; pp. 6828–6834.

Goncalves, A., Mendes, R. and Nunes, M.L. 2004. Effect of oxygen absorber on the shelf life of gilthead seabream (*Spratus aurata*). J Aquat Food Prod Technol, Vol. 13; pp. 49–59.

Gregory, N.G. 2010. How climatic changes could affect meat quality. Food Research International, Vol. 43; pp. 1866–1873.

Halkman, A.K. 2005. Merck Gıda mikrobiyolojisi. 450 s., Ankara.

Hamdan, R.H., Musa, N., Musa, N., Wei, L.S. and Sarman, A. 2008. Isolation and enumeration of Coliform bacteria and *Salmonella* spp. from short necked clam *Orbicularia orbiculata* at east coast, Malaysia. Internet Journal of Food Safety, Vol. 10; pp. 58–64.

Han, J.H., Colin, H., Ho, L. and Rodrigues, E.T. 2005. Intelligent packaging. Innovations in Food Packaging, pp. 138–155.

Hasapidou, A. and Savvaidis, I.N. 2011. The effects of modified atmosphere packaging, EDTA and oregano oil on the quality of chicken liver meat. Food Research International, Vol. 44(9); pp. 2751–2756.

Haslinger, M., Leitgeb, R., Bauer, F., Ettle, T. and Windisch, W.M. 2007. Slaughter yield and meat quality of chicken at different length of preslaughter feed withdrawal. Die Bodenkultur, Vol. 58; pp. 1–4.

Huda, N., Lin, O.J., Ping, Y.C. and Nurkhoeriyati, T. 2010. Effect of chicken and duck meat ratio on the properties of sausage. International Journal of Poultry Science, Vol. 9(6); pp. 550–555.

Intarapichet, K.O. and Maikhunthod, B. 2005. Genotype and gender differences in carnosine extracts and antioxidant activities of chicken breast and thigh meats. Meat Science, Vol. 71; pp. 634–642.

Isdell, E., Allen, P., Doherty, A. and Butler, F. 2003. Effect of packaging cycle on the colour stability of six beef muscles stored in a modified atnosphere mother pack system with oxygen scavengers. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 38; pp. 623–632.

Jakobsen, M. and Bertelsen, G. 2000. Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. Meat Science, Vol. 54(1); pp. 49–57.

Jensen, P.N., Sorensen, G., Brockhoff, P. and Bertelsen, G. 2003. Investigation of packaging systems for shelled walnuts based on oxygen absorbers. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 51; pp. 4941–4947.

Jeremiah, L.E. 2001. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. Food Research International, Vol. 34; pp. 749–772.

Jeun-Horng, L., Yuan-Hui, L. and Chun-Chin, K. 2002. Effect of dietary fish oil on fatty acid composition, lipid oxidation and sensory property of chicken frankfurters during storage. Meat Science, Vol. 60; pp. 161–167.

Jimenez, S.M., Salsi, M.S., Tiburzi, M.C., Rafaghelli, R.C., Tessi, M.A. and Coutaz, V.R. 1997. Spoilage microflora in fresh chicken breast stored at 4ºC influence of packaging methods. Journal of Applied Microbiology, Vol. 83; pp. 613–618.

Jimenez, S.M., Salsi, M.S., Tiburzi, M.C., Rafaghelli, R.C., Pirovani, M.E. 1999. Combined use of acetic acid treatment and modified atmosphere packaging for extending the shelf-life of chilled chicken breast portions. Journal of Applied Microbiology, 87: 339–344.

Jongberg, S., Skov, S.H., Tørngren, M., Skibsted, L.H. and Lund, M.N. 2011. Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties. Food Chemistry, Vol. 128; pp. 276–283.

Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products. Meat Science, Vol. 36; pp. 169–189.

Kanner, J. and Karel, M. 1976. Changes in lysozyme due to reactions with peroxidizing methyl linoleatein a dehydrated model system. Journal of Agriculrural Food Chemistry, Vol. 24; pp. 468–472.

Kato, H., Kaneko, S., Okitani, A., Ito, M. and Hayase, F. 1986. Modification of lysine residues to alkyl-substituted pyridiniums on exposure of proteins to vaporized hexanal. Agricultural and Biological Chemistry, Vol. 50; pp. 1223–1228.

Keokamnerd, T., Acton, J.C., Han, I.Y. and Dawson, P.L. 2008. Effect of Commercial Rosemary Oleoresin Preparations on Ground Chicken Thigh Meat Quality

Packaged in a High-Oxygen Atmosphere. Poultry Science, Vol. 87; pp. 170–179.

Kerry, P., O'Grady, M.N. and Hogan, S.A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. Meat Science, Vol. 74; pp. 113–130.

Kirmaci, B. and Singh, R.K. 2012. Quality of chicken breast meat cooked in a pilot-scale radio frequency oven. Innovative Food Science and Emerging Technologies, Vol. 14; pp. 77–84.

Kolsarıcı, N. and Candoğan, K. 1995. The effects of potassium sorbate and lactic acid on the shelf-life of vacuum-packed chicken meats. Processing and Products, pp. 1884–1893.

Kondratowicz, J., Chwastowska, I., Matusevičius, P., Gardzielewska, J. and Skibniewska, K. 2006. Effect of the packaging method on the sensory and microbiological properties of broiler chicken breast muscles stored in controlled atmosphere. Veterınarıja ir zootechnika, Vol. 33 (55); pp. 47–51.

Kropf, D.H. 2004a. Modified and controlled-atmosphere. Packaging, pp. 962–969.

Kropf, D.H. 2004b. Technology and films. Packaging, pp. 943–949.

Lee, K.T. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. Meat Science, Vol. 86; pp. 138–150.

Lennernäs, M., Fjellström, C., Becker, W., Giachetti, I., Schmitt, A., Remaut De Winter, A.M. and Kearney, M. 1997. Influences on food choice perceived to be important by nationally-representative samples of adults in the European Union. European Journal of Clinical Nutrition, Vol. 51(2); pp. 8–15.

Linton, M., McClements, J.M.J. and Patterson, M.F. 2004. Changes in the microbiological quality of vacuum-packaged, minced chicken treated with high hydrostatic pressure. Innovative Food Science and Emerging Technologies, Vol. 5; pp. 151–159.

Liu, G., Xiong, Y.L. and Butterfield, D.A. 2000. Chemical, physical, and gel-forming properties of oxidized myofibrils and whey- and soy-protein. Journal of Food Science, Vol. 65(5); pp. 811–818.

López-Rubio, A., Almenar, E., Hernandez-Muñoz, P., Lagarón, J.M., Catalá, R. and Gavara, R. 2004. Overview of active polymer-based packaging technologies for food applications. Food Reviews International, Vol. 20(4); pp. 357–387.

Lord, A.W. 2005. Food and Nutritional Analysis, Packaging Materials, Elsevier, pp. 341–352.

Luciano, G., Monahan , F.C., Vatsa, V., Penisi, P., Bela, M. and Priolo, A. 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. Meat Science, Vol. 82; pp. 193–199.

Lund, M.N., Lametsh, R., Hviid, M.S., Jensen, O.L. and Skibsted, L.H. 2007a. Highoxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine *longissimus dorsi* during chill storage. Meat Science, Vol. 77; pp. 295–303.

Lund, M.N., Hviid, M.S. and Skibsted, L.H., 2007b. The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. Meat Science, Vol. 76; pp. 226–233.

Luno, M., Roncales, P., Djenane, D. and Beltran, J. 2000. Beef shelf life in low O_2 and high CO_2 atmospheres containing different low CO concentrations. Meat Science, Vol. 55; pp. 413–419.

Ma, H.J., Ledward, D.A., Zamri, A.I., Frazier, R.A. and Zhou, G.H. 2007. Effects of high pressure/thermal treatment on lipid oxidation in beef and chicken muscle. Food Chemistry, Vol. 104; pp. 1575–1579.

Marsh, K. and Bugusu, B. 2007. Food packaging: roles, materials, and environmental issues. Journal of Food Science, Vol. 72(3); pp. 39–55.

Martinaud, A., Mercier, Y., Marinova, P., Tassy, C., Gatellier, P. and Renerre, M. 1997. Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. Journal of Agricultural Food Chemistry, Vol. 45; pp. 2481–2487.

Martinez, L.,Djenane, D., Cilla, I. Beltran, J.A. and Roncales, P. 2006. Effect of varing oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. Food Chemistry. Vol. 94; pp. 219–225.

McMillin, K.W. 2008. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. Meat Science, Vol. 80(1); pp. 43–65.

Mercier, Y., Gatellier, P. and Renerre, M. 2004. Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. Meat Science, Vol. 66(2); pp. 467–473.

Mercier, Y., Gatellier, P., Viau, M., Remignon, H. and Renerrea, M. 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in Turkey meat during storage. Meat Science, Vol. 48(3/4); pp. 301–318.

Mexis, S.F., Chouliara, E. and Kontominas, M.G. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4ºC. Food Microbiology, Vol. 26; pp. 598–605.

Mielnik, M. B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D. and Skrede, G. 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. LWT—Food Science and Technology, Vol. 39; pp. 191–198.

Mielnik, M.B., Sem, S., Egelandsdal, B. and Skrede, G. 2008. By-products from herbs essential oil production as ingredient in marinade for turkey thighs. LWT—Food Science and Technology, Vol. 41; pp. 93–100.

Mohan, O.C., Ravishankar, C. and Srinivasagopal, T.K. 2008. Effect of O_2 scavenger on the shelf-life of catfish (*Pangasius sutchi*) steaks during chilled storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 88; pp. 442–448.

Monin, G. and Ouali, A. 1992. Muscle differentiation and meat quality. pp. 89–159 *in*: Development in Meat Science. R. A. Lawrie, ed. Elsevier Appl. Sci., London, UK.

Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerryh, J.P. and Buckleyh, D.J. 1998. Lipid stability in meat and meat products. Meat Science, Vol. 49(l); pp. 73–86.

Nadarajah, D., Han, J.H. and Holley, R.A. 2005. Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. International Journal of Food Microbiology, Vol. 99; pp. 257–267.

Najdawi, R.A. and Abdullah, B. 2002. Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned chickens from the Jordanian market. Meat Science, Vol. 61; pp. 243–247.

Negrão, C.C., Mizubuti, I.Y., Morita, M.C., Colli, C., Ida, E.I. and Shimokomaki, M. 2005. Biological evalution of mechanically deboned chicken meat protein quality. Food Chemistry, Vol. 90; pp. 579-583.

Nieto, G., Castillo, M., Xiong, Y.L., Álvarez, D., Payne, F.A and Garrido, M.D. 2009. Antioxidant and emulsifying properties of alcalase-hydrolyzed potato proteins in meat emulsions with different fat concentrations. Meat Science, Vol. 83; pp. 24–30.

Ntzimani, A.G., Giatrakou, V.I. and Savvaidis, I.N. 2010. Combined natural antimicrobial treatments (EDTA, lysozyme, rosemary and oregano oil) on semi cooked coated chicken meat stored in vacuum packages at 4°C: Microbiological and sensory evaluation. Innovative Food Science and Emerging Technologies, Vol. 11; pp. 187–196.

Ntzimani, A.G., Paleologos, E.K., Savvaidis, I.N and Kontominas, M.G. 2008. Formation of biogenic amines and relation to microbial flora and sensory changes in smoked turkey breast fillets stored under various packaging conditions at 4^{o}C. Food Microbiology, Vol. 25; pp. 509–517.

Ozdemir, M. and Floros, J.D. 2004. Active food packaging Technologies. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Vol. 44; pp. 185-193.

Pantazi, D., Papavergou, A., Pouris, N., Kontominas, M.G. and Savvaidis, I.N. 2008. Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: Microbiological, biochemical and sensory attributes. Food Microbiology, Vol. 25; pp. 136–143.

Patsias, A., Chouliara, A., Badeka, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2008. Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets. Food Microbiology, Vol. 25; pp. 575–581.

Patsias, A., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. 2006. Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. Food Microbiology, Vol. 23; pp. 423–429.

Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., Fabre, R. and Kueider, S. 2006. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets with washed mechanically deboned chicken meat: Research note. Meat Science, Vol. 72; pp. 785–788.

Petracci, M., Fletcher, D.L. and Northcutt, J.K. 2001. The Effect of Holding Temperature on Live Shrink, Processing Yield, and Breast Meat Quality of Broiler Chickens. Poultry Science, Vol. 80; pp. 670–675.

Pettersen, M.K., Mielnik, M.B., Eie, T., Skrede, G. and Nilsson, A. 2004. Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned Turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions. Poultry Science, Vol. 83; pp. 1240–1248.

Pignoli, G., Bou, R., Rodriguez-Estrada, M.T. and Decker, E.A. 2009. Suitability of saturated aldehydes as lipid oxidation markers in washed turkey meat. Meat Science, Vol. 83; pp. 412–416.

Ramos, P.E.A. and Xiong, Y.L. 2003. Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties. Meat Science, Vol. 64(3); pp. 259–263.

Rao, D. and Sachindra, N. 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. Food Reviews International, Vol. 18(4); pp. 263–293.

Rennie, T.J. and Tavoularis, S. 2009. Perforation-mediated modified atmosphere packaging Part I. Development of a mathematical model postharvest biology and technology, Vol. 51; pp. 1–9.

Rivera, J.A., Sebranek, J.G., Rust, R.E. and Tabatabai, L.B. 2000. Composition and protein fractions of different meat by-products used for petfood compared with mechanically separated chicken (MSC). Meat Science, Vol. 55; pp. 53–59.

Robertson, T. R. 2003. Use of modified-atmosphere packaging. Chilled Storage, pp. 1186–1190.

Rooney, M.L. 1995. Introduction to active food packaging technologies. Innovations in Food Packaging, pp. 63–79.

Roy, R., Singh, S. and Pujari, S. 2008. Dietary role of omega - 3 polyunsaturated fatty acid (PUFA): A study with growing chicks, *Gallus domesticus*. International Journal of Poultry Science, Vol. 7(4); pp. 360–367.

Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M. and Huff-Lonergan, E. 2004. Influence of early post-mortem protein oxidation on beef quality. Journal of Animal Science, Vol. 82; pp. 785–793.

Saeed, S. and Howell, N. K. 2004. Rheological and differential scanning calorimetry studies on structural and textural changes in frozen Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 84; pp. 1216–1222.

Sakanaka, S. and Tachibana, Y. 2006. Active oxygen scavenging activity of egg-yolk protein hydrolysates and their effects on lipid oxidation in beef and tuna homogenates. Food Chemistry, Vol. 95; pp. 243–249.

Sandercock, D.A., Hunter, R.R., Nute, G.R., Hocking, P.M. and Mitchell, M.A. 1999. Physiological responses to acute heat stress in broilers: implications for meat quality. Proceedings of the 14th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Bologna, pp. 271—276.

Santos, H.C., Brandelli, A., Ayub, M.A.Z. 2004. Influence of postmortem aging in tenderness of chicken breast fillets. Ciencia Rural Santa Maria, Vol. 34(3); pp. 905–910.

Sasaki, K., Mitsumoto, M. and Kawabata, K. 2001. Relationship between lipid peroxidation and fat content in Japanese Black beef Longissimus muscle during storage. Meat Science, Vol. 59; pp. 407–410.

Sekar, A., Dushyanthan, K., Radhakrishnan, K.T. and Babu, R.N. 2006. Effect of modified atmosphere packaging on structural and physical changes in buffalo meat. Meat Science, Vol. 72; pp. 211–215.

Seydim, A.C., Acton, J.C., Hall, M.A. and Dawson, P.L. 2006. Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat. Meat Science, Vol. 73; pp. 503–510.

Shin, J., Harte, B., Ryser, E. and Selke, S . 2010. Active packaging of fresh chicken breast, with allyl isothiocyanate (AITC) in combination with modified atmosphere packaging (MAP) to control the growth of pathogens. Journal of Food Science, Vol. 75(2); pp. M65-71.

Smiddy, M. Papkovskaia, N., Papkovsky, D.B. and Kerry, J.P. 2002. Use of oxygen sensors for the non-destructive measurement of the oxygen content in modified atmosphere and vacuum packs of cooked chicken patties; impact of oxygen content on lipid oxidation Food Research International, Vol. 35; pp. 577–584.

Smith, A.G. and Day, B.P.F. 2003. Effect of Modified-atmosphere Packaging on Food Quality, Chill Foods, pp. 1157–1163.

Smolander, M., Alakomi, H.L., Ritvanen, T., Vainioinpaa, J. and Ahvenainen, R. 2004. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time–temperature indicators as quality-indicating tools. Food Control, Vol. 15; pp. 217–229.

Soyer, A., Özalp, B., Dalmıs, Ü. and Bilgin, V. 2010. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. Food Chemistry, Vol. 120; pp. 1025–1030.

Spencer, K.C. 2005. Modified atmosphere packaging of ready-to-eat foods Chapter 12; pp. 185–201. Innovations in Food Packaging ISBN: 0-12-3 1 1632-5

Srinivasan, S. and Hultin, H. O. 1997. Chemical, physical, and functional properties of cod proteins modified by a nonenzymic free-radicalgenerating system. Journal of Agricultural Food Chemistry, Vol. 45; pp. 310–320.

Stadelman, W.C.J., Olesen, V.M., Shemwell, G.A. and Pasch, S. 1988. Nutritional value of poultry meat. "Egg and poultry-meat processing" pp. 92–122. Ed. Horwood Ellis Horwood Ltd. Sistr. Chester, England.

Stadtman, E.R. and Levine, R.L. 2003. Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. Amino Acids, Vol. 25; pp. 207–218.

Sun, T., Liu, Z., Qin, L. and Long, R. 2012. Meat fatty acid and cholesterol level of free-range broilers fed on grasshoppers on alpine rangeland in the Tibetan Plateau. J Sci Food Agric, DOI 10.1002/jsfa.5609.

Sun, W., Zhou, F., Zhao, M., Yang, B. and Cui, C. 2011. Physicochemical changes of myofibrillar proteins during processing of Catonese sausage in relation to their aggregation behaviour and in vitro digestibility. Food Chemistry, Vol. 129; pp. 472–478.

Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K. and Bigger, S.W. 2003. Active packaging Technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its application. Journal of Food Science, Vol. 68(2); pp. 408–20.

Suzuki, H., Wada, S., Hayakawa, S. and Tamura, S. 1985. Effects of oxygen absorber and temperature on ω3 polyunsaturated fatty acids of sardine oil during storage. Journal of Food Science. Vol. 50; pp. 358–360.

Tang, S.Z. Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A. 2000. Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. Meat Science, Vol. 56; pp. 285–290.

Tang, S.Z., Kerry, J.P., Sheehan, D., Buckley, D.J. and Morrissey, P.A. 2001. Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. Meat Science, Vol. 57; pp. 331–336.

Tarladgis, B., Watts, B.M. and Yonathan, M., 1960. Distillation method for determination of malonaldehit in rancid food. Journal of American Oil Chmistry Society, Vol. 37(1); pp. 44–48.

Tarr, C.R. and Clingeleffer, P.R. 2005. Use of an oxygen absorber for disinfestation of consumer packages of dried vine fruit and its effect on fruit colour. Journal of Stored Products Research, Vol. 41; pp. 77–89.

Taylor, A.A., Down, N.F. and Shaw, B.G. 1986. Storage and display of fresh meat packed in elevated O_2/CO_2 atmosphere. Pp. 295–301 in Recent Advances and Developments in the Refrigeration of Meat by Chilling. Int. Inst. Refrigeration. Paris, France.

Teets, A.S., Sundararaman, M. and Were, L.M. 2008. Electron beam irradiated almond skin powder inhibition of lipid oxidation in cooked salted ground chicken breast. Food Chemistry, Vol. 111; pp. 934–941.

Teets, A.S. and Were, L.M. 2008. Inhibition of lipid oxidation in refrigerated and frozen salted raw minced chicken breasts with electron beam irradiated almond skin powder. Meat Science, Vol. 80; pp. 1326–1332.

Tewari, G., Jayas, D.S., Jeremiah, L.E. and Holley, R.A. 2002b. Absorption kinetics of oxygen scavengers. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 37; pp. 209–217.

Tewari, G., Jeremiah, L.E., Jayas, D.S. and Holley, R.A. 2002a. Improved use of oxygen scavengers to stabilize the colour of retail-ready meat cuts stored in modified atmospheres. International Journal of Food Science and Technology, Vol. 37; pp. 199–207.

Tokur, B. and Korkmaz, K. 2007. The effects of an iron-catalyzed oxidation system on lipids and proteins of dark muscle fish Food Chemistry, Vol. 104; pp. 754–760.

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A. 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. Food Chemistry, Vol. 89(4); pp. 549–554.

Torrieri, E., Cavella, S., Villani, F. and Masi, P. 2006. Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (Dicentrarchus labrax). Journal of Food Engineering. Vol. 77; pp. 1078–1086.

Trespalacios, P. and Pla, R. 2007a. Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. Food Chemistry, Vol. 100; pp. 264–272.

Trespalacios, P. and Pla, R. 2007b. Synergistic action of transglutaminase and high pressure on chicken meat and egg gels in absence of phosphates. Food Chemistry, Vol. 104; pp. 1718–1727.

Tsigarida, E. and Nychas, G.J.E. 2001. Ecophysiological attributes of a *Lactobacillus* sp. and a *Pseudomonas* sp. on sterile beef fillets in relation to storage temperature and film permeability. Journal of Applied Microbiology, Vol. 90; pp. 696–705.

Veberg, A., Sorheim, O., Moan, J., Iani, V., Juzenas, P., Nilsen, A.N. and Wold, J.P. 2006. Measurement of lipid oxidation and porphyrins in high oxygen modified atmosphere and vacuum-packed minced turkey and pork meat by Xuorescence spectra and images. Meat Science, Vol. 73; pp. 511–520.

Ventanas, S., Estevez, M., Tejeda, J.F. and Ruiz, J. 2006. Protein and lipid oxidation in Longissimus dorsi and dry cured loin from Iberian pigs as affected by crossbreeding and diet. Meat Science, Vol. 72; pp. 647–655.

Venturini, A.C., Contreras, C.J.C., Sarantopoulos, C.I.G.L. and Villanueva, N.D.M. 2006. The effects of residual oxygen on the storage life of retail-ready fresh beef steaks masterpackaged under a CO_2 atmosphere. Journal of Food Science, Vol. 71(7); pp. 560–566.

Vermeiren, L., Devlieghere, F. and Debevere, J. 2002. Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. Food Additives and Contaminants, Vol. 1; pp. 163–171.

Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Beest, M., De Kruijf, N. and Debevere, J. 1999. Developments in the active packaging of foods. Trends in Food Science and Technology, Vol. 10; pp. 77–86.

Viana, E.S., Gomide, L.A.M. and Vanetti, M.C.D. 2005. Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork. Meat Science, Vol. 71; pp. 696–705.

Warriss, P.D., Wilkins, L.J. and Knowles, T.G. 1999. The influence of ante-mortem handling on poultry meat quality. Pp. 217–230 in: Poultry Meat Science, R. I. Richardson and G. C. Mead, ed. CABI Publishing, Oxfordshire, UK.

Wattanachant, S. 2008. Factors affecting the quality characteristics of thai indigenous chicken meat. Suranaree J. Sci. Technol., Vol. 15(4); pp. 317-322.

Xiao, S., Zhang, G., Lee, E.J., Ma, C.W. and Ahn, D.U. 2011. Lipid and peotein oxidation of chicken breast rolls as affected by dietary oxidation levels and packaging. Journal of Food Science, Vol. 76(4); pp. 612–617.

Xiong, Y.L. 2000. Protein oxidation and implications for muscle foods quality. Decker, E.A., Faustman, C., Lopez-Bote, C.J. (Eds.), Antioxidants in muscle foods, Wiley, New York, pp. 85–111.

Yam, K.L., Takhistov, P.T. and Miltz, J. 2005. Intelligent packaging conceptsand applications. Journal of Food Science, Vol. 70(1); pp. R1–R10.

Yu, L.H., Lee, E.S., Jeong, J.Y., Paik, H.D., Choi, J.H. and Kim, C.J. 2005. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. Meat Science, Vol. 71; pp. 375–382.

Yuste, J., Mor-Mur, M., Capellas, M., Guamis, B. and Pla, R. 1999. Mechanically recovered poultry meat sausages manufactured with high hydrostatic pressure. Poultry Science, Vol. 78; pp. 914–921.

Zakrys, P.I., Hogan, S.A., O'Sullivan, M.G., Allen, P. and Kerry, J.P. 2008. Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. Meat Science, Vol. 79; pp. 648–655.

Zakrys-Waliwander, P.I., O'Sullivan, M.G., O'Neill, E.E. and Kerry, J.P. 2012. The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine M. longissimus dorsi muscle during chilled storage. Food Chemistry, Vol. 131; pp. 527–532.

Zerdin, K., Rooney, M.L. and Vermuë, J. 2003. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. Food Chemistry, Vol. 82(3); pp. 387–395.

Zhang, M. and Sundar, S. 2005. Effect of oxygen concentration on the shelf-Life of fresh pork packed in a modified atmosphere packaging. Technology and science, Vol. 18; pp. 217–222.

EK 1 Duyusal analiz değerleindirme formu örneği (çiğ)

TAVUK ETİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI: **TARİH:**

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen skaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	**Görünüş**	**Renk**	**İlk Algılanan Koku**	**Koku**	**Yapışkanlık**	**Genel Beğeni**

SKALA

9. Mükemmel
8. Çok iyi
7. İyi
6. Ortanın Üstü
5. Orta
4. Ortanın altı
3. Kötü
2. Çok Kötü
1. Son derece kötü

EK NOTLAR:

EK 2 Duyusal analiz değerleindirme formu örneği (pişmiş)

TAVUK ETİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI: **TARİH:**

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalan tadı su ve ekmekle giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen skaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	**Görünüş**	**Renk**	**Koku**	**Lezzet**	**Yapı (Tekstür)**	**Genel Beğeni**

SKALA

9. Mükemmel
8. Çok iyi
7. İyi
6. Ortanın Üstü
5. Orta
4. Ortanın altı
3. Kötü
2. Çok Kötü
1. Son derece kötü

EK NOTLAR:

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Burak DEMİRHAN

Doğum Yeri: Kırıkkale

Doğum Tarihi: 10.06.1981

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Batıkent Kayabayazıtoğlu Lisesi-1998

Lisans: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi-2004

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi-2004

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi-2005

Yayınları (SCI ve diğer)

Er,B., Demirhan, B., Kaynak Onurdag, F. and Yentür, G. (2010) Determination of aflatoxin M_1 level in milk and white cheese consumed in Ankara region, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* Vol. 9(12):1pp. 780-1784.

Kaynak Onurdağ, F., Er, B., Özgen, S., Demirhan, B. Abbasoğlu, U. and Bayhan Öktem ,A. (2011). A research of *Salmonella* spp. in egg and egg products and survival of *Salmonella* in different temperatures. *Journal of Food Science and Engineering.* Vol. 6(3): pp. 147-154.

Bayhan Öktem ,A., Kaynak Onurdağ, F., Er, B. and Demirhan, B. (2009). A research of *Salmonella* spp. in egg and egg products and survival of *Salmonella* in different temperatures. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*. Vol. 6(3): pp. 147-154.

Yentür, G., Erdoğan, Ş., Er, B., Demirhan, B. and Bayhan Öktem, A. (2010). The investigation of levels of synthetic colorants in some foodstuffs sold in Ankara region, Turkey. *Gıda.* Vol. 35(1): pp. 49-53.

Yentür, G., Kaynak Onurdağ, F., Er, B. and Demirhan, B.: Investigation of Aflatoxin B_1 levels in red pepper and products consumed in Ankara, *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences* (Makale baskıda).

Yentür, G., Erdoğan, Ş., Er, B. and Demirhan, B.: The investigation of synthetic colours in some foodstuffs sold in Ankara, Turkey. 2st International Food and Nutrition Congress. 24-26 October 2007. İstanbul, Turkey.

Bayhan Öktem, A., Kaynak Onurdağ, F., Er, B. and Demirhan, B.: A research of *Salmonella* Spp. in egg and egg products and lifetime of *salmonella* in refrigerator and boiling temperatures, First European Food Congress. 4-9 November 2008. Ljubljana, Slovenia.

Er, B., Demirhan, B., Kaynak Onurdağ, F. and Yentür,G.: Determination of Aflatoxin M_1 level in milk and cheese consumed in Ankara Region, Turkey, 1st International Congress on Food Technology**,** 3-6 November 2010. Antalya, Turkey.

Yentür,G., Kaynak Onurdağ,F., Er, B. and Demirhan,B.: Investigation of Aflatoxin B_1 levels in red pepper flakes, pepper pastes and pepper sauces consumed in Ankara Region, Turkey, 1st International Congress on Food Technology, 3-6 November 2010. Antalya, Turkey.

Demirhan, B., Er, B., Kaynak Onurdağ, F., Özgen, S., Bayhan Öktem, A. and Abbasoğlu, U.: "Determination of quinolone antibiotic residues in chicken meat samples" 4th HVMS Food Congress-Modern Approach to Food Hygiene and Safety, Greece, 11-13 November 2011.

Kaynak Onurdağ, F., Er, B., Özgen, S., Demirhan, B., Abbasoğlu, U. and Bayhan Öktem, A.: "Antimicrobial susceptibilities of *Salmonella Spp*. isolated from chicken meat samples", 4th HVMS Food Congress-Modern Approach to Food Hygiene and Safety, Greece, 11-13 November 2011.

Aşık, E., Kızılkaya, E., Demirhan, B. and Candoğan, K.: Effect of Chitosan Incorporation on Quality Characteristic of Meatballs, 1st International Congress on Food Technology, 3-6 November 2010. Antalya, Turkey.

Demirhan, B., Aşık, E., Kızılkaya, E., Caner, C. and Candoğan, K.: The effect of modified atmosphere packaging with oxygen scavenger on quality changes in

chicken breast meat patties during refrigerated storage, 1st International Congress on Food Technology 3-6 November 2010. Antalya, Turkey.

Demirhan, B., Caner, C. and Candoğan, K.: Et ve Et Ürünlerinde Oksijen Tutucuların Kullanımı, Ambalaj 2009 Sempozyumu İzmir, Türkiye.

Projeler

Tavuk Etlerinde Kinolon Antibiyotik Kalıntı Miktarlarının ve *Salmonella* spp. Varlığının Araştırılması (2010) Gazi Üniversitesi BAP Projesi

Bazı Gıda Maddelerinde Aflatoksin M1 ve B1 Düzeylerinin Saptanması (2009) Gazi Üniversitesi BAP Projesi

Oksijen Tutucular Kullanılarak Modifiye Atmosferde Paketlenen Tavuk Etlerinde Kalite Değişimleri (2008) Ankara Üniversitesi BAP Projesi

Yumurta ve Yumurta Ürünlerinde Salmonella spp. Varlığı ile Salmonella spp.nin Buzdolabı ve Kaynatma Sıcaklıklarında Yaşam Süresinin Araştırılması (2006) Gazi Üniversitesi BAP Projesi