

**VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMA
YÖNTEMLERİNİN MANDA KIYMASININ
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Rahimeh JABERİ

**Yüksek Lisans Tezi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Prof.Dr. Mükerrrem KAYA
2013
Her hakkı sakıldır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMA
YÖNTEMLERİNİN MANDA KIYMASININ RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Rahimeh JABERİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ERZURUM
2013**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMA YÖNTEMLERİNİN
MANDA KIYMASININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA danışmanlığında, Rahimeh JABERİ tarafından hazırlanan bu çalışma 16/07/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu (3./..)~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Mükerrerem KAYA

İmza :

Üye : Prof.Dr.M.İrfan AKSU

İmza :

Üye : Prof.Dr.Medine GÜLLÜCE

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

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

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMA YÖNTEMLERİNİN MANDA KIYMASININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Mükerrerem KAYA danışmanlığında, Rahimeh JABERİ tarafından hazırlanan bu çalışma 16/07/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Mükerrerem KAYA *İmza* :

Üye : Prof.Dr.M.İrfan AKSU *İmza* :

Üye : Prof.Dr.Medine GÜLLÜCE *İmza* :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VAKUM VE MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLAMA YÖNTEMLERİNİN MANDA KIYMASININ RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Rahimeh JABERİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

Araştırmada, manda kıymasının raf ömrü üzerine vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama yöntemlerinin etkileri incelenmiştir. Manda kıymaları hazırlandıktan sonra vakum ve modifiye atmosfer (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulanarak ambalajlanmış ve 14 gün süre ile 2°C±0.5’de muhafaza edilmiştir. Muhafazanın belirli günlerinde alınan örnekler toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam aerobik psiktrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae ve mayaküf sayımları ile pH, renk (L*, a* ve b*) ve TBARS analizlerine tabi tutulmuştur.

Ambalajlama yöntemi ve muhafaza süresinin incelenen parametrelerin çoğu üzerinde önemli veya çok önemli etkileri saptanmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlanan manda kıymasında lipid oksidasyonu hızlı bir şekilde gelişmiş ve muhafazanın 4. gününde TBARS değeri 1mg MDA/kg’ı aşmıştır. Vakum ambalajlamada ise muhafaza süresince TBARS değeri başlangıç değerine yakın düzeyde kalmıştır. Muhafazanın ilk günlerinde MAP uygulamasında daha yüksek a* değerleri belirlenmiştir. Buna karşın vakum ambalajlanan örneklerde a* değerinde önemli değişimler gözlenmemiştir. Muhafaza sırasında psiktrotrofik bakteriler mezofilik bakterilere göre daha iyi bir gelişme göstermiştir. Her iki ambalajlama yönteminde de Enterobacteriaceae ve *Pseudomonas* gelişimi baskılanmıştır.

2013, 61 sayfa

Anahtar Kelimeler : Manda kıyması, vakum, MAP, renk, psiktrotrofik bakteri

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECTS OF VACUUM AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING METHODS ON SHELF LIFE OF MINCED WATER BUFFALO MEAT

Rahimeh JABERİ

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

Supervisor : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

In this study, the effects of vacuum and modified atmosphere packaging methods on minced buffalo meat was investigated. After minced meat preparation, samples were packaged under vacuum and modified atmosphere (80%O₂ + 20%CO₂) conditions and were kept at 2°C±0.5 during 14 days. Minced meat samples were subjected to enumerations of total aerobic mesophilic bacteria, total aerobic psychrotrophic bacteria, lactic acid bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae and yeast-mold, and analysis of pH, color (L*, a* and b*) and TBARS on certain days of storage period.

Packaging method and storage time had significant (P<0.05) or very significant (P<0.01) effects on most of the investigated parameters. In buffalo minced meat packaged under modified atmosphere, lipid oxidation proceeded rapidly and TBARS value was exceeded 1mg MDA day/kg on the 4 days of the storage. In vacuum packaged samples, TBARS value remained close to initial TBARS value during storage. a* value was determined to be higher in modified atmosphere in packaged samples within initial days of the storage. However, no significant changes in a* value were observed in vacuum packaged samples. Psychrotrophic bacteria increased more than the mesophilic bacteria during storage. The growth of *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas* were inhibited in both of the packaging methods.

2013, 61 pages

Keywords : Minced waterbuffalo meat, vacuum, MAP, color, psychtrophic bacteria

TEŞEKKÜR

Araştırmamın her aşamasında büyük desteğini gördüğüm, bana bilgisiyle yol gösterici, titizliğiyle örnek olan, hoşgörüsü ve engin bilgisiyle beni motive eden saygı değer hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrrem KAYA'ya minettarım.

Çalışmamın ortaya çıkmasında hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, beni daima sabırla karşılayan kıymetli hocam Sayın Doç.Dr. Güzin KABAN'a can u gönülden şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmamı hazırladığım süreçte beni yalnız bırakmayan, desteklerini benden esirgemeyen bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Daima desteklerini gördüğüm, her zaman arkamda duran, zorlukları aşma konusunda bana olan inançlarıyla beni motive eden, varlıklarından mutluluk ve gurur duyduğum aile fertlerime teşekkür ediyorum.

Sayelerinde yapmış olduğum bu çalışmayı, sevgili annem Mahboobeh BABAZADEH'e ve babam Mohammad JABERİ'ye ithaf ediyorum.

Rahimeh JABERİ

Haziran 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot	16
3.2.1. Deneme planı.....	16
3.2.2. Kıyma örneklerinin hazırlanması ve ambalajlama.....	16
3.2.3. Örneklerin muhafazası	17
3.2.4. Örneklerin alınması ve analize hazırlanması.....	17
3.2.5. Analizler	18
3.2.5.a. pH değerinin belirlenmesi	18
3.2.5.b. Tiyobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) analizi	18
3.2.5.c. Renk değerlerinin belirlenmesi.....	19
3.2.5.e. Toplam psikrotrofik bakteri sayımı	19
3.2.5.f. <i>Pseudomonas</i> sayımı.....	19
3.2.5.g. <i>Enterobacteriaceae</i> Sayımı	20
3.2.5.h. Laktik asit bakteri sayımı	20
3.2.5.i. <i>Micrococcus / Staphylococcus</i> sayımı.....	20
3.2.5.j. Maya-Küf sayımı.....	21
3.2.6. İstatistikî analizler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	22
4.1. Kimyasal analiz sonuçları	22
4.1.1. pH.....	22

4.1.2. Tiyobarbiturik asit reaktif substans (TBARS).....	24
4.1.3. Renk Değerleri	28
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	36
4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı	36
4.2.2. Psikrotrofik bakteri sayısı.....	39
4.2.3. <i>Pseudomonas</i> Sayısı.....	41
4.2.4. Laktik Asit Bakteri Sayısı	44
4.2.5. Enterobacteriaceae sayısı	46
4.2.6. <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> Sayısı.....	49
4.2.7 Maya-Küf	50
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
dak	Dakika
sn	Saniye
g	Gram
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
kob	Koloni Oluşturan Birim
Log	Logaritmik
PA/PE	Poliamid/Polietilen
ppm	Milyonda Kısım
rpm	Dakikada Dönme Hızı
SD	Standart Sapma
µmol	Mikromol

Kısaltmalar

MAP	Modifiye Atmosferde ambalajlama
TBARS	Tiyobarbiturik Asit Reaktif Substans
LAB	Laktik Asit Bakterisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının TBARS değerine etkisi.....	28
Şekil 4.2. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının a* değerine etkisi.....	34
Şekil 4.3. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının b* değerine etkisi.....	35
Şekil 4.4. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısına etkisi.....	39
Şekil 4.5. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının laktik asit bakteri sayısına etkisi.....	46
Şekil 4.6. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonununun manda kıymasının maya-küf sayısına etkisi	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait ortalamalar	22
Çizelge 4.2. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.3. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	23
Çizelge 4.4. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait ortalamalar	24
Çizelge 4.5. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.6. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	26
Çizelge 4.7. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait ortalamalar.....	29
Çizelge 4.8. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait ortalamalar	29
Çizelge 4.9. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait ortalamalar	30
Çizelge 4.10. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.11. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.12. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	31

Çizelge 4.13. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	32
Çizelge 4.14. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	33
Çizelge 4.15. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	34
Çizelge 4.16. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g).....	36
Çizelge 4.17. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.18. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Çizelge 4.19. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)	40
Çizelge 4.20. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.21. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	41
Çizelge 4.22. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)	42

Çizelge 4.23. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.24. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının <i>Pseudomonas</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	43
Çizelge 4.25. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)	44
Çizelge 4.26. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.27. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	45
Çizelge 4.28. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)	47
Çizelge 4.29. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.30. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının <i>Enterobacteriaceae</i> sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	48
Çizelge 4.31. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait ortalamalar (log kob/g).....	49
Çizelge 4.32. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> sayılarına ait varyans analiz sonuçları	50

Çizelge 4.33. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)	50
Çizelge 4.34. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.35. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	51

1. GİRİŞ

Kıyma makinesinden geçirilerek hazırlanan ve herhangi bir katkı maddesi içermeyen taze et ürünü “kıyma” olarak isimlendirilir. Kıyma (TS 11566), mevzuatına uygun kombina veya mezbahalarda kesilmiş olan kasaplık hayvan etlerinden birinin ön soğutulmasından sonra kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlardan, kısmen kabuki ve iç yağlarından ayrılmasından, iç organları ve kemiklerinden ayrılmış kanatlı etlerinden birinin ise taze et olarak ön soğutulmasından sonra uygun bir kıyma makinesinde bir kez çekilmesiyle elde edilen ve hiçbir katkı maddesi ihtiva etmeyen taze kıyma veya derin dondurulmuş kıyma olarak piyasaya sunulan ürün olarak da tanımlanmaktadır. Kıyma kullanılan aynanın çapına bağlı olarak ince veya kalın çekilmiş olarak piyasaya (Anonim 2003) arz edilir. Bunun yanı sıra bıçak veya satır ile de kıyma hazırlanabilmektedir.

Kıyma üretiminde kesimden hemen sonra en derin noktasındaki sıcaklık en yüksek +7°C'e olacak şekilde soğutulmuş ve 4 °C'den fazla olmayan bir sıcaklıkta en çok 7 gün muhafaza edilmiş karkas veya karkas parçalarından elde edilen taze et kullanılması gerekmektedir (Anonim 2003).

Kıyma taze veya dondurulmuş olarak satışa sunulabildiği gibi köfte, patti, hamburger ve benzeri taze işlenmiş et ürünlerinin hazırlanmasında hammadde olarak da kullanılabilir (Gökalp vd 2012). Kıyma üretiminde sığır eti yaygın olarak kullanılmakla birlikte manda eti de kıymaya işlenmektedir. Ayrıca manda eti, burger ve patii gibi taze et ürünlerinde (Thomas *et al.* 2006) ve sucuk ve pastırma (Gökalp vd 2012) ile Bresaola (Paleari *et al.* 2000) gibi işlenmiş et ürünlerinde ham madde olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan Mısır'da sucuk gibi fermente sosisler ile salam gibi emülsiyon tipi et ürünlerinin üretiminde 3-4 aylık malak etinin kullanıldığı, Filipinlerde ise tüketilen toplam etin 2/3'nün manda etinin oluşturduğu, Azerbaycan'da da geleneksel bir yemek olan dolmanın manda etinden yapıldığı belirtilmektedir (Atasever ve Erdem 2008).

Süt, et ve çeki hayvanı olarak dünyada önemli bir ekonomik etkinliğe sahip bir çiftlik hayvanı olan manda, Güneydoğu Asya, Güney Amerika, Kuzey Afrika, Fransa dışındaki tüm Akdeniz ülkelerinde, Balkan ülkeleri ve bazı Orta Avrupa ülkelerinde ve Avustralya'da yetiştirilmektedir. Mandanın, bugün dünya üzerinde 38 ülkede yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Atasever ve Erdem 2008). Manda etinin sığır etine göre sırasıyla %40 ve %55 daha az kolestrol ve kalori, %11 ve %10 daha fazla protein ve mineral içerdiği bildirilmektedir (Soysal 2006; Atasever ve Erdem 2008). Kolesterol düzeyinin düşük olması da bu etin önemini artırmaktadır. Manda eti, sığır etine göre daha fazla miyogloblin içerdiğinden daha koyu kırmızı bir renge sahiptir (Tateo *et al.* 2007). Manda eti, yüksek protein ve düşük yağ oranı ile et sanayii için potansiyel bir ham madde olarak görülmektedir (Rey *et al.* 2011). Manda eti İtalya, Mısır, Bulgaristan, Avustralya ve Venezuela gibi ülkelerde hayvansal protein kaynağı açısından büyük öneme sahiptir. Bu ülkelerde belirli bölgelerde manda eti sığır etinden daha fazla miktarlarda tüketilmektedir. Hindistan'da dini inanışlardan dolayı sığır eti yenmediğinden manda eti tüketimi oldukça fazladır (Gönülalan *et al.* 2009).

Kıyma, yapısal özellikleri, pH ve su aktivitesi (aw) değerleri ve hazırlama teknolojisi bakımından mikrobiyal kontaminasyona en uygun taze et ürünlerindedir (Gökmen ve Alışarlı 2003). Et, kıyma haline dönüştürüldüğünde yüzeyinde önemli bir artış olmakta ve hücre öz suyu dışarı çıkmaktadır. Bundan dolayı mikroorganizmalar için iyi bir ortam olan kıyma, parça etlere göre bozulmaya karşı daha duyarlıdır. Diğer taraftan et yüzeyinde bulunan mikroorganizmaların kıyma hazırlanırken ürünün her tarafına dağılması da parça ete göre daha kolay bozulmasının diğer bir nedenidir.

Sağlıklı bir hayvandan elde edilen et hemen hemen sterildir. Kesim sırasındaki hijyenik koşullar ve personel hijyeni mikrobiyal yükü etkileyen önemli faktörlerdendir (Yashoda *et al.* 2000). Kesim sırasındaki kontaminasyonların en önemli kaynakları deri, bağırsak içeriği, bıçaklar da dahil diğer alet ve ekipmanlar, işçi elleri ve elbiseleri ve kullanılan sudur. Kesimden sonraki muhafaza ve işleme koşulları da mikrofloranın gelişiminde önemli faktörlerdendir (Yashoda *et al.* 2000; Sachindra *et al.* 2005; Nychas *et al.* 2008; Olaoye and Ntuen 2011).

Ette mikrobiyolojik değişimlerin yanısıra protein ve lipidlerde de değişimler olmaktadır. Proteoliz, lipid oksidasyonu ve lipoliz önemli reaksiyonlardır. Proteoliz ve lipoliz sonucu oluşan ürünler mikrobiyal bozulmayı teşvik etmektedir. Renk pigmentlerinde meydana gelen değişimler sonucu et renginde de arzu edilmeyen değişiklikler de ortaya çıkabilmektedir (Dave and Ghaly 2011).

Kıyma, parça et gibi taze işlenmiş ürünlerde renk, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal yük çok önemli kalite kriterleridir. Bu kalite kriterlerinin korunması açısından ambalajlama yöntemi de önemli bir faktördür. Taze etlerin parlak kiraz kırmızısı rengi, myoglobin oksitlenmiş formu olan oksimyoglobinden kaynaklanmaktadır. Vakum şartlarda oksijen yeterli olmadığından parlak kiraz kırmızısı renk koyu mat kahverengimsi kırmızıya dönüşmektedir. Oksijenin fazla olması ise oksidasyonun ilerlemesine ve dolayısı ile arzu edilmeyen koyu mat kırmızı rengin oluşumuna neden olmaktadır. Oksijen, parlak kiraz kırmızısı rengin oluşumunu (oksimyoglobin) sağlarken aynı zamanda lipid oksidasyonunu hızlandırmakta ve neticede renk ve lezzet bozukluklarına neden olmaktadır. Diğer taraftan kıyma gibi parçalanmış ürünler oksidasyona daha hassastır (Kaya 2013).

Gıda sanayinde ambalajlama içine konulan gıdaların tüketiciye bozulmadan, en az toplam maliyetle, güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır (Üçüncü 2000). Gıda ambalajlamanın amacı kaliteyi muhafaza etmek ve üretim ile tüketim arasında geçen zamanda gıda güvenliğini korumaktır (Walsh and Kerry 2002). Gıdaların raf ömrü, ürünün ambalajlama ve son tüketim tarihinin arasında belirli bir zaman dilimi olarak tanımlanmaktadır. Burada ürün özelliklerinin tüketici tarafından raf ömrü süresince kabul edilebilir düzeyde olması gerekmektedir (McMillin 2008; Lorenzo and Gomez 2012).

Renk, taze ve işlenmiş et ürünlerinde en önemli kalite kriterlerinden biridir. Tüketici et rengini, etin tazeliği ve güvenilirliğini değerlendirmede ön planda tutmaktadır (Mancini and Hunt 2005). Satışa hazır kıymada ete rengini veren pigment oksimyoglobindir. Oksimyoglobinin metmyoglobine dönüşümü sonucu etin rengi kırmızıdan kahverengine

dönmektedir (Kerry *et al.* 2006). Vakum ambalajlanmış kıyma ve benzeri ürünlerde oksijenin yokluğu nedeni ile hakim renk pigmenti metmyoglobindir. Koyu mat kahverengimsi bir renkten dolayı vakum uygulanarak ambalajlanmış kıyma ve benzeri ürünler tüketici tarafından pek tercih edilmemektedir.

Kıymanın muhafaza süresi kullanılan ambalajlama yöntemine, sıcaklığa, başlangıç mikroorganizma sayısına ve tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Oksijen geçirgenliğine sahip bir material ile ambalajlanmış iyi kalite bir kıymanın 4°C'deki depolama süresi 1 gün iken, modifiye atmosfer ambalajlamada (%80 O₂ + %20 CO₂) bu süre 2°C'de 3-5 güne kadar uzayabilmektedir. Diğer taraftan vakum ambalajlama uygulaması ile kıymanın raf ömrünü 4°C'de 7-14 güne kadar çıkarmak da mümkün olabilmektedir (Schmidhofer 1988). Kıyma ve benzeri taze et ürünlerinde soğukta muhafaza sırasında özellikle psikrotrofik ve psikrofilik mikroorganizmaların gelişebilmesi raf ömrünü oldukça kısıtlamaktadır. Bu nedenle soğukta muhafaza sırasında uygulanan sıcaklık derecesi raf ömrü üzerinde oldukça önemli bir etki göstermektedir. Sıcaklığın düşüşü ile mikroorganizmaların lag fazı uzamakta ve buna bağlı olarak ürün üzerindeki olumsuz etkileri daha geç ortaya çıkmaktadır (Gökalp vd 2012).

Vakum ambalajlamanın temel esası, hava ve oksijen ambalajdan boşaltıldıktan sonra sıkıca kapatılmasıdır. Vakum ambalajlanmış etlerde oksijen uzaklaştırıldığından lipid oksidasyonu yavaşlamakta ve aerobik bakteri gelişimi inhibe olmaktadır (Zhou *et al.* 2010). Ancak tüketici tarafından arzu edilmeyen bir renk oluşumu, aneorobik bakteri gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan ekşime ve peynirimsi koku vakum ambalajlamanın uygulanmasını sınırlandırmaktadır (Jeong and Claus 2011). Diğer taraftan bazı durumlarda normal pH değerlerinde vakum ambalajlanmış etlerde *Lactobacillus* türlerinin hidrojen sülfür oluşturarak yeşillenmeye ve kötü kokuya neden olması da bu uygulanamanın diğer dezavantajlarındadır (Boers and Dijkmann 1994).

Modifiye atmosferde ambalajlamada uygulanan temel işlem, ambalaj ortamındaki havanın çıkarılarak yerine bir gaz veya gaz karışımı verilerek ambalajın kapatılmasıdır.

Soğutulmuş taze etler, oksijen geçirgenliği yüksek olan materyaller kullanılarak ambalajlanabildiği gibi vakum ambalajlama, düşük veya yüksek oranlarda O₂ içeren modifiye atmosferde ambalajlama uygulamalarına da tabii tutulabilmektedir (McMillin 2008; Fernández *et al.* 2009; Zhou *et al.* 2010).

Modifiye atmosferde ambalajlama işleminde genellikle O₂, CO₂ ve N₂ gazları kullanılmaktadır. Bazen CO ve Ar gazları da kullanılabilir. Gaz kompozisyonu ürünün özelliklerine ve muhafaza süresine göre değişmektedir (Sorheim *et al.* 1996).

Modifiye atmosferde kullanılan en önemli gaz karbondioksit olup bu gaz bakteriyostatik ve fungustatik etki göstermektedir (Storia *et al.* 2012). Mayalar üzerindeki etkisi oldukça azdır. Karbondioksit bakteri hücrelerinin enzim sistemini bozar, bakterilerin membran potansiyellerini değiştirerek yaşamlarını engeller, lag fazını uzatır ve logaritmik faz esnasında gelişme oranını düşürerek bakteriyostatik etkisi gösterir (Erdinç ve Acar 1996). Azalan sıcaklıkta çözünürlüğü artan karbondioksit, su ve yağda büyük ölçüde çözülebilmektedir. Karbondioksitin engelleyici etkisinde başlangıç gaz hacmi, gaz konsantrasyonu, sıcaklık, pH, su aktivitesi, mikrobiyal gelişme evresi, gelişme ortamı ve mikroorganizma türü gibi pek çok faktör etkili olmaktadır (Farber 1991).

Taze et ambalajlanmasında, CO₂ aerobik bakteri gelişimini ve O₂ ise et düzeyinde pigmentlerin oksijenize edilmiş formda yani oksimiyolobin (OMb.Fe⁺²) formunda kalmasını sağlamaktadır (Scetar *et al.* 2010; Gökalp vd 2012). Ancak yüksek O₂ seviyesi oksidatif ransiditeyi artırmakta ve neticede lipid oksidasyon ürünleri arzu edilmeyen tat ve kokuya neden olmaktadır (Ladikos and Lougovois 1990; O'Grady *et al.* 2000; Murphy *et al.* 2013). Ancak bazı durumlarda oksijenin varlığı anaerobik bozulmayı ve *Clostridium botulinum*'un gelişimini engellemektedir (Ogrydziak and Brown 1982; Boskou and Debevere 1997). Oksijen seviyesinin çok düşük olduğu veya oksijenin bulunmadığı ambalajlarda Gram negatif bakteri gelişimi inhibe olmakta ancak laktik asit bakteri ve *Brochothrix thermosphacta* gibi Gram pozitif bakteriler iyi bir gelişme gösterebilmektedirler (Pothakos *et al.* 2012). Modifiye atmosferde ambalajlama yönteminde kıyma ve benzeri taze ürünlerde ambalaj içerisinde oksijen

seviyesi %70-80 civarında tutularak et renginin parlak kiraz kırmızısı renkteki oksimiyoglobinin oluşumu sağlanmaktadır. Ambalaj içerisinde %20-30 seviyesinde tutulan karbondioksit ise mikroorganizma gelişimini inhibe ederek ürünün raf ömrünü artırmaktadır (Luno *et al.* 1998; Jakobsen and Bertelsen 2000; Mancini and Hunt 2005; McMillin 2008; Zakrys *et al.* 2012). Karbondioksit oranının %15'den aşağıya düşürülmesi durumunda mikroorganizma inhibisyonu oldukça güçleşmektedir. Karbondioksit seviyesinin %40'dan fazla olması durumunda ise karbondioksit et dokusu tarafından absorbe edilemekte ve ambalajda bir çökme olabilmektedir (Lorenzo and Gomez 2012).

Azot (N₂) inert ve doldurucu bir gaz olarak modifiye atmosferde ambalajlamada kullanılmaktadır. Suda çözünürlüğü oldukça düşük olup antimikrobiyal özelliğe sahip değildir. MAP'de azotun önemli fonksiyonu oksijen ve karbondioksit gibi reaktif gazlarla yer değişmesi ve doldurucu gaz olarak CO₂'yi absorplayabilen ürünlerde ambalajın çökmesini önlemesidir. Azotun diğer bir fonksiyonu ise oksijenin yerini alarak oksidatif ransiditeyi dolayısıyla kötü tat-koku oluşumunu engellenmesidir (Erdoğan ve Acar 1996; Farber *et al.* 2003; Scetar *et al.* 2010).

Taze ve işlenmiş et ürünlerinde depolama süresinde pigment ve lipid oksidasyonu sonucu renk, tekstür, koku gibi özellikler ile besin değerinde önemli kayıplar olmaktadır. Kıyma gibi parçalanmış etlerde açığa çıkan Fe⁺³ lipid oksidasyonunu hızlandırmaktadır (Fernandez-Lopez *et al.* 2008).

Soğukta muhafaza teknolojinin temel amacı sıcaklığın düşürülmesi ile mikroorganizma gelişim hızını azaltmak veya inhibe etmektir. Buzdolabı sıcaklığında psikrofilik bakteriler ile maya ve küflerin gelişimi tamamen engelenememekte ve belirli bir süre zarfında mikroorganizma sayılarında artışlar olmaktadır. Bu ürünlerde enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar ise mikrobiyal faaliyete göre daha yavaş seyretmektedir (Dave and Ghaly 2011). Bu nedenle genellikle kıymanın mikrobiyolojik değerlendirilmesinde toplam aerobik bakteri sayısı kriter olarak alınmaktadır.

Etin bozulmasında pseudomonaslar, Enterobacteriaceae (*Serratia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Proteus*, *Hafnia*), *B. thermosphacta* ve laktik asit bakterileri (*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Leuconostoc*) önemli rol oynamaktadır (Gram *et al.* 2002; Ercloini *et al.* 2006; Storia *et al.* 2012). Aerobik şartlarda ve soğukta muhafaza edilen taze etlerde depolama süresince pseudomonaslar iyi bir gelişme göstererek dominant florayı oluşturmaktadır. Proteolitik aktiviteye sahip olan bu mikroorganizmalar arzu edilmeyen koku oluşumuna neden olmaktadır. Anaerobik şartlar ise laktik asit bakteri gelişimini teşvik etmekte, aerobik bozucu bakteri gelişimini ise inhibe etmektedir (Esmer vd 2011; Ercolini *et al.* 2006).

Manda kıymasının soğukta muhafazasına yönelik yapılan araştırma sayısı oldukça azdır. Yapılan araştırmalarda aerobic koşullarda depolanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının raf ömrü üzerine değişik katkıların etkileri araştırılmıştır (Sahoo and Anjaneyulu 1997; Naveena *et al.* 2011). Manda kıymasının vakum ve modifiye atmosfer koşullarındaki raf ömrü ve kalitatif özelliklerine yönelik herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır.

Mevcut bu çalışmanın amacı, manda kıymasının raf ömrü üzerine vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama yöntemlerinin etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla manda kıymaları hazırlandıktan sonra vakum ve modifiye atmosfer (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulanarak ambalajlanmış ve 14 gün süre ile 2 °C±0,5'de muhafaza edilmiştir. Muhafazanın belirli günlerinde alınan örnekler toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam aerobik psiktrotrofik bakteri, laktik asit bakteri, *Micrococcus/Staphylococcus*, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae ve maya-küf sayımları ile pH, renk (L*, a* ve b*) ve TBARS analizlerine tabi tutulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Et rengi, heme pigmenti myoglobinin kimyasına bağılı olarak değişiklik gösterir. İndirgen formdaki myoglobin vakum ambalajlanmış taze etlerde predominant kas pigmenti olup moleküler oksijenin bağlanması sonucunda oksimyoglobine dönüşür ve ette parlak kiraz kırmızısı renk oluşur. Zaman ilerledikçe oksijenin azalması ve ayrıca Fe^{+2} 'nin Fe^{+3} 'e oksidasyonu sonucu arzu edilmeyen kahverengi kırmızı metmyoglobin oluşur. Etin bulunduğu ambalajdaki oksijenin doğunluk seviyesi myoglobinin oksijenasyonunun ve metmyoglobin oluşumunun geciktirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle yüksek oksijenli MAP uygulamaları genellikle taze etlerin ambalajlamalarında kullanılmaktadır. Böylelikle yani yüksek oksijen konsantrasyonları ile parlak kırmızı rengin korunmakta, karbondioksit ise aerobik bozucu mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmekte ve neticede raf ömrü uzatılabilmektedir. Ancak bu uygulama lipid oksidasyonunu hızlandırarak etin duğusal özelliklerinin ve besin değeri üzerinde olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Ferioli *et al.* 2008).

İrkin *et al.* (2011) tarafından sığır kıyması üzerinde yapılan araştırmada, vakum ve modifiye atmosferde (%70 CO_2 + %30 O_2 - MAP1; %50 O_2 + %50 CO_2 - MAP2; %30 CO_2 + %70 O_2 -MAP3; %50 O_2 + %30 CO_2 + %20 N_2 -MAP4; %30 O_2 + %30 CO_2 + %40 N_2 -MAP5) ambalajlama yöntemlerinin sığır kıymasının mikrobiyolojik kalitesi ile pH değeri etkileri incelenmiştir. Araştırmada normal atmosferde (hava) ambalajlanan örnekler kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Örnekler 4°C'de depolanmış ve depolamanın belirli günlerinde (1, 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. gün) toplam canlı, psikrotrofik mikroorganizma ve koliform grubu bakteri sayıları ile pH değeri yönünden analiz edilmiştir. Sonuç olarak MAP1ve MAP2 uygulamalarının psikrotrof, toplam canlı ve maya-küf gelişimi üzerinde diğer uygulamalara göre daha çok inhibe ettiği belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubunun 7. günde bozulduğu diğer gruplarda ise raf ömrünün 14 güne kadar çıktığı rapor edilmiştir. Koliform grubu bakterilerin MAP5 ve MAP4 uygulamalarından daha fazla etkilendiği, yüksek CO_2 seviyelerinin bu bakteriler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, depolama sırasında pH değerinin ise kontrol grubunda daha hızlı yükseldiği de tespit edilmiştir.

Babji *et al.* (2000) tarafından keçi kıyması üzerinde yapılan bir araştırmada, kıymalar $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de iki farklı ambalajlama yöntemi ile ambalajlanmış ve belirli sürelerde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabii tutulmuştur. Normal atmosferde ambalajlanan örnekler, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerle göre daha hızlı bir mikrobiyal gelişim gösterdiği ve buna bağlı olarak normal atmosferde ambalajlanan örneklerin daha erken bozulduğu tespit edilmiştir. Depolama sırasında aerob koşullarda ambalajlanan örneklerde pütrefaktif bir koku, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde ise sülfid kokusu ortaya çıkmıştır. Kıymanın yüksek pH'sı ve yüksek başlangıç mikroorganizma kontaminasyonu, kıymanın bozulmasına yol ačan fakültatif anaerob mikroorganizmaların hızlı çoğalmasına neden olmuştur.

Değirmencioğlu *et al.* (2012) yapmış oldukları araştırmada sığır kıymasını normal atmosfer (hava), vakum ve modifiye atmosferde ($\%70\text{O}_2 + \%30\text{CO}_2$ (MAP1); $\%10\text{O}_2 + \%30\text{CO}_2 + \%60\text{N}_2$ (MAP2)) ambalajlamışlar ve 4°C 'lik depolama sırasında örneklerin pH değişimini, renk kriterlerini, oksidasyon stabilitesini ve mikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Vakum ambalajlanmış örneklerde kontrol (hava) grubuna göre toplam bakteri ve psikrotrofik bakteri sayılarının daha iyi inhibe olduğu, modifiye atmosferde ambalajlamanın (MAP1 ve MAP2) laktik asit bakteri, Enterobacteriaceae, *Pseudomonas*, *B.thermosphacta*, maya-küf ve koliform gelişimini geciktirdiği, renk açısından en iyi sonuçların yüksek oksijen içeren MAP1 kombinasyonunda olduğu ancak vakum ambalajlamada elde edilen renk değerlerinin MAP1 kombinasyonu renk değerlerine yakın olduğu, oksidasyonun en fazla MAP1 grubunda gerçekleşirken MAP2 ve control grubunun benzer sonuçlar verdiği ve en az oksidasyonun vakum ambalajlanan gruplarda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Et ve et ürünlerinde başlangıç mikrobiyal yük raf ömrü üzerinde etkili olan en önemli faktörlerdendir. Yashoda *et al.* (2000) tarafından manda eti üzerinde yapılan bir çalışmada modern ve geleneksel kesim metotlarının karkasın mikrobiyal yüküne ve elde edilen ürünlerin raf ömrüne etkileri araştırılmıştır. Modern kesimhanelerde hijyenik koşullar altında kesilen mandalara ait karkaslardan elde edilen kıymaların 4°C 'deki raf

ömrünün 4 gün, geleneksel yöntemin uygulandığı kesimhanelerde üretilen kıymaların aynı muhafaza sıcaklığındaki raf ömrünün ise 1 gün olduğunu tespit etmişlerdir.

Farklı gaz kombinasyonlarının (CO₂/O₂/N₂) sığır kıymasının renk (L*, a* ve b*), TBARS ve mikrobiyal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile yürütülen bir çalışmada %70 CO₂ + %30 O₂ (MAP1); %50 O₂ + %50 CO₂ (MAP2); %30 CO₂ + %70 O₂ (MAP3); %50 O₂ + %30 CO₂ + %20 N₂ (MAP4); %30 O₂ + %30 CO₂ + %40 N₂ (MAP5) olmak üzere 5 farklı MAP uygulaması yapılmış ve örnekler 4°C'de 14 gün süre ile depolanmıştır. Normal atmosferde ambalajlanan örnekler ise kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Depolamanın belirli günlerinde (1, 3, 5, 7, 9, 11 ve 14) tüm gruplara ait örnekler mikrobiyolojik (*Pseudomonas*, laktik asit bakterisi, *Brochothrix thermosphacta* ve Enterobacteriaceae), TBARS ve renk analizlerine tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda 5 farklı MAP uygulamasından, MAP 4 uygulamasının renk ve oksidasyon stabilitesi açısından iyi sonuçlar verdiği ve aynı uygulamanın mikrobiyal faaliyeti daha iyi baskıladığı sonucuna varılmıştır (Esmer *et al.* 2011).

Sığır kıymasının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine karbonhidrat kullanımının etkisini belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, glukoz ilave edilen örnekler hem aerobik hem de modifiye atmosfer (%80 O₂ + %20 CO₂) şartları altında ambalajlandıktan sonra 4°C'de 9 gün süre ile depolamaya tabi tutulmuştur. Glukoz içermeyen grup, kontrol olarak değerlendirilmiştir. Hem normal atmosfer koşullarında hem de MAP uygulanan kontrol grubu ve glukoz içeren gruplarda, *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta*, laktik asit bakterisi, Enterobacteriaceae ve maya sayıları açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca glukoz ilave edilerek normal atmosferde depolanan örneklerde floranın glukonat ürettiği, MAP koşullarında depolanan örneklerin tümünde ise D-laktik ve asetik asit oluştuğu tespit edilmiştir (Lambropoulou *et al.* 1996).

Sahoo and Anjaneyulu (1997) tarafından manda kıyması üzerinde yürütülen çalışmada, örnekler farklı oranlarda (0, 300, 400, 500 ve 600 ppm) sodyum askorbat ilave edilmiş ve 4°C'de 12 gün süre ile depolanmıştır. Sodyum askorbatın 500ppm

seviyesi diğerk sodyum askorbat seviyelerine göre daha yüksek pH, duysal değerkler (renk ve koku), renk değerkleri verirken, daha düşük pişirme kaybı, metmyoglobin içeriği ve TBARS değerkleri vermiştirk. TBARS değeri ile metmyoglobin arasında yüksek bir korelasyon tespit edilmiştirk. Ayrıca renk ile metmyoglobin, aerobik mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayıları arasında ise negatif korelasyonlar saptanmıştirk.

Kandeepan *et al.* (2006) buzdolabı sıcaklığında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) 7 gün ve $-10\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 75 gün süre ile depolanan parça halindeki manda etlerinin raf ömrü üzerine yaptıkları araştırmada, manda etini kalite kriterlerini $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 4 gün, $-10\pm 1^\circ\text{C}$ 'de ise 30 gün süre ile koruduğunu tespit etmişlerdir.

Et endüstrisinde taze kırmızı etlerin modifiye atmosferde ambalajlanmasında arzu edilen parlak kırmızımsı renk oluşumu ve mikrobiyal inhibisyon açısından %20-30 CO₂ ve %70-80 O₂ gaz kombinasyonu yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek oksijen seviyesinin oksidasyona hızlandırması sebebi ile pek çok araştırmacı lipit ve protein oksidasyonunu yavaşlatmak amacı ile değişik katkıların etkilerini araştırmışlardır. Lund *et al.* (2007) tarafından yapılan bir araştırmada sığır kıymasında lipit ve protein oksidasyonu üzerine biberiye ekstraktı ve askorbat/sitratın MAP (%100 N₂ ve %80 O₂ + %20 N₂) uygulaması ile kombinasyonlarının etkileri incelenmiştirk. 4°C'de 6 gün süre ile depolanan örneklerde yüksek oksijen seviyesinin lipit oksidasyonunun bir göstergesi olan TBARS değerkini arttırdığı, her iki antioksidan sistemin ise bu değeri düşürdüğü tespit edilmiştirk. Aynı şekilde protein oksidasyonunun da yüksek oksijen seviyesinde arttığı, ancak kullanılan biberiye ekstraktı ile askorbat/sitratın protein oksidasyonunu inhibe edici bir etki göstermediği belirlenmiştirk. Sonuç olarak araştırmacılar yüksek oksijen içeren ambalajlarda askorbat/sitratın, biberiye ekstraktına göre renk üzerinde daha olumlu etki gösterdiği ve ayrıca %100 N₂ içeren ambalajlarda antioksidantların renk üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştirk.

Sekar *et al.* (2006) tarafından yapılan bir çalışmada manda etleri aerobik, vakum ve modifiye atmosferde (%80 O₂ + %20 CO₂) ambalajlama olmak üzere 3 farklı yöntem ile

ambalajlanmış ve $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 21 gün süre ile incelenmiş, analizler neticesinde modifiye atmosferde ambalajlanan manda etinin daha düşük sızıntı suyu kaybı verdiği ve arzu edilen renge sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan parça halindeki manda etlerinin buzdolabı sıcaklığında 14 güne kadar güvenli bir şekilde muhafaza edilebileceği de rapor edilmiştir.

O'Grady *et al.* (2000) modifiye atmosferde ambalajlanan parça ve kıyılmış etlerde (*M. semimembranosus*) yürüttükleri araştırmada oksijen seviyesi (kontrol-normal atmosfer, %20 O₂+ %60 N₂+ %20 CO₂, %40 O₂ + %40 N₂ + %20 CO₂, %60 O₂ + %20 N₂ + %20 CO₂ ve %80 O₂+ %20 CO₂) ile α - tokoferol ilavesinin bu etlerin oksidatif stabilitesine etkilerini araştırmışlardır. %20 , %40, %60 ve %80 oranında oksijen içeren modifiye atmosferlerde dört gün süre ile 4°C 'de depolanan kıymalarda oksimiyoglobin içeriği açısından önemli bir farklılığın olmadığı, 7. günden sonra oksijen seviyesindeki düşüşe paralel olarak oksimiyoglobin seviyesinin düştüğünü ancak 10. gün ile birlikte tüm örneklerin düşük oksimiyoglobin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine kıymalarda %40, 60 ve 80 oranında oksijen içeren ambalajlarda lipit oksidasyonunun depolamanın 7.ve 10. günleri arasında önemli ölçüde arttığı, oksimiyoglobin ve lipit oksidasyonunun parça etlerde, kıyılmış ete göre daha yavaş olduğu, yüksek (%80) ve düşük (%20) oksijen içeren atmosferlerde depolanan kıymalarda α - tokoferol ilavesinin kırmızı renk yoğunluğunun göstergesi olan a* değerinin üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, yüksek oksijen seviyesinde depolanan kıymada α - tokoferolün lipit oksidasyonunu önemli ölçüde engellediği ve bu etkinin düşük oksijen seviyesinde görülmediğini rapor etmişlerdir.

Manda kıymasının kalitesi üzerine amonyum hidroksid (AH) ve sodyum klorürün etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, manda eti kıymasına saf su (kontrol grubu), %0.5 v/w AH, %1.0 v/w AH ve %2.0 v/w AH ile muamele edilmiş ve tüm gruplara %1.0 w/w sodyum klorür ilave edilmiştir. Araştırmada örnekler 4°C 'de 9 gün süre ile depolanmış ve değişik analizlere tabi tutulmuştur. Amonyum hidroksit kullanımı depolama sırasında pH ve su tutma kapasitesini (WHC), a* değerini kontrol gruba göre artırmıştır. Amonyum hidroksid depolamanın 3. gününden sonra kontrol grubu ile

kıyaslandığında metmyoglobin oluşumunu inhibe etmiştir. Bu uygulama depolama süresince TBARS değerinde kontrole göre önemli bir redüksiyona sebep olmuştur (Naveena *et al.* 2011).

Nobile *et al.* (2009) taze kıymalar üzerinde yaptıkları araştırmada farklı seviyelerde thymol (250, 500, 750 mg/kg) ilavesinin normal atmosferde ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve 4°C'de 16 gün süre ile depolanan kıymaların Enterobacteriaceae, *Pseudomonas*, laktik asit bakterisi, *B. thermosphacta*, koliform grubu bakterisi ve toplam psikrotrofik bakteri sayılarına etkisini araştırmışlardır. Analizler sonucunda thymol ilavesinin aerobik koşullarda ambalajlanan kıymalarda koliform grubu ve Enterobacteriaceae familyası üyeleri üzerinde etkili olduğunu, bu uygulamanın diğer bakteri grupları üzerinde ise herhangi bir etkisinin olmadığını ve modifiye atmosferde ambalajlamanın thymolün kıymanın kalitesi üzerindeki olumlu etkisini artırdığını belirtmişlerdir.

Hayes *et al.* (2010) tarafından yapılan çalışmada aerobik ve modifiye atmosfer (%80 O₂ + %20 CO₂) koşullarında ambalajlanan kıyma örneklerinde lutein (100 ve 200 µg/g kas), sesamol (250 ve 500 µg/g kas), ellagik asit (300 ve 600 µg/g kas) ve zeytin yaprağı ekstraktının (100 ve 200 µg/gkas), toplam canlı sayısı, lipid oksidasyonu (TBARS), renk, oksimiyoglobin oksidasyon, pH, su tutma kapasitesi (WHC) ve duyu özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kullanılan tüm nütrositiklerin toplam canlı sayısını düşürdüğü, sesamol, ellagik asit ve zeytin yaprağı ekstraktının TBARS değerini her iki ambalajlama yönteminde de düşürdüğü, sesamol ilavesinin düşük a* değerine neden olduğu ve oksimiyoglobin oksidasyonunu artırdığı, ancak lutein ve zeytin yaprağı ekstraktının kontrole göre oksimiyoglobin oksidasyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir.

Alp and Aksu (2010) tarafından yapılan çalışmada liyofilize ısırgan otu su ekstraktı ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (%80 O₂ + %20 CO₂) sığır kıymasının raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada aerobik-kontrol, MAP-kontrol, 250ppm liyofilize ısırgan otu su ekstraktı+MAP ve 500ppm liyofilize ısırgan

otu su ekstraktı+MAP olmak üzere 4 farklı uygulamaya yer verilmiştir. Örnekler $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün depolanmış ve toplam aerobik mezofilik, psikrotrofik bakteri, laktik asit bakteri ve *Pseudomonas* sayıları ile renk ve TBARS değerleri yönünden analiz edilmiştir. Kıymalara ilave edilen liyofilize ısırgan otu su ekstraktı seviyesi arttıkça psikrotrof bakteri sayısının azaldığı, *Pseudomonas* sayısının MAP ve liyofilize ısırgan otu su ekstraktı ilave edilen örneklerde aerobik örneklerden yaklaşık 2 logaritmik birimlik daha düşük olduğu, depolama süresinde bakteri sayılarının arttığı, liyofilize ısırgan otu su ekstraktının lipid oksidasyonunu sınırladığı ve en düşük değeri 500ppm liyofilize ısırgan otu su ekstraktı seviyesinin verdiğini, sadece MAP uygulamasının TBARS değerini artırdığı, depolama süresince MAP'li örneklerin a^* değerinde önemli bir değişim olmadığı ve liyofilize ısırgan otu su ekstraktı uygulanan örneklerde 250ppm liyofilize ısırgan otu su ekstraktı+MAP uygulamasının en yüksek a^* değerini verdiği tespit edilmiştir.

Kıymanın kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine tannik asit (200mg/kg) ile iki farklı ambalajlama yönteminin (normal atmosferde (hava) ve MAP (%80 O₂ + %20 CO₂; %10 O₂ + %20 CO₂ + %70 N₂) 4°C'de 15 gün süre ile depolanan örneklerde etkilerini belirlemek üzere yürütölen bir araştırmada, Yüksek oksijen içeren MAP uygulamasında tannik asit içeren ve içermeyen her iki grupta yüksek oksimiyoglobin ve a^* değerleri gösterdiği, tannik asit uygulamasına bağılı olamkasızın hava ve düşük oksijenli MAP uygulamasına tabi tutulan örneklerin bu parametreler açısından daha düşük değerler verdiğini, tannik asit- yüksek oksijenli MAP kombinasyonunun rengi daha iyi muhafaza ettiğini ve ayrıca lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal gelişimi geciktirdiğini saptanmıştır (Maqsood and Benjakul 2010).

Sanchez-Escalante *et al.* (2001) sığır kıyması (patti) üzerinde yaptıkları çalışmada modifiye atmosferde (%70 O₂ + % 20 CO₂ + %10 N₂) ambalajlama ile doğıal antioksidantlar ve bunların kombinasyonlarının (1000 ppm biberiye tozu, 500 ppm askorbik asit, 50 mM karnosine, 50 mM taurine, 1000 ppm biberiye tozu + 500 ppm askorbik asit, 50 mM karnosine+500 ppm askorbik asit, 50 mM taurine + 500 ppm askorbik asit ve kontrol grup (antioksidansız)) lipid stabilitesi ve digger bazı özellikleri

üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada örnekler $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 20 gün süre ile depolanmış ve renk, TBARS, metmyoglobin oluşumu, psikrotrofik bakteri sayısı, koku ve renk gibi duyuşsal parametreler yönünden analiz edilmiştir. Biberiye tozunun tek başına veya askorbik asit ile birlikte metmyoglobin oluşumunu inhibe ettiği ve bu sonucun duyuşsal analizlerde de gözlendiği, askorbik asit, taurin+askorbik asit ve askorbik asit+karnosin uygulamalarının myoglobin'in inhibisyonu üzerinde sınırlı bir etki gösterdiği, karnosin ve karnosin+askorbik asit uygulamalarının lipid oksidasyonunun inhibisyonunda etkili olduğu ve taurinin tek başına herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sığır kıymasının renk ve lipid stabilitesi ile mikrobiyal özellikleri üzerine sodyum tripolifosfat (STP) (%0.25 ve %0.50), modifiye atmosferde ambalajlama (%80 O_2 + %20 CO_2) ve soğukta muhafaza süresinin ($2.0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün) etkilerini belirlemek amacı ile yürütölen bir çalışmada, örnekler aerob-kontrol, MAP-kontrol, MAP-%0.25 STP ve MAP-%0.50 STP olarak üzere 4 farklı muameleye tabi tutulduktan sonra toplam aerobik mezofilik, psikrotrof, laktik asit bakteri, *Pseudomonas* ve *Enterobacteriaceae* sayımları ile TBARS ve renk analizlerine tabi tutulmuştur. En düşük mezofilik, psikrotrofik ve *Pseudomonas* sayılarını %0.25 STP+MAP muamelesinin verdiği, *Pseudomonas* sayısının kontrol grubunda diğer gruplara göre yaklaşık 2 logaritmik birim daha yüksek olduğu, MAP ile %0.50 STP-MAP muamelelerinin lipid oksidasyonunda önemli bir redüksiyona neden olduğu, a^* değerinin STP+MAP gruplarında aerobik kontrol ve MAP kontrole göre daha stabil olduğu belirlenmiştir. Araştırmada sonuç olarak kıyma kalitesinin korunmasında STP+MAP uygulamalarının kullanılabileceği kanaatine varılmıştır (Aksu and Alp 2012).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada manda kıyması, Erzurum Et ve Balık Kurumu Et Kombinasında hazırlanmıştır. Kesimden sonra 24 saat 4°C’de muhafaza edilen manda karkasının omuz kısımlarından alınan parça etler ve et yağları kullanılarak hijyenik koşullarda 3 mm’lik ayna delik aplı kıyma makinesinden geirilmiş ve elde edilen kıymalar (yağ oranı yaklaşık %15) soğuk şartlarda Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliğı Bölümü Et işleme laboratuvarına taşınmıştır. Laboratuvarda üç gruba ayrılan kıymalar ambalajlanıncaya kadar (yaklaşık 1 saat) 4°C’de muhafaza edilmiştir. Ambalajlama materyali olarak Sudpack Verpackungen GmbH+ Co (Germany) firmasından temin edilen, 15×25 cm boyutlarında PA/PE’den (Poliamid/ Polietilen) oluşan (3- seal bags GB 70) materyal (O₂ geirgenliğı 40cm³/m²/ gün.atm. 23°C; N₂ geirgenliğı 24cm³/m²/gün.atm. 23°C; CO₂ geirgenliğı 145cm³/m²/gün.atm. 23°C ve su buharı geirgenliğı <3g/m²/gün.atm.23°C) kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Araştırmada ambalajlama yöntemi (vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama (%80 O₂+%20 CO₂-MAP) ve muhafaza süresi (2±0,5°C’de 14 gün) faktör olarak alınmış ve denemeler tam şansa bağılı deneme planına göre üç tekerrürlü olarak yürütölmüştür.

3.2.2. Kıyma örneklerinin hazırlanması ve ambalajlama

Üç gruba ayrılan kıymalar 160’ar gramlık porsiyonlar halinde ambalajama poşetlerine konulmuştur. Her gruba ait örneklerin yarısına vakum ambalajlama, diğere yarısına ise gaz ambalajlama (%80 O₂+%20 CO₂) işlemleri uygulanmıştır. Gaz:ürün oranı 2:1 olacak

şekilde ambalajlama yapılmıştır. Örneklerin ambalajlanmasında Multivac (Multivac 300/16 Sepp. Haggenmuller D 87787 Wolgertschwenden, Germany) ambalajlama makinesi kullanılmıştır.

3.2.3. Örneklerin muhafazası

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan örnekler $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün süre ile muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Örneklerin alınması ve analize hazırlanması

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen ($2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) kıymalardan muhafazanın 0., 2., 4., 6., 8., 10., 12. ve 14. günlerinde örnekler alınmıştır. Alınan örnekler pH ve TBARS (Thiobarbiturik asit reaktif maddeler) analizleri ile toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus/Staphylococcus* ve maya-küf sayımlarına tabi tutulmuştur. Örneklerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) ise muhafazanın 1., 2., 4., 6., 8., 10., 12. ve 14. günlerinde belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler için stomacher torbalarına ve diğer analizler için ise cam kavanozlara örnekler alınmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için, 25 g örnek steril plastik torbaya tartılmış, üzerine 225 ml steril fizyolojik su (%0,85 NaCl (Merck)) ilave edilerek Stomacher'de (Lab Stomacher Blander 400 - BA 7021, Sewardmedical) homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojenattan steril serum fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl) kullanılarak uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır.

3.2.5. Analizler

3.2.5.a. pH değerinin belirlenmesi

Kıyma örneklerinden 10'ar gram paralelli olarak tartılıp üzerine 100ml saf su ilave edilerek Ultra – Turrax (IKA Werk Tp 18 – 10 20.000 UpM) ile 1 dak. homojenize edildikten sonra pH değeri pH – metre (ATI ORION 420 A The Scrafft Center 529 Main Street, Boston, MA 02129, USA) ile okunarak belirlenmiştir (Gökalp vd 2012). pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler (pH 4,0 ve pH 7,0) ile kalibre edilmiştir.

3.2.5.b. Tiyobarbiturik asit reaktif substans (TBARS) analizi

Kıyma örneklerinden 2 g santrifüj tüplerine alınmış, üzerine 12 ml TCA çözeltisi [%7,5 TCA, %0,1 EDTA, %0,1 Propil gallat (3ml etanolde çözülür)] aktarılmıştır. TCA ilave edilen örnekler 15–20 s süreyle ultra-turrax da (IKA Werk T 25, Germany) homojenize edildikten sonra Whatman 1 filtre kâğıdından süzümüştür. Süzüntüden 3ml alınıp deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 3ml TBA (0,02M) çözeltisi aktarılıp iyice karıştırılmıştır. Deney tüpleri kaynayan su banyosunda bekletildikten sonra 5 dak. soğuk su içerisinde soğutulmuş ve ardından santrifüj (Hermle ZK 380, Germany) işleminden (2000xg'de 5 dak) sonra 530 nm de spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) absorbansı okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formül kullanılarak TBARS değeri hesaplanmıştır. Standardın hazırlanmasında TEP (1,1,3,3, tetraetoksipan) kullanmış ve k değeri (0,06) hesaplanmıştır. Sonuç µmol malonaldehit/kg olarak verilmiştir (Lemon 1975).

$$TBARS = ((\text{absorbans} / k (0,06) \times 2/1000) \times 6,8) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı}$$

3.2.5.c. Renk değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*), ambalajlama materiyali açıldıktan hemen sonra ölçülmüştür. Örneklerin renk değerlerinin belirlenmesinde Minolta (CR-200, minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılmıştır. Renk değerlerinin belirlenmesinde Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationele de l'e Clairage) tarafından verilen kriterler esas alınmıştır. Buna göre; L^* ; $L^*=0$, siyah; $L^*=100$, beyaz (koyuluk/acıklık); a^* ; $+a^*$ =kırmızı, $-a^*$ =yesil ve b^* ; $+b^*$ =sarı, $-b^*$ =mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

3.2.5.d. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımında Plate Count Agar (PCA, Oxoid) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve ekimi yapılan petri kutuları 37°C 'de 48 saat süre ile aerobik olarak inkube edilmiştir. İnkübasyon sonunda koloni sayımı yapılarak toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.e. Toplam psikrotrofik bakteri sayımı

Toplam psikrotrofik bakteri sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA, Oxoid) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimden sonra petri kutuları 7°C 'de 10 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda ise koloni sayımı gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.f. *Pseudomonas* sayımı

Pseudomonas sayısının belirlenmesinde CFC Selective Agar Supplement (Oxoid SR 0103) ilave edilerek hazırlanan CFC Agar (*Pseudomonas* Agar Base- Oxoid CM 0559)

besiyeri kullanılmıştır. Yüzeğe yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve petri kutuları 25°C’de 48 saat süre ile aerobik şartlarda inkube edilmiştir. İnkübasyon sonunda kolonilere oksidaz testi uygulanmış ve oksidaz (+) koloniler sayılarak *Pseudomonas* sayısı belirlenmiştir (Gökalp ve ark. 2012).

3.2.5.g. *Enterobacteriaceae* Sayımı

Uygun dilüsyonlardan VRBD Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar) (Merck) plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları 30°C’de 48 saat anaerobik şartlarda (Anaerocult A, Merck) inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 1mm’den büyük kırmızı koloniler sayılarak *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.5.h. Laktik asit bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan MRS Agar (de Man Rogosa Sharpe Agar) içeren petri kutuların yüzeğe yayma yöntemine göre ekim yapılmış ve ekimi yapılan anaerobik şartlarda (Anaerocult A) 30°C’de 48 saat inkube edilmiştir. İnkübasyon sonunda katalaz testi uygulanmış ve katalaz (-) koloniler dikkate alınarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Baumgart *et al.* 1993).

3.2.5.i. *Micrococcus* / *Staphylococcus* sayımı

Micrococcus /*Staphylococcus* sayımı için Mannitol Salt Phenol Red Agar (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan Mannitol Salt Agar plaklarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan plaklar 30°C’de 48 saat aerobik olarak inkübe edilmiştir. Katalaz (+) koklar dikkate alınarak sayı belirlenmiştir.

3.2.5.j. Maya-Küf sayımı

Maya-küf sayımının belirlenmesinde Rose-Bengal Chloromphenicol (RBC, Merck) agar kullanılmış ve hazırlanan dilüsyonlardan ekim yapıldıktan sonra plaklar 25°C'de 48 saat aerobik olarak inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda sayım yapılarak maya-küf sayısı belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistikî analizler

Araştırmada ambalajlama yöntemi (vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama) ve muhafaza süresi (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 14. gün) faktör olarak alınmış ve denemeler 2 x 8 faktöriyel düzende tam şansa bağılı deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Renk yoğunluğunun belirlenmesine 1. günden itibaren başlanılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS 20.0, 2011).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal analiz sonuçları

4.1.1. pH

İki farklı ambalajlama yöntemi (vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama-MAP) uygulanarak ambalajlanan ve $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün süre ile muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere kıyma örneklerinde pH değerleri muhafazanın 0. gününde 5,64 ile 5,67 arasında değişmiştir. Muhafazanın daha sonraki günlerinde belirgin değişiklikler görülmemiş ve 14. günde en yüksek değer 5,74 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların pH değerlerine ait ortalamalar

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	5,67	5,67	5,68	5,70	5,76	5,66	5,74	5,68
	2	5,64	5,76	5,73	5,70	5,74	5,70	5,75	5,64
	3	5,67	5,73	5,70	5,67	5,72	5,66	5,74	5,74
MAP	1	5,64	5,62	5,70	5,69	5,76	5,69	5,73	5,70
	2	5,65	5,73	5,70	5,68	5,75	5,75	5,75	5,72
	3	5,65	5,75	5,70	5,70	5,79	5,75	5,73	5,69

İki farklı ambalajlama yöntemi uygulanarak ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından muhafaza süresi manda kıymasının pH değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde çok önemli etkide bulunmuştur. Buna karşın ambalajlama yöntemi ile ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun ise pH değeri üzerinde önemli etkileri olmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	0,001	0,695
Muhafaza süresi (MS)	7	0,006	6,527**
AY x MS	7	0,001	1,096
Hata	32	0,001	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

İki farklı ambalajlama yöntemi uygulanarak ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. En düşük ortalama değer 0. günde belirlenmiştir. En yüksek ortalama değer 8. günde belirlenmiş, ancak bu ortalama değer 12. güne ait ortalama değerden istatistikî olarak farklı bulunmamıştır (P>0,05). Bu sonuçlar manda kıymasının gerek vakum gerekse MAP koşullarında proteolitik aktivitesinin sınırlı bir düzeyde olduğunu ve her iki ambalajlama yönteminde de laktik asit bakterilerinin iyi bir gelişme göstererek pH’da beklenen muhtemel artışları önlediğini göstermektedir. Nitekim en yüksek Enterobacteriaceae sayısı vakum ambalajlı örneklerde 3.51kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 3.30 kob/g olarak belirlenmiştir. Muhafaza sıcaklığının 2°C olmasının Enterobacteriaceae familyası üyelerinin iyi bir gelişme göstermemesinde önemli bir engel etken olduğu sonucuna varılmıştır

Çizelge 4.3. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
	5,65a	5,71bc	5,70b	5,69b	5,75d	5,70b	5,74cd	5,70b
	(0,01)	(0,05)	(0,02)	(0,01)	(0,02)	(0,04)	(0,01)	(0,03)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

4.1.2. Tiyobarbiturik asit reaktif substans (TBARS)

Et ve et ürünlerinde kalite kayıplarına neden olan en önemli etkenlerin başında lipit oksidasyonu gelmektedir. Lipit oksidasyonu renk değişikliklerine, kötü tat ve kokuya ve besin maddelerinde kayba sebep olmaktadır. Isı, ışık, metal iyonları heme bileşiği, oksijen, serbest radikaller ve oksidatif enzimler lipit oksidasyonunu teşvik eden önemli faktörlerdir (Kim *et al.* 2013).

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama uygulanarak soğukta muhafaza edilen manda kıymalarında muhafaza süresince belirlenen TBARS değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede TBARS analizi yaygın olarak kullanılmakta ve sonuç malondialdehit üzerinden verilmektedir. Malondialdehit ette oluşan lipit peroksitlerinin parçalanma ürünüdür. Ancak malonaldehitin yanı sıra alkenaller ve 2,4-alkadienallerde TBA çözeltisi ile reaksiyona girmekte ve renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Çizelge 4.4’den de görüldüğü gibi muhafaza süresi ilerledikçe %80 O₂ + %20 CO₂ karışımı uygulanarak gerçekleştirilen gaz ambalajlamada 2. günden itibaren çok önemli artışlar kaydedilmiştir. Vakum uygulanarak ambalajlanan kıymaların tamamında TBARS değeri 2 örnek hariç 3 µmol MDA/kg’ ın altında belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait ortalamalar

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	1,33	2,37	2,70	2,34	2,35	2,24	1,21	2,17
	2	1,45	1,58	2,00	2,53	2,59	3,54	2,03	2,38
	3	1,78	2,98	1,85	2,40	2,02	3,15	1,99	2,94
MAP	1	2,08	2,41	24,53	33,53	50,93	72,29	73,76	73,92
	2	1,76	2,09	24,93	22,50	31,43	87,43	77,32	86,99
	3	1,72	5,65	17,95	16,77	25,93	64,76	80,85	88,26

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanarak soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Varyasyon kaynaklarının tümü TBARS değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	17475,372	588,671**
Muhafaza süresi (MS)	7	1694,278	57,073**
AY x MS	7	1659,260	55,893**
Hata	32	29,686	-
Genel	48	-	-

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. MAP uygulanarak ambalajlanan örnekler, vakum ambalajlanarak muhafaza edilen örneklere göre oldukça yüksek bir ortalama değer vermiştir. Bu sonuç, modifiye atmosfer uygulamasında kullanılan gaz karışımındaki manda kıyması örneklerinde muhafaza süresi ilerledikçe TBARS değerinde önemli artışlar kaydedilmiştir. Ancak muhafazanın 10. gününden itibaren ortalama değerler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlenememiştir. Taze et ürünleri için önerilen 1 mg MDA/kg sınır değeri esas alındığında örneklerin ortalama TBARS değerlerinin 8. günde bu sınır değeri aştığı sonucuna varılabilir (0,5 mg MDA/kg eşdeğerdir 7,4 μmol MDA/kg). Ancak Çizelge 4.5’den de görüldüğü üzere ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonu TBARS değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahiptir. Diğer bir ifade ile muhafaza süresince en önemli değişiklik MAP uygulanan örneklerde gerçekleşmiş ve bu da ortalama değeri yükseltmiştir. Jayasingh *et al.*(2002) 6 günlük soğuk muhafazadan sonra MAP (%80 O_2 + %20 CO_2) uygulanan sığır kıyma örneklerinde normal atmosferde ambalajlanan kıyma örneklerine göre daha yüksek TBARS değerleri tespit etmişlerdir. Diğer taraftan O’Gardy *et al.* (2000) oksijen seviyesi arttıkça MAP uygulanan sığır kıymalarında 10 günlük depolamadan sonra daha

yüksek TBARS değerleri tespit etmişlerdir. Yüksek oksijenli MAP uygulamalarındaki yüksek kısmi oksijen basıncı oksijenin kas komponentleri ile reaksiyona girmesini sağlayarak oksidasyon prosesini teşvik etmektedir. Zakrys *et al.* (2008) tarafından parça et üzerinde yapılan araştırmada da yüksek oksijenli MAP uygulamasının TBARS değerinin önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Lorenzo and Gomez (2012) tarafından at etinde vakum uygulamasının lipid oksidasyonunu azalttığı ve yüksek O₂ seviyesinin ise TBARS değerinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	2,25a (0,57)*					40,40b (32,58)		
Muhafaza Süresi (Gün)	0	2	4	6	8	10	12	14
	1,70a (0,26)	2,84a (1,45)	12,33b (11,39)	13,34bc (13,12)	19,21c (20,30)	38,90d (40,30)	39,53d (41,45)	42,78d (44,41)

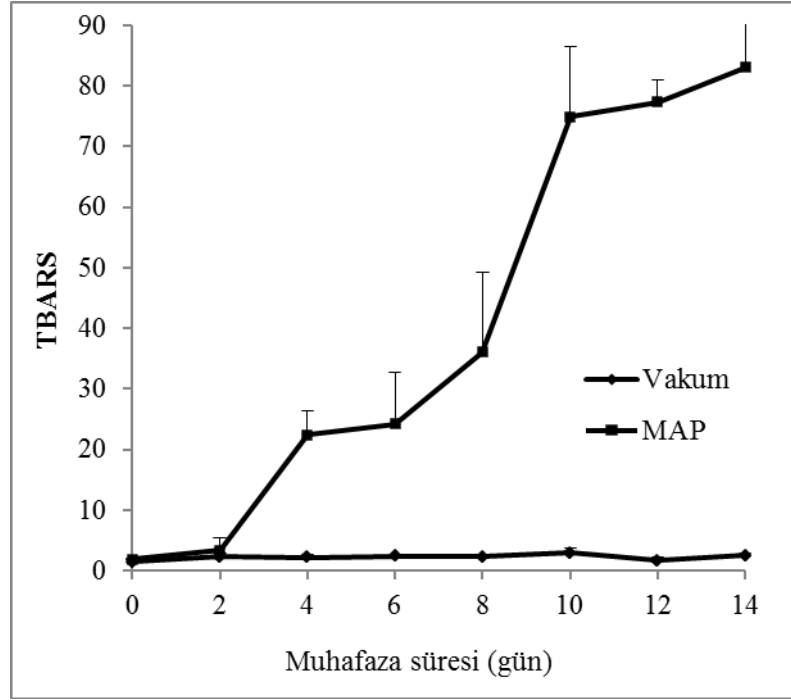
Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

Manda kıymasının TBARS değeri üzerinde çok önemli (P<0,01) etkisi saptanan ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Vakum ambalajlanan örneklerde depolama süresince önemli bir değişme olmamış ve değerler 0,5 mg MDA /kg değerinin üzerine çıkmamıştır. Bu sonuç 2 °C’de 14 günlük depolama süresinin sonunda dahi manda kıymasının lipid oksidasyonu açısından kabul edilebilir özellikte olduğunu göstermektedir. Buna karşın MAP uygulamasında muhafazanın 2. gününde sınırlı düzeyde bir oksidasyon tespit edilirken daha sonraki günlerde ise önemli artışlar kaydedilmiştir. Şekil 4.1’den de görüldüğü üzere TBARS değeri 4. günde 20µ mol MDA/kg’ın, 10. günde ise 70µ mol MDA/kg üzerine çıkmıştır. Modifiye atmosferde ambalajlamada yüksek oksijen içeren gaz karışımlarının kullanılması etlerde lipid oksidasyonunu teşvik edebilmektedir (Lauzurica *et al.* 2005). Nitekim pek çok araştırmada yüksek oksijen içeren gaz karışımları kullanılarak ambalajlanan kıyma, parça et gibi taze işlenmiş et ürünlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Lauzurica *et al.* (2005) yaptıkları çalışmada et üzerinde antioksidan ilavesi ile modifiye atmosferde (%70 O₂ + %30 CO₂) ambalajlanmış örneklerde kontrol

grubunda (antioksidan olmayan grup) TBARS değeri daha hızlı şekilde artış göstermiştir. Sığır kıyması üzerinde yapılan bir araştırmada 2°C'lik depolama sıcaklığında oksijenli MAP uygulamasının depolamanın 3.günde 25µmolMDA/kg'dan daha yüksek TBARS değerleri verdiği, liyofilize ısırgan otu su ekstraktı ilavesinin MAP uygulanan örneklerde TBARS değerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Alp and Aksu, 2010). Manda kıyması üzerinde yürütülen mevcut bu araştırmada elde edilen TBARS değerlerinden modifiye atmosferde ambalajlanan manda kıymasının ise 4. günde 1 mg MDA/kg değerini aştığı tespit edilmiştir. Sığır kıyması üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise sodyumtripolifosfatın lipit oksidasyonun engelleyici etkiye sahip olduğunu ve hatta %0,5 düzeyindeki bir oranın TBARS değerini düşürdüğü belirlenmiştir (Aksu and Alp 2012). Manda kıymasının kalitesi üzerine amonyum hidroksid ve sodyum klorürün etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise depolama süresince TBARS değerinin muamele gruplarında kontrole göre daha düşük olduğu, değer kontrol grubunda 3.günden sonra arttığı ve 6.günde 1,2 mg MDA/kg'e yükseldiği rapor edilmiştir (Naveena *et al.* 2011).

Feroli *et al.* (2008) sığır kıyması üzerinde yaptıkları çalışmada yüksek seviyeli oksijen içeren MAP uygulamasında TBARS değerinin depolama süresince arttığını ve 8.günde 2,7 mg MDA/kg, 15. günde ise 8,6 mg MDA/kg çıktığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan vakum ve farklı gaz/ürün oranları dikkate alınarak uygulanan modifiye atmosferde (%80 O₂ + %20 CO₂) ambalajlanmış sığır eti örneklerinde yapılan bir araştırmada 14 günlük soğukta muhafazanın sonunda TBARS değerinin, vakum ambalajlanmış örneklerde 0.2 mg MDA/kg düzeyinin altında kaldığı, MAP uygulanmış örneklerde ise 1mg MDA /kg civarında olduğu tespit edilmiştir (Murphy *et al.* 2013). Kim *et al.* (2010) tarafından sığır eti üzerinde yapılan araştırmada da vakum ambalajlanmış örneklerde TBARS değerinin hemen hemen sabit kaldığı, MAP (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulanmış örneklerde ise hızlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının TBARS değerine etkisi

4.1.3. Renk Değerleri

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama uygulanarak soğukta muhafaza edilen manda kıymalarında muhafaza süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9'da verilmiştir. Parlaklığın ölçüsü olan L^* değeri muhafazanın 1. gününde vakum ambalajlanan örneklerde 34,50 - 36,92, MAP uygulanan örneklerde ise 38,62 - 39,42 arasında değişmiştir. Depolama süresince MAP uygulanan örnekler vakum uygulanarak ambalajlanan örneklere göre daha yüksek L^* değerleri vermiştir. Yüksek oksijenli MAP uygulamalarında ette arzu edilen parlak kırmızı rengin oluştuğu diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Kerry *et al.* 2006; Grobbel *et al.* 2008). Kırmızı etlerin muhafazasında %60–80 oranında oksijen içeren gaz ambalajlamanın ete mat kahverengimsi kırmızı bir renk veren metmyoglobin oluşumunu geciktirdiği ve böylelikle ete belirli bir süre arzu edilen parlak kiraz kırmızısı rengi veren oksimyoglobinin dominant olduğu belirtilmektedir (Garcia de Fernando *et al.* 1995).

Çizelge 4.7. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait ortalamalar

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		1	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	34,50	34,91	34,50	33,50	34,53	35,52	36,30	36,75
	2	36,07	34,32	34,74	34,46	35,68	35,68	36,93	36,45
	3	36,92	35,70	32,77	34,94	34,07	36,33	35,23	33,05
MAP	1	39,42	37,70	38,13	35,84	36,66	39,16	42,47	39,70
	2	39,25	39,47	37,25	38,13	39,71	39,12	39,86	37,44
	3	38,62	36,37	40,67	36,57	38,54	38,34	39,11	37,89

Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a* değeri 1., 2. ve 4. analiz günlerinde genellikle daha yüksek değerler vermiştir. Muhafazanın 8. gününden itibaren ise MAP uygulanan örneklerde a* değerinde düşüşler olmuştur. Buna karşın vakum uygulanan örneklerde a* değerinde önemli değişimler gözlenmemiştir (Çizelge 4.8). Sarı renk yoğunluğunun göstergesi olan b* değeri açısından vakum ve MAP uygulanan örnekler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Muhafaza süresince vakum ambalajlanmış örnekler diğer gruba göre daha düşük değerler göstermiştir. Vakum ambalajlanan örneklerdeki değişimler MAP uygulanan örneklere göre daha sınırlı bir düzeyde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.8. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait ortalamalar

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		1	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	20,76	20,94	23,34	19,40	22,40	22,35	22,10	24,02
	2	21,10	21,41	21,14	22,29	22,00	26,07	23,74	22,54
	3	21,79	20,83	19,43	21,50	23,83	20,67	21,47	20,00
MAP	1	28,17	26,19	22,27	19,75	17,10	15,65	9,82	7,10
	2	27,79	27,50	25,01	19,42	17,67	11,29	8,50	8,49
	3	26,84	27,75	25,92	21,07	20,99	13,91	11,54	8,46

Çizelge 4.9. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait ortalamalar

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		1	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	0,18	0,52	0,68	0,68	0,13	0,50	1,65	1,56
	2	0,84	1,33	0,59	1,76	0,14	0,54	0,67	0,47
	3	0,16	0,86	0,82	0,95	1,05	1,43	0,88	0,86
MAP	1	6,16	5,39	5,00	3,98	3,05	3,93	5,81	5,59
	2	6,21	5,40	5,54	3,91	4,14	3,50	4,35	3,46
	3	5,39	5,27	5,41	3,70	4,94	3,61	4,58	4,87

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanarak soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Ambalajlama yöntemi her üç parametre üzerinde de çok önemli (P<0,01) düzeyde etkili olmuştur. Ana varyasyon kaynaklarından muhafaza süresi a* değeri üzerinde çok önemli (P<0,01), L* ve b* değerleri üzerinde ise p<0,05 düzeyinde etkili olmuştur. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonu ise a* ve b* değerleri üzerinde çok önemli (P<0,01) etkiye sahiptir.

Çizelge 4.10. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	138,618	93,366**
Muhafaza süresi (MS)	7	4,256	2,867*
AY x MS	7	0,837	0,564
Hata	32	1,485	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.11. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	123,264	51,574**
Muhafaza süresi (MS)	7	73,576	30,785**
AY x MS	7	100,433	42,022**
Hata	32	2,390	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.12. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	183,731	606,402**
Muhafaza süresi (MS)	7	0,859	2,836*
AY x MS	7	1,303	4,300**
Hata	32	0,303	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre MAP uygulaması, vakum ambalajlamaya göre daha yüksek L* değeri vermiştir. Bu sonuç oksijenden dolayı myoglobinin parlak kiraz kırmızısı renk veren oksimiyoglobine dönüşmesinden ileri gelmektedir. Vakum ambalajlı örneklerde ise L* değerinin düşük olması bu örneklerde metmyoglobin oranının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Muhafaza sırasında ise önemli ortalama L* değerlerinde kararlı bir değişim belirlenmemiştir (Çizelge 4.13). Ayrıca L* değeri üzerinde ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonunun önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.13. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının L* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	35,16a (1,17)*					38,56b (1,50)		
Muhafaza Süresi (Gün)	1	2	4	6	8	10	12	14
	37,50bc (2,00)	36,41ab (1,90)	36,34ab (2,90)	35,60a (1,64)	36,53ab (2,23)	37,36bc (1,71)	38,32c (2,67)	36,88abc (2,20)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*:Standart sapma

Etin kalitesini ve kabul edilebilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri olan renk, etin tazeliği ve algılanabilir kalitesi için iyi bir indikatordür. Renk aynı zamanda etin raf ömrünü kısıtlayıcı bir factor olarak da ön plana çıkmaktadır. Ette oksidasyonun değerlendirilmesinde a* değeri önemli bir renk parametresidir (Kim *et al.* 2013). Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.14’de verilmiştir. Vakum ambalajlanmış örnekler, MAP uygulanan örnekler göre istatiki açıdan daha yüksek bir ortalama değer vermiştir. MAP uygulanan örneklerde kullanılan gaz karışımında %80 oranında bulunan oksijenden dolayı bu örneklerde vakum uygulanarak ambalajlanan örnekler göre kırmızı renk yoğunluğunun daha düşük olduğu düşünülmektedir. Muhafaza sırasında ise süre ilerledikçe a* değerinde genellikle azalma görülmüş ancak pek çok ortalama değer arasındaki farklılıklar istatiki açıdan önemli bulunmamıştır. Başlangıçta (0. gün) 24,40 olan ortalama değer 14. günde 15,11’e düşmüştür. Bu sonuç ileri derecede bir oksidasyon sonucu renk pigmentlerinde azalma olmasından kaynaklanmaktadır. (Çizelge 4.14). Yüksek oksijen içeren uygulamalar, miyoglobinin oksimiyoglobine dönüşmesini teşvik etmektedir (O’Grady *et al.* 2000). Yüksek oksijenli MAP kullanılarak ambalajlanan sığır biftekleri üzerinde yapılan bir araştırmada depolama sırasında 3. günden sonra a* değerinin arttığı ancak daha sonra renkte bozulmaların olduğu tespit edilmiştir (Zakrys *et al.* 2008). Depolama sırasında oksijen varlığında et parlak kırmızı renge sahiptir ve zaman ilerledikçe oksijenin azaldığından metmyoglobin oluşmaktadır (Storia *et al.* 2012; Mancini and Hunt 2005). Bu nedenle vakum ambalajlanmış taze etlerde parlak kiraz kırmızısı rengin sürekliliği için ortamda yeterli

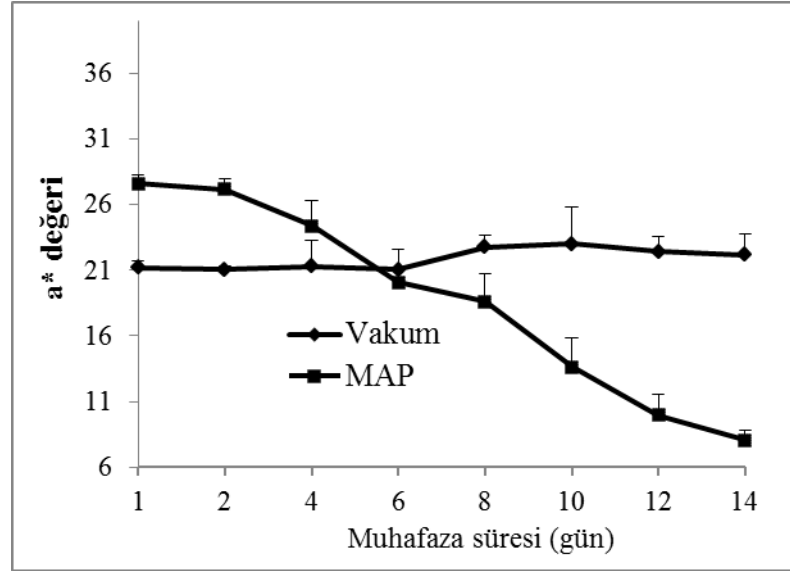
düzeyde oksijen olmadığından arzu edilen renk korunamamaktadır. Diğer taraftan oksijenin fazlalığı durumunda ise oksidasyonun ilerlemesi de aynı şekilde arzu edilmeyen mat kahverengimsi kırmızı rengin oluşumuna neden olmaktadır. Esmer *et al.* (2011) tarafından sığır kıymasında farklı gaz kombinasyonlarının (%70 CO₂ + %30 O₂ ; %50 O₂ + %50 CO₂ ; %30 CO₂ + %70 O₂ ; %50 O₂ + %30 CO₂ + %20 N₂ ; %30 O₂ + %30 CO₂ + %40 N₂) etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada da oksijen seviyesinin a* değeri açısından önemli bir faktör olduğu ve %30 CO₂ + %70 O₂ gaz kombinasyonunda önemli düşüşler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının a* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	21,88b (1,54)*					18,67a (7,34)		
Muhafaza Süresi (Gün)	1	2	4	6	8	10	12	14
	24,40d (3,54)	24,10d (3,38)	22,85d (2,42)	20,57c (1,22)	20,66c (2,70)	18,32b (5,62)	16,19a (6,94)	15,11a (7,88)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)
*:Standart sapma

Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonunun manda kıymasının a* değerine etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere vakum uygulanan örnekler depolamanın 8. gününden itibaren daha yüksek a* değeri verirken, MAP uygulanan örneklerde a* değerinde ilk 2 gün hariç daha sonraki günlerde azalma görülmüştür..



Şekil 4.2. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının a* değerine etkisi

Manda kıyması örneklerinin ambalajlama yöntemi ve muhafaza süresi değişkenlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelgesi 4.15’de verilmiştir. MAP uygulamasında vakum ambalajlamaya göre oldukça yüksek bir ortalama değer tespit edilmiştir. Muhafaza sırasında ise 2,24 – 3,00 arasında değişen ortalamalar belirlenmiş ve bu ortalamalar arasındaki farklılıklar genellikle istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$).

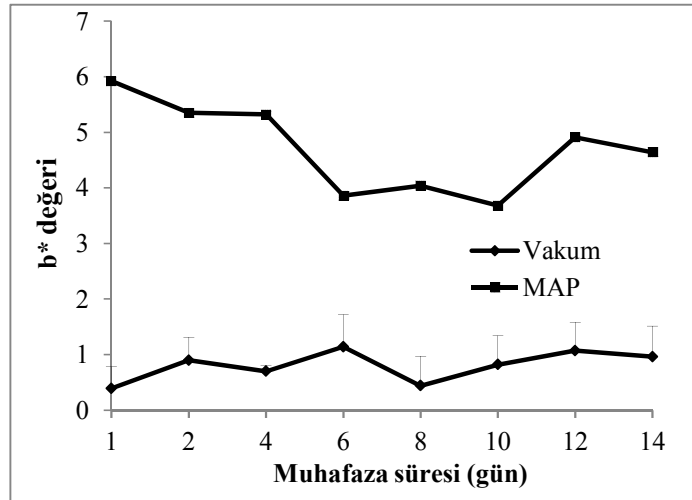
Çizelge 4.15. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının b* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum				MAP			
	0	2	4	6	8	10	12	14
	3,16b	3,13b	3,00b	2,50ab	2,24a	2,25a	3,00b	2,80ab
	(3,05)	(2,45)	(2,54)	(1,54)	(2,09)	(1,60)	(2,19)	(2,15)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

*:Standart sapma

Manda kıymasının b^* değeri üzerinde çok önemli ($P < 0.01$) etkisi saptanan ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi muhafazanın 1. gününde vakum ambalajlı örnekler MAP uygulanmış örneklere göre daha düşük değerler vermiştir. Depolama sırasında vakum uygulanarak ambalajlanan örneklere ait değerler birbirine oldukça yakın çıkarken, MAP uygulanmış örneklerde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir. Berruga *et al.* (2005) vakum ve modifiye atmosferde (%40 CO₂ + %60 N₂; %80O₂ + %20 CO₂; %80 CO₂ + %20 N₂) ambalajlama yöntemlerinin 2 °C’de 7 gün süre ile saklanan kuzu etlerinin bazı kalite özelliklerini incelemişler ve muhafaza sırasında vakum ambalajlanmış örneklerde L* değerinin daha düşük seviyelerde olduğunu, %80O₂ + %20 CO₂ uygulamasında ise a* ve b* değerlerinin daha yüksek sonuçlar verdiği ve bu gaz kombinasyonunun vakum ambalajlamaya göre depolama sırasında a* değerini daha hızlı bir şekilde düşürdüğünü tespit etmişlerdir.



Şekil 4.3. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksyonunun manda kıymasının b^* değerine etkisi

4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Başlangıç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 10^3 kob/g olan manda kıymalarında depolama süresi ilerledikçe artış göstermiş, sayı 12. günde vakum uygulanan örneklerde 10^6 kob/g, MAP uygulan örneklerde ise 10^5 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Muhafazanın 14. gününde ise vakum ambalajlanmış örneklerde 10^7 kob/g, MAP uygulamasında ise 10^6 kob/g düzeyinde toplam aerobik mezofilik bakteri saptanmıştır. Etin kıyma haline getirilmesi raf ömrünü kısıtlayan en önemli faktörlerden biridir. Taze etin stabilitesinde başlangıç mikroorganizma sayısının yanısıra soğukta muhafaza sıcaklığı da önemli diğer faktörlerdendir. Soğukta muhafaza edilen etlerden hazırlanan kıymalarda ortama adapte olan psikrotrofik mikroorganizmalar kısa bir lag fazından sonra çoğalmaya başlamakta ve soğukta muhafaza edilen kıymaların bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kıyma ambalajlandıktan sonra mümkün olduğu kadar etin donma noktasına yakın sıcaklık derecelerinde muhafaza edilmelidir (Schmidhofer 1988).

Çizelge 4.16. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	3,85	4,15	4,30	4,86	5,56	5,70	6,78	7,07
	2	3,90	4,00	4,28	4,88	5,47	5,56	6,95	7,05
	3	3,70	3,99	4,11	4,28	5,18	5,73	6,93	7,06
MAP	1	3,86	4,14	4,11	4,80	5,43	5,68	5,93	6,77
	2	3,74	4,14	4,15	4,15	4,96	5,45	5,70	6,53
	3	3,69	3,97	4,08	4,56	5,15	5,74	5,95	6,61

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buna göre her iki ana varyasyon kaynağı da manda kıymasının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($P < 0.01$) etkiye sahiptir. Aynı şekilde ana ambalajlam yöntemi x muhafaza süresi interaksyonu da toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde çok önemli ($P < 0.01$) derecede etkilidir.

Çizelge 4.17. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	0,763	27,579**
Muhafaza süresi (MS)	7	7,646	276,543**
AY x MS	7	0,176	6,379**
Hata	32	0,028	-
Genel	48	-	-

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları çizelge 4.18’de verilmiştir. Vakum ve MAP uygulanan örneklere ait ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları arasındaki fark 0.5 logaritmik birimden daha az olmasına rağmen istatiki açıdan önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Bu sonucun MAP’de kullanılan karbondioksitin mikrobiyal gelişmeyi inhibe edici etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim CO_2 ’nin bu etkisi kıymalarda ve parça etlerde yapılan diğer araştırmalarda da belirlenmiştir CO_2 gıda ortamındaki çözünürlüğüne bağlı olarak bakteri ve küf gelişmesini azaltan veya önleyen bir gazdır. Şartlara bağlı olarak bu gaz suda ve yağda çözünür. Sıcaklık düştükçe çözünürlüğü artar (Keleş, 1998). Mevcut bu araştırmada da depolama sıcaklığının $2^\circ C$ olması CO_2 ’nin bu antimikrobiyal etkisini artırmıştır. Muhafaza sırasında süre ilerledikçe bakteri faaliyeti sonucu sayı artmıştır. Başlangıçta yaklaşık 10^4 kob/g düzeyinde olan sayı 14. günde 10^7 kob/g düzeyine yaklaşmıştır. Mikrobiyolojik kriterler

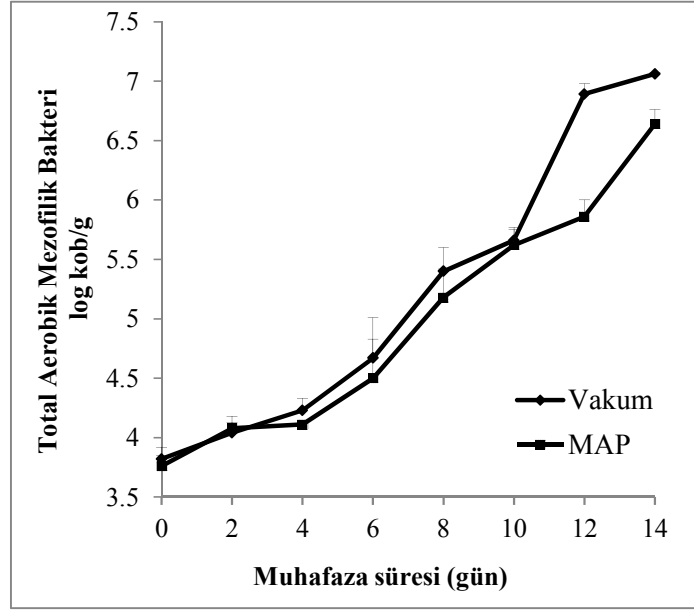
yönetmeliğinde belirtilen m değeri (5×10^5 kob/g) dikkate alındığında manda kıymasının bu değeri ilk 10 günde aşmadığı sonucuna varılabilir. Muhafazanın 12. gününde ise örneklerde 1×10^6 kob/g dan daha yüksek bir ortalama değer tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
	5,22b (1,21)*					4,97a (0,98)		
Muhafaza Süresi (Gün)	3,79a (0,09)	4,07b (0,09)	4,17b (0,09)	4,59c (0,31)	5,29d (0,23)	5,64e (0,11)	6,37f (0,57)	6,85g (0,24)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)
*:Standart sapma

Şekil 4.4’de verilen ambalajlama yöntemi x muhafaza süresine interaksiyonuna ait grafikten de görüldüğü üzere her iki ambalajlama yönteminde de bakteri sayısı süre ilerledikçe artmıştır. Ancak 10. günden sonra vakum ambalajlı örneklerde sayı daha hızlı bir artış göstermiştir. Sığır kıymasının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine karbonhidrat kullanımının etkisini belirlemek üzere yürütülen bir araştırmada, glukoz ilave edilen örnekler hem aerobik hem de modifiye atmosfer (%80 O₂ + %20 CO₂) şartları altında 4 °C’de 9 günlük depolama sonunda toplam aerobik canlı sayısının MAP (%80 O₂+ %20 CO₂) uygulanan örneklerde aerobik şartlarda depolanan örn eklere göre 2 logaritmik birim daha yüksek olduğu saptanmıştır (Lambropoulou *et al.* 1996). Değirmencioğlu *et al.* (2008) yaptıkları çalışmada kıyma örneklerini aerobik, vakum ve MAP (%70 O₂+%30 CO₂; %10 O₂+%30 CO₂+%60 N₂) şartları altında ambalajlamış ve 4 °C’de 7 gün süre ile muhafaza etmişlerdir. Araştırma sonunda araştırmacılar toplam mezofilik bakteri sayısının %70 O₂ + %30 CO₂ kombinasyonunda daha yavaş artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Alp and Aksu (2010) tarafından yapılan araştırmada ise liyofilize ısırgan otu su ekstraktı ve modifiye atmosferde ambalajlamanın (%80 O₂ + %20 CO₂) sığır kıymasının raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve toplam mezofilik bakteri sayısının aerobik kontrol grubunda MAP kontrol grubuna göre daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısına etkisi

4.2.2. Psikrotrofik bakteri sayısı

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sayım sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.19'da verilmiştir. Etin bozulmasında psikrotrofik bakteriler önemli bir paya sahiptir. Başlangıçta 3,75-4,23 log kob/g arasında değişen psikrotrofik bakteri sayısı hem vakum hem de MAP ambalajlanma uygulanmış örneklerde muhafaza süresince artışlar göstermiştir. Muhafazanın 10. gününde 1×10^6 kob/g değerini aşan psikrotrofik bakteri sayısında muhafazanın son iki gününde de artışlar devam etmiştir. Soğukta muhafaza edilen vakum ambalajlanmış etlerde psikrotrofik karakterdeki laktik asit bakteri önemli rol oynamaktadır (Ercolini *et al.* 2009). MAP uygulanan örneklerde de laktik asit bakterileri iyi bir gelişme gösterebilmektedir. Bu nedenle buzdolabı sıcaklığında depolanan MAP veya vakum uygulanmış etlerde psikrotrofik floranın gelişmesinin önemli bir faktör olduğu göz ardı edilmemelidir (Skandamis and Nychas 2002).

Çizelge 4.19. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	3,75	4,25	4,54	5,06	5,65	6,23	7,17	7,63
	2	4,05	4,15	4,47	5,06	5,72	6,45	7,32	7,55
	3	4,08	4,05	4,11	5,14	5,62	6,37	7,41	7,55
MAP	1	4,23	4,36	4,34	4,07	5,89	6,78	7,21	7,81
	2	4,04	4,15	4,15	5,00	5,86	6,66	7,08	7,48
	3	4,00	4,15	4,54	5,30	5,86	6,89	7,44	7,66

İki farklı ambalajlama yöntemi uygulanarak (vakum ve MAP) soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Ambalajlama yöntemi psikrotrofik bakteri sayısında önemli ($P < 0,05$) düzeyde etkili olmuştur. Muhafaza süresi değişkeni de istatistiki açıdan çok önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Her iki varyasyon kaynağı da önemli veya çok önemli düzeyde etki gösterirken bu iki değişkenin interaksyonu önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	0,101	4,451*
Muhafaza süresi (MS)	7	12,118	534,980**
AY x MS	7	0,042	1,857
Hata	32	0,023	-
Genel	48	-	-

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.21’den de görüldüğü gibi MAP uygulanan örneklerin ortalama psikrotrofik bakteri sayıları, vakum uygulanarak ambalajlanan örneklere göre daha yüksek bir değere sahiptir. Bu sonuç vakum ambalajlamanın MAP’e göre psikrotrofik

karakterdeki Gram negatif çubuk şekilli bakterileri (özellikle pseudomonaslar) daha iyi baskıladığını göstermektedir. Ortalama psikrotrofik bakteri sayısında muhafaza süresine bağlı olarak artışlar gerçekleşmiş ve bu artışlar muhafaza sırasında devam ederek 10. günde 1×10^6 'nın üzerine çıkmıştır. Soğukta muhafaza edilen etlerde dominant hale geçen psikrotrofik bakterilerin gelişimi başlangıç psikrotrofik mikroorganizma sayısı, etin pH değeri, muhafaza sıcaklığı, ambalajlama durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Krämer 2007). Capita *et al.* (2006) farklı ambalajlama yöntemleri (vakum ve normal atmosfer) ve farklı muhafaza sıcaklıklarının (4 ve 10°C) devekuşu etinin bazı kalite özelliklerini inceledikleri araştırmada, normal atmosferde ambalajlanan örneklerin vakum ambalajlanan örneklere göre daha yüksek psikrotrofik bakteri sayısı verdiğini ve her iki ambalajlama yönteminde de muhafaza sıcaklığı arttıkça bakteri sayısının arttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.21. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının psikrotrofik bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP			
		5,56a (1,35)*					5,65b (1,38)		
Muhafaza Süresi (Gün)	0	2	4	6	8	10	12	14	
	4,02a (0,16)	4,18ab (0,11)	4,36b (0,19)	5,04c (0,20)	5,77d (0,12)	6,56e (0,25)	7,27f (0,14)	7,61g (0,12)	

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

4.2.3. *Pseudomonas* Sayısı

Pseudomonas'lar taze et ürünlerinde soğukta muhafaza sırasında en sık karşılaşılan Gram (-) mikroorganizmalardır. Mutlak aerob olan bu bakteriler kıyma örneklerinde başlangıçta 10^3 kob/g düzeyinde bulunmuştur. Muhafaza sırasında da hem vakum hem de MAP uygulanan örneklerde sayı genellikle 10^3 kob/g düzeyinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	3,32	3,60	3,30	3,30	3,72	3,35	3,68	3,58
	2	3,77	3,63	3,78	3,37	3,81	3,00	3,77	3,89
	3	3,64	3,45	3,45	3,48	3,50	3,15	3,56	3,27
MAP	1	3,33	3,41	3,36	3,83	3,77	3,81	3,37	3,84
	2	3,74	3,82	3,65	4,16	3,97	3,15	3,56	3,96
	3	3,41	3,64	4,03	3,63	3,87	3,24	3,18	4,13

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Ambalajlama yöntemi ve muhafaza süresi varyasyonları önemli seviyede ($P < 0,05$) *Pseudomonas* sayısı üzerinde etkili olurken bu iki ana varyasyon kaynağına ait interaksiyon ise önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Pseudomonas* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	0,281	5,878*
Muhafaza süresi (MS)	7	0,151	3,169*
AY x MS	7	0,091	1,911
Hata	32	0,048	-
Genel	48	-	-

** $P < 0.01$ seviyesinde önemli

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. İstatistiki açıdan ambalajlama yöntemlerine ait ortalamalar arasında farklılık belirlenmiş ve MAP uygulanan örnekler için ortalama değeri daha yüksek bulunmuştur. Ancak her iki ortalama arasındaki fark 0.5 logaritmik

birimden düşüktür. Muhafaza süresi açısından da bazı farklılıklar belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında her iki ambalajlama yönteminde de pseudomonasların gelişimi engellenmiştir. Nitekim muhafaza süresine ait en düşük değer ile en yüksek değer arasındaki fark 0.5 logaritmik birimi aşmamıştır. Benzer şekilde başlangıç Pseudomonas sayısı ile muhafaza sonundaki sayı arasındaki fark da 0.5 logaritmik birimden düşüktür. Ette başlangıç florasının çeşitli olmasına rağmen aerobik şartlarda buzdolabında muhafaza edilen etlerde *Pseudomonas* cinsi bakteriler rekabet ederek predominant florayı oluştururlar. MAP uygulamalarında %20 veya daha fazla karbondioksit kullanımının bu mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmede önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Garcia de Fernando *et al.* 1995). Değirmenciouğlu vd (2008). tarafından yapılan çalışmada da vakum ambalajlanan örneklerde *Pseudomonas* sayısında önemli bir artış olmadığı belirtilmiştir. Aksu and Alp (2012) ise sığır kıymasının renk ve lipid stabilitesi ile mikrobiyal özellikleri üzerine sodyum tripolifosfat (STP) (%0.25 ve %0.50), modifiye atmosferde ambalajlama (%80 O₂ + %20 CO₂) ve soğukta muhafaza süresinin (2.0±0.5 °C’de 14 gün) etkilerini belirlemek amacı ile yürüttükleri araştırmada, örnekler aerob-kontrol, MAP-kontrol, MAP-%0.25 STP ve MAP-%0.50 STP olmak üzere 4 farklı muameleye tabi tutulmuştur. Araştırmacılar analizler neticesinde pseudomonasların MAP ve STP + MAP uygulamalarında baskılandığını ve önemli bir gelişme göstermediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.24. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Pseudomonas* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
	3,51ab	3,59b	3,60b	3,63b	3,77b	3,28a	3,52ab	3,78b
	(0,20)	(0,15)	(0,28)	(0,32)	(0,16)	(0,28)	(0,21)	(0,31)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

4.2.4. Laktik Asit Bakteri Sayısı

İki farklı ambalajlama yöntemi ile ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarında yapılan laktik asit bakteri sayımına ait sonuçlar Çizelge 4.25’de verilmiştir. Başlangıçta genellikle 10^3 kob/g olan laktik asit bakteri sayısı, muhafazanın 6. günün de 10^4 muhafazanın 12.gününde vakum uygulanan örneklerde 10^6 kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 10^5 kob/g düzeyinde sayılar tespit edilmiştir. Her iki grupta da 14. günde 10^6 kob/g düzeyinde laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir. Vakum ambalajlanmış etlerde *Lactobacillus* ve *Carnobacterium* türleri çoğalarak hakim florayı oluşturabilmektedir (Mulder 1982).

Çizelge 4.25. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	3,43	3,54	3,93	4,58	5,56	5,67	6,70	6,90
	2	3,45	3,44	3,84	4,70	5,69	6,00	6,80	6,97
	3	3,31	3,22	3,49	4,16	5,42	5,70	6,67	6,85
MAP	1	4,10	3,70	3,62	4,49	5,30	5,72	5,77	6,65
	2	3,20	3,45	3,53	4,05	4,89	5,20	5,65	6,75
	3	3,16	3,11	3,55	4,18	4,94	5,53	5,91	6,62

Laktik asit bakterilerine ait varyans analiz sonuçlarına göre her iki varyasyon kaynağının da istatistiki açıdan $P<0,01$ seviyesinde önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Varyasyon kaynaklarının interaksyonu ise $P<0,05$ seviyesinde etkili olmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının laktik asit bakteri sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	1,006	20,351**
Muhafaza süresi (MS)	7	10,507	212,481**
AY x MS	7	0,158	3,199*
Hata	32	0,049	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre vakum uygulanmış örnekler ait ortalama değer, MAP uygulanan örnekler göre daha yüksek bulunmuştur. Laktik asit bakteri sayısında muhafazanın başlangıcında ortalama 3,44 log kob/g olan sayı, muhafazanın 4. günü de dahil istatistikî açıdan önemli bir farklılık göstermezken, sonraki analiz günlerinde sayı sürekli artarak muhafazanın 14. gününde 6.80 log kob/g ortalama değerine ulaşmıştır. Berruga *et al.* (2005) ise kuzu eti örneklerinde yaptıkları çalışmada laktik asit bakterilerinin muhafaza süresince vakum ambalajlanmış örneklerde, MAP (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulanan örnekler göre daha iyi bir gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir. Sığır kıyması üzerinde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Değirmencioğlu *et al.* 2008). Lee and Yoon (2001) tarafından yapılan araştırmada da vakum uygulanan parça etlerde de laktik asit bakterinin dominant florayı oluşturduğu rapor edilmiştir.

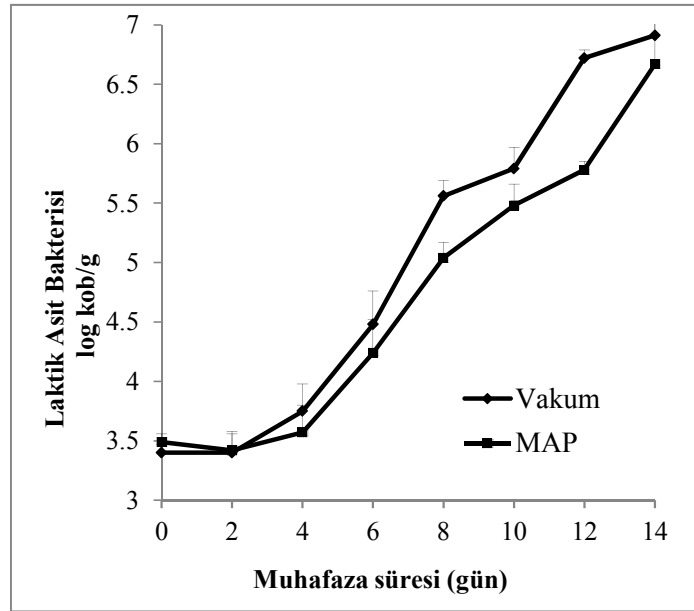
Çizelge 4.27. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının laktik asit bakteri sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
	5,00b (1,38)*					4,71a (1,19)		
Muhafaza Süresi (Gün)	3,44a (0,34)	3,41a (0,21)	3,66a (0,18)	4,36b (0,26)	5,30c (0,33)	5,64d (0,26)	6,25e (0,53)	6,80f (0,14)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

Manda kıymasının laktik asit bakteri sayısı üzerinde $P < 0,05$ düzeyinde etkili olan ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonu Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere muhafazanın 4. gününden itibaren vakum uygulanan örneklerde MAP uygulamasına göre daha yüksek sayılar belirlenmiştir. Bununla birlikte laktik asit bakteri sayısında ambalajlama yöntemleri arasında en büyük farklılık 1 logaritmik birim ile 12. günde tespit edilmiştir. Muhafazanın son gününde ise ambalajlama yöntemlerine ait sayılar birbirine yakın çıkmıştır.



Şekil 4.5. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının laktik asit bakteri sayısına etkisi

4.2.5. Enterobacteriaceae sayısı

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Enterobacteriaceae sayılarına ait değerler Çizelge 4.28’de verilmiştir. Enterobacteriaceae sayısı 2,66 ile 3,07 log kob/g arasında değişmiştir. Muhafazanın 14.gününde en yüksek sayı 3,51 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymaların *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	2,66	2,70	2,70	2,74	3,00	2,80	3,12	3,51
	2	3,00	2,60	2,00	2,85	3,00	2,78	3,00	3,00
	3	3,00	2,48	2,70	3,00	3,00	3,30	3,48	3,00
MAP	1	3,07	2,85	2,00	2,30	2,48	3,30	3,05	3,17
	2	2,48	2,30	2,48	2,62	2,30	2,89	2,60	3,15
	3	2,74	2,30	2,00	2,30	2,48	3,04	2,80	3,15

İki farklı ambalajlama yöntemi (vakum ve MAP) uygulanan manda kıymalarında soğukta muhafaza sırasında belirlenen *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’de verilmiştir. İstatistiki açıdan varyasyon kaynaklarına bakıldığında hem ambalajlama yöntemi hem de muhafaza süresi çok önemli ($P < 0,01$) bulunurken, varyasyon kaynaklarının interaksyonu önemsiz ($P > 0,05$) olarak belirlenmiştir. *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* gelişiminin, oksijen oranının düşürülmesi ve/veya yüksek oranda karbon dioksit kullanılmasının yanı sıra laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan asit ve antimikrobiyal bileşikler ile baskılanabileceği belirtilmektedir (Lee and Yoon 2001). Kuzu eti üzerinde yapılan bir çalışmada vakum ambalajlanmış örneklerde *Enterobacteriaceae* sayısının modifiye atmosfer ($\%80O_2 + \%20 CO_2$) uygulanmış örneklere göre daha yüksek gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Berruga *et al.* 2005).

Çizelge 4.29. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	0,646	11,874**
Muhafaza süresi (MS)	7	0,480	8,817**
AY x MS	7	0,085	1,559
Hata	32	0,054	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Enterobacteriaceae sayısına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre vakum uygulanmış örneklerin, MAP uygulanmış örneklerden daha yüksek ortalama değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30). Muhafaza süresi değişkenine bakıldığında ise süreye bağlı olarak sayıda artış gerçekleşmiş ve en yüksek ortalama sayı 3.16 log kob/g olarak son günde (14.gün) belirlenmiştir. Soğukta muhafaza (2.0±0.5 °C’de 14 gün) edilen sığır kıyması üzerinde yapılan bir araştırmada modifiye atmosferde ambalajlama (%80 O₂ + %20 CO₂)-sodyum tripolifosfat (STP) (%0.25 ve %0.50) uygulamasının kontrol grubuna göre *Enterobacteriaceae* gelişimini daha iyi baskıladığı ve tüm muamelelerde *Enterobacteriaceae* sayısının önemli bir artış göstermediği rapor edilmiştir (Aksu and Alp 2012).

Çizelge 4.30. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Enterobacteriaceae* sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
	2,82bc	2,54ab	2,31a	2,64b	2,71b	3,02cd	3,01cd	3,16d
(Gün)	(0,23)	(0,22)	(0,35)	(0,29)	(0,32)	(0,24)	(0,30)	(0,19)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır(P<0,05)

*:Standart sapma

4.2.6. *Micrococcus/Staphylococcus* Sayısı

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Micrococcus/Staphylococcus* sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 4.31’de verilmiştir. Başlangıç aşamasında (0.gün) vakum uygulanan örneklerde sayı 3,16-3,43 log kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 3,00-3,70 log kob/g arasında değişmiştir. Bu sayılarda muhafaza süresi boyunca belirgin bir artış belirlenmemiş olup muhafazanın son gününde sayı vakum uygulanmış örneklerde 2,95-3,44 log kob/g, MAP uygulanmış örneklerde ise 3,06-3,26 log kob/g arasında belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre koagülaz pozitif stafilokoklarında dahil olduğu bu grup mikroorganizmalar 2 °C’lik muhafaza sıcaklığında hem vakum altında hem de MAP uygulamasında gelişme gösterememiştir.

Çizelge 4.31. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	3,16	3,59	3,15	3,47	3,14	3,23	3,27	3,44
	2	3,43	3,15	3,17	3,22	3,12	2,92	2,82	3,20
	3	3,24	3,31	3,15	3,26	3,17	3,12	3,22	2,95
MAP	1	3,70	3,50	3,60	3,22	3,48	3,42	3,07	3,26
	2	3,00	3,11	3,30	3,13	3,38	3,42	2,60	3,24
	3	3,05	3,14	3,58	2,30	3,04	3,33	2,92	3,06

Micrococcus/Staphylococcus sayısı üzerinde ambalajlama yöntemi ve muhafaza süresinin etkileri istatistiki açıdan önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Varyans kaynaklarının interaksyonu da *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerinde önemli bir etki göstermemiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının *Micrococcus/Staphylococcus* sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	4,602E-005	0,001
Muhafaza süresi (MS)	7	0,076	1,437
AY x MS	7	0,104	1,964
Hata	32	0,053	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

4.2.7 Maya-Küf

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının maya-küf sayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.33’de verilmiştir. Maya-küf sayısı 2,87 ile 4,20 log kob/g arasında değişmiştir. Muhafazanın 14.gününde en yüksek sayı 4,20 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait ortalamalar (log kob/g)

Ambalajlama Yöntemi	Tekerrür	Depolama (gün)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Vakum	1	2,98	3,32	3,34	3,05	3,36	3,72	3,32	2,80
	2	3,21	3,25	3,30	3,22	2,90	3,04	3,11	3,39
	3	2,87	3,20	3,19	3,34	3,00	3,00	3,04	2,90
MAP	1	2,99	3,36	3,31	3,48	3,58	3,79	3,92	4,20
	2	3,00	3,41	3,41	3,42	3,69	3,66	3,80	3,75
	3	3,08	3,21	3,47	3,10	3,49	3,22	3,43	4,19

Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.34’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre ambalajlama yöntemi ve ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi

interaksiyonu örneklerin maya-küf sayısı üzerinde çok önemli ($P<0.01$) etkiye sahiptir. Varyasyon kaynaklarından muhafaza süresi ise maya-küf sayısı üzerinde $P<0.05$ düzeyinde bir etkiye sahiptir. Örneklerin maya-küf sayısı üzerinde önemli veya çok önemli düzeyde etkili olan bu varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.35’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere MAP uygulanarak ambalajlanan örnekler vakum uygulanarak ambalajlanan örneklere göre daha yüksek maya-küf sayısı vermiştir. Bu sonucun oksijenli MAP ortamında az da olsa bir küf gelişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama sırasında ise maya-küf sayısında yaklaşık 0.5 logaritmik birimlik bir artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.34. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya-küf sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Ambalajlama Yöntemi (AY)	1	1,369	31,459**
Muhafaza süresi (MS)	7	0,138	3,172*
AY x MS	7	0,174	3,996**
Hata	32	0,044	-
Genel	48	-	-

** P < 0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.35. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen manda kıymalarının Maya- küf sayılarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

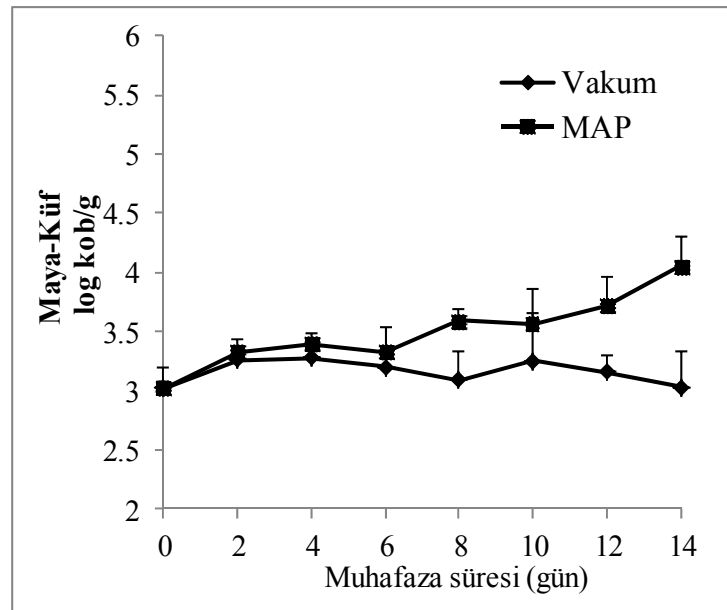
Ambalajlama Yöntemi	Vakum					MAP		
	0	2	4	6	8	10	12	14
Muhafaza Süresi (Gün)	3,02a (0,11)	3,29b (0,08)	3,34b (0,10)	3,27b (0,17)	3,33b (0,32)	3,40b (0,36)	3,44b (0,36)	3,54b (0,61)

Aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî açıdan birbirinden farklıdır($P<0,05$)

*:Standart sapma

Örneklerin maya-küf sayısı üzerinde çok önemli derecede etkisi saptanan ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonu ait grafiğ Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde soğukta muhafaza

sırasında önemli bir değişim olmamıştır. Buna karşın MAP uygulamasında 14 günlük depolama sonunda 4 log kob/g civarında bir ortalama sayı tespit edilmiştir. Daha yüksek sayılara ulaşılmamıştır. Sayıdaki bu az artışın karbondioksitin küfler üzerindeki inhibisyon etkisine rağmen oksijenli MAP ortamında az da olsa bir küf gelişiminde kaynaklandığı düşünülmektedir. Mayalar ise düşük başlangıç sayıları ve ayrıca soğukta yavaş gelişmelerinden dolayı etin bozulmasında önemli bir paya sahip değillerdir. Bu mikroorganizmaların gelişimini psikrotrofik bakterilerin kompotatif etkisi de engellemektedir (Sanz *et al.* 2005). Lambropoulou *et al.* (1996) sığır kıyması üzerinde yaptıkları araştırmada MAP (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulamasının yapıldığı örneklerde 9 günlük depolama sırasında maya sayısında çok az bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Değirmencioğlu *et al.* (2012) ise vakum ambalajlamada toplam maya-küf sayısında artış olmadığını tespit etmişlerdir. Lorenzo and Gomez (2012) tarafından vakum ve MAP (%80 O₂ + %20 CO₂; %30 O₂ + %70 CO₂) uygulamasının at eti üzerindeki etkisini belirlemek üzere yapılan araştırmada, vakum ambalajlanmış örneklerde MAP (%80 O₂ + %20 CO₂) uygulanan örnekler göre daha yavaş bir gelişme olduğu ve her iki ambalajlama yönteminde de 10. günden itibaren maya-küf sayısının azalmaya başladığı rapor edilmiştir.



Şekil 4.6. Ambalajlama yöntemi x muhafaza süresi interaksiyonunun manda kıymasının maya-küf sayısına etkisi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut bu araştırma manda kıymasının raf ömrü üzerine vakum ve modifiye atmosferde ambalajlamanın etkisini belirlemek amacı ile kurulmuş ve yürütülmüştür. Manda kıyması, kesimden sonra 24 saat 4°C'de muhafaza edilen manda karkasının omuz kısımlarından alınan parça etler ve et yağları kullanılarak hijyenik koşullarda 3 mm'lik ayna delik çaplı kıyma makinesinden geçirilerek hazırlanmıştır. Araştırmada ambalajlama yöntemi (vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama (%80 O₂ + %20 CO₂-MAP) ve muhafaza süresi (2±0,5°C'de 14 gün) faktör olarak alınmış ve denemeler tam şansa bağlı deneme planına göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Vakum ve modifiye atmosferde ambalajlanan ve soğukta muhafaza edilen (2±0,5°C) kıymalardan muhafazanın 0., 2., 4., 6., 8., 10., 12. ve 14. günlerinde örnekler alınmıştır. Alınan örnekler pH ve TBARS (Thiobarbiturik asit reaktif maddeler) analizleri ile toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam psikrotrofik bakteri, *Pseudomonas*, laktik asit bakteri, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus/Staphylococcus* ve maya-küf yönünden analiz edilmiştir. Örneklerin renk değerleri (L*, a* ve b*) ise muhafazanın 1., 2., 4., 6., 8., 10., 12. ve 14. günlerinde belirlenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlardan aşağıda verilen genel sonuç ve önerilere varılmıştır.

1. Manda kıymasında ambalajlama yöntemi pH değeri üzerinde önemli bir etki göstermezken muhafaza sırasında az bir artış gerçekleşmiş ve bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Gerek vakum gerekse MAP uygulanan örneklerde depolama süresince belirlenen pH değerleri kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır.

2. Taze etlerin bozulmasında renk, mikrobiyolojik değişimler ve lipid oksidasyonu önemli faktörlerdir. Hem ambalajlama yöntemi hem de muhafaza süresinin TBARS değeri üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Modifiye atmosferde ambalajlanan manda kıymasında lipid oksidasyonu hızlı bir şekilde gelişmekte ve muhafazanın 4. gününde TBARS değeri 16 µmol MDA/kg'ın üzerine çıkmaktadır.

Vakum ambalajlamada ise muhafaza süresince TBARS değeri başlangıç değerine yakın düzeyde kalmaktadır. Buna göre yüksek oksijenli MAP uygulaması lipit oksidasyonu dikkate alındığında kıymalarda raf ömrünü önemli ölçüde sınırlandıran bir uygulama olarak düşünülebilir.

3. MAP uygulanan örneklerde muhafazanın ilk günlerinde tüketicinin arzu ettiği parlak kiraz kırmızısı renk korunmuştur. Kırmızı renk yoğunluğunu ifade eden a^* değeri 1., 2. ve 4. analiz günlerinde genellikle daha yüksek değerler vermiştir. Muhafazanın 8. gününden itibaren ise MAP uygulanan örneklerde a^* değerinde düşüşler olmuştur. Buna karşın vakum uygulanan örneklerde a^* değerinde önemli değişimler gözlenmemiştir. L^* değeri MAP uygulanan örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Depolama sırasında ise bu değerde sınırlı düzeyde artma ve azalmalar gerçekleşmiştir. Örneklerin b^* değeri ise MAP uygulanan örneklerde oldukça yüksek bulunmuştur. Depolama sırasında ise L^* değerinde olduğu gibi bazı değişiklikler görülmüştür.

4. Başlangıç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 10^3 kob/g olan manda kıymalarında depolama süresi ilerledikçe artış göstermiştir. Depolamanın 12. gününde vakum uygulanan örneklerde 10^6 kob/g, MAP uygulanan örneklerde ise 10^5 kob/g düzeyine ulaşmıştır. Muhafazanın 14. gününde ise vakum ambalajlanmış örneklerde 10^7 kob/g, MAP uygulamasında ise 10^6 kob/g düzeyinde toplam aerobik mezofilik bakteri saptanmıştır. Etin kıyma haline getirilmesi raf ömrünü kısıtlayan en önemli faktörlerden biridir. Mikrobiyolojik kriterler yönetmeliğinde belirtilen m değeri (5×10^5 kob/g) dikkate alındığında manda kıymasının bu değeri ilk 10 günde aşmadığı sonucuna varılabilir. Muhafazanın 12. gününde ise örneklerde 1×10^6 kob/g dan daha yüksek bir ortalama değer tespit edilmiştir.

5. Etin raf ömrü üzerinde etkili olan psikrotrofik bakteri sayısı üzerinde ambalajlama yönteminin önemli, muhafaza süresinin ise çok önemli etkisi olmuştur. Psikrotrofik bakteri sayısı esas alındığında hem vakum hemde MAP örneklerinde 8. günde sayının 1×10^5 kob/g'dan, 10. günde ise 1×10^6 kob/g'ın üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

6. Aerobik koşullarda soğukta muhafaza edilen etlerde baskın flora olduğu bilinen *Pseudomonas*'lar hem MAP hem de vakum uygulamasında baskılanmıştır.

7. Gerek vakum gerekse MAP ortamında laktik asit bakterilerinin sayısı süre ilerledikçe artmıştır. Vakum uygulaması bu mikroorganizmaların gelişimini az da olsa teşvik etmiştir.

8. Enterobacteriaceae familyası üyeleri gerek vakum gerekse MAP uygulamasında iyi bir gelişme gösterememiştir. Depolama sonunda tüm örneklerde sayı 10^3 kob/g düzeyinde kalmıştır.

9. *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı depolama sonunda vakum uygulanan 2.95-3.44 log kob/g, MAP uygulanmış örneklerde ise 3.06-3.26 log kob/g arasında belirlenmiştir. Koagülaz pozitif stafilokoklarında dahil olduğu bu grup mikroorganizmalar 2°C'lik muhafaza sıcaklığında hem vakum altında hem de MAP uygulamasında gelişme gösterememiştir.

10. Maya-küf sayısı açısından vakum uygulanarak ambalajlanan örneklerde soğukta muhafaza sırasında önemli bir değişim olmamıştır. Buna karşın MAP uygulamasında 14 günlük depolama sonunda 4 log kob/g civarında bir ortalama sayı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; vakum ve modifiye atmosferde ambalajlama yöntemlerinin soğukta muhafaza (2°C) edilen manda kıymasının kalitatif özellikleri üzerinde farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bununla beraber en önemli sonucun, MAP uygulamasında yüksek oksijen kullanımının oksidatif ransiditeyi önemli ölçüde hızlandırması ve bu durumun mikrobiyal ve renk değişimlerinden daha erken ortaya çıkması olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksu, M.I., Alp, E., 2012. Effects of sodium tripolyphosphate and modified atmosphere packaging on the quality characteristics and storage stability of ground beef stability, *Food Technology and Biotechnology*, 50 (1) 81–87.
- Alp, E., Aksu, M.I., 2010. Effects of water extract of *Urtica Dioica* L. and modified atmosphere packaging on the shelf life of ground beef. *Meat Science*, 86, 468–473.
- Anonim, 2003. TS 11566, Et ve Et Ürünleri-Kıyma, Türk Standatları Entistüsü, Necatibey Caddesi No: 112, Bakanlıklar, Ankara.
- Atasever, S., Erdem, H., 2008. Manda yetiştiriciliği ve türkiye'deki geleceği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 59-64.
- Babji, Y., Murthy, T.R.K., Anjaneyulu, A.S.R., 2000. Microbial and sensory quality changes in refrigerated minced goat meat stored under vacuum and in air. *small Ruminant Research*, 36, 75-84.
- Baumgart, J., Eigener, V., Firnhaber, J., Hildebrant, G., Reenen Hoekstra, E.S., Samson, R.A., Spicher, G., Timm, F., Yarrow, D., Zschaler, R., 1993. *Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln*, (3., aktualisierte und erw. Aufl.), Hamburg, Germany.
- Berruga, M.I., Vergara, H., Gallego, L., 2005. Influence of packaging conditions on microbial and lipid oxidation in lamb meat. *Small Ruminant Research*, 57, 257-264.
- Boers, R.H., Dijkman, K.E., 1994. Shelf life of vacuum-packaged wild Boar meat in relation to that of vacuum-packaged pork: Relevance of Intrinsic Factors. *Meat Science*, 37, 91-102.
- Boskou, G., and Debvere, J., 1997. Reduction of trimethylamin oxide by *Shewanella* Spp. under modified atmosphere in vitro. *Food Microbiology*, 14, 543-553.
- Capita, R., Diaz-Rodriguze, N., Prieto, M., Alonso-Calleja. Effects of temperature, oxygen exclusion, and storage on the microbial loads and pH of packed ostrich steaks. *Meat Science*, 73, 498-502.
- Dave, D., Ghaly, A.E., 2011. Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(4), 486-510.
- Değirmencioğlu, N., Esmer, O.K., Irkin, R., Degirmencioğlu, A., 2012. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on shelf life extention of minced meat chemical and microbiological changes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(7), 898-911.
- Değirmencioğlu, N., Esmer, Ö., İrkin, R., Değirmencioğlu A., 2008. Modifiye atmosferde kıymanın kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde etkisi. *Türkiye 10.Gıda Kongresi.21-23 Mayıs*, 571, Erzurum.
- Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P., Villani, F., 2006. Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4663–4671.

- Erdoğan, B., Acar, J., 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosferde paketlenme (MAP). *Gıda*, 21(1), 17-21.
- Esmer, O. K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., Degirmencioglu, A., 2011. The effect of modified atmosphere on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, 88, 221-226.
- Farber, J.M., 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology- A Review. *Journal of Food Protection*, 54 (1), 58-70.
- Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., Busta, F.F., 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce (Chapter Iv). *comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 142-160.
- Feroli, F., Caboni, M.F., Dutta, P.C., 2008. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. *Meat Science*, 80, 681-685.
- Fernández, K., Aspe, E., Roeckel, M., 2009. Shelf-Life extension on fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) using natural additives, superchilling and modified atmosphere Packaging. *Food Control*, 20, 1036–1042.
- Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Munoz, T., Sendra, E., Navarro, C., Perez-Alvarez, J. A., 2008. Effect of packaging conditions on shelf-life of ostrich steaks. *Meat Science*, 78, 143–152.
- Garcia de Fernando, G.D., Nychas, G.J.E., Peck, M.W., Ordonez, J.A., 1995. Growth/survival of psychrotrophic pathogens on meat packaged under modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 28, 221-231.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, O., 2012. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. (9. Baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 70, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökmen, M., Alisharli, M., 2003. Van ilinde tüketime sunulan kıymaların bazı patojen bakteriler yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(1), 27-34.
- Gönülalan, Z., Yıldırım, Y., Ertaş, N., Kok, F., 2009. Effect of starter culture use on some quality parameters of pastrami manufactured from Water Buffalo meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), 2094-2099.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J.B., B.Christensen, A., Givskov, M., 2002. Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78, 79-97.
- Grobbel, J.P., Dikeman, M.E., Hunt, M.C., Milliken, G.A., 2008. Effect of packaging atmospheres on beef instrumental tenderness, fresh color stability, and internal cooked color. *Journal of Animal Science*, 86, 1191-1199.
- Hayes, J.E., Stepanyan, V., Allen, P., Ogrady, M.N., Kerry, J.P., 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84, 613-620.
- Irkin, R., Esmer, O.K., Degirmencioglu, N., Degirmencioglu, A., 2011. Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4°C storage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(5), 655-663.
- Jakobsen, M., Bertelsen, G., 2000. Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. development of a response surface model for predicting the effects of

- temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54, 49–57.
- Jayasingh, P., Cornforth, D.P., Brennan, C.P., Carpenter, C.E., & Whittier, D.R., 2002. Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, 67, 3493-3496.
- Jeong, Y.J., Claus, J. R., 2011. Color stability of ground beef packaged in low carbon monoxide atmosphere or vacuum. *Meat Science*, 87, 1- 6.
- Kandeepan, G., Biswas, S., Proteen, K., 2006. Influence of histological changes of refrigerator preserved buffalo on quality characteristics. *Journal of Food Technology*, 4(2), 116-121.
- Kaya, M., 2013. Et Bilimi ve Teknolojisi. Ders notları (Baskılanmamış). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda mühendisliği bölümü, Erzurum.
- Keleş, F., 1998. Gıda Ambalajlama İlkeleri. (2. Baskı) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Kerry, J.P., O'grady, M.N., 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*, 74, 113–130.
- Kim, S.J., Min, S.C., Shin, H.J., Lee Y.J., Cho, A.R., Kim, S.Y., Han, J., 2013. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, 93, 715-722.
- Kim, Y.H., Huff-Lonergan, E., Sebrank, J.G., Lonergan, S.M., 2010. High-oxygen modified atmosphere packaging system induces lipid and myoglobin oxidation and protein polymerization. *Meat Science*, 85, 759-767.
- Kramer, J., 2007. Lebensmittel- Microbiologie, 5. Auflage. 1987-2007 Verlag Eugen Ulmer KG Wollgrasweg 41. 70599 Stuttgart (Hone nheim).
- Ladikos, D., Lougovois, V., 1990. Lipid oxidation in muscle foods: A Review. *Food Chemistry*, 35, 295-314.
- Lambropoulou, K.A., Drosinos, E.H., Nychas G.J.E., 1996. The effect of glucose supplementation on the spoilage microflora and chemical composition of minced beef stored aerobically or under a modified atmosphere at 4 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 30, 281-291.
- Lauzurica, S., Fuente, J.D.L., Di Az, M.T., A Lvarez, I., Perez, C., Caneque, V., 2005. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. *Meat Science*, 70, 639–646.
- Lee, K.T., Yoon, C.S., 2001. Quality change and shelf life of imported vacuum-packaged beef chuck during storage at 0°C. *Meat Science*, 59, 71-77.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51.Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lorenzo, J. M., Gomez, M., 2012. Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 92, 610-618.
- Lund, M.N., Hviid, M.S., Skibsted, L.H., 2007. The combined effect of antioxidant and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. *Meat Science*, 76, 226-233.

- Luno, M., Beltan, J.A., Roncales, P., 1998. Shelf-Life extension and colour stabilisation of beef package in a low O₂ atmosphere containing CO: Loin Steaks and Ground Meat. *Meat Science*, 48(1/2), 71-84.
- Mancini, R.A., Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color: Review. *Meat Science*, 71, 100-121.
- Maqsood, S., Benjakul, S., 2010. Preventive effect of tannic acid in combination with modified atmospheric packaging on the quality losses of the refrigerated ground beef. *Food Control*, 21, 1282-1290.
- McMillin, K.W., 2008. Where is MAP Going? A Review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*, 80, 43-65.
- Mulder, S.J., 1982. Microbiology of Vacuum And Gas-Packed Meat. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 48, 503-514.
- Murphy, K.M., O'grady, M.N., Kerry J.P. 2013. Effect of varying the gas headspace to meat ratio on the quality and shelf-life of beef steaks packaged in high oxygen modified atmosphere packs. *Meat science*, 94, 447-454.
- Naveena, B.M., Sen, A.R., Muthukumar, M., Babji, Y., Kondaiah, N., 2011. Effect of salt and ammonium hydroxide on the quality of ground buffalo meat. *Meat Science*, 87, 315-320.
- Nobile, M.A.D., Conte, A., Cannarsi, M., Sinigaglia, M., 2009. Strategies for Prolonging the shelf life of minced beef patties. *Journal of Food Safety*, 29, 14-25.
- Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N., Tassou, C.C., Koutsoumanis, K.P., 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78, 77-89.
- O'grady, M.N., Monahan, F.J., Burke, R.M., Allen, P., 2000. The Effect of oxygen level and exogenous α -Tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. *Meat Science*, 55, 39-45.
- Ogrydazik, D.M., and Brown W.D., 1982. Temperature effect in modified atmosphere storage of seafoods. *Food Technology*, 36(5), 86-96.
- Olaoye, O.A., Ntuen, I.G., 2011. Spoilage and preservation of meat: a general appraisal and potential of lactic acid bacteria as biological preservatives, Review Paper. *International Research Journal of Biotechnology*, 2(1), 33-46.
- Paleari, M.A., Beretta, G., Colombo, F., Foschini, S., Bertolo, G., Camisasca, S., 2000. Buffalo meat as a salted and cured product. *Meat Science*, 54, 365-367.
- Pothakos, V., Samapundo, S., Delighere, F., 2012. Total mesophilic counts underestimate in many cases the contamination levels of psychrotrophic lactic acid bacteria (LAB) in chilled-stored Food Products at the End of shelf-life. *Food Microbiology*, (32), 437-443.
- Rey, J.F., Martínez, C.L., Urrea, A., 2011. Comparative study of the physicochemical characteristics of an economic Buffalo (*Bubalus Bubalis*) meat product and an economic Beef (*Bos Indicus*) meat product with incorporation of bovine hemoglobin in powder in both formulations. *Procedia Food Science*, 1, 1589 – 1592.
- Sachindra, N.M., Sakhare, P. Z., Yashoda, K.P., Narasimha Rao, D., 2005. Microbilla profile of buffalo sausage during processing and storage. *Food Control*, 16, 31-35.
- Sahoo, J., Anjaneyuldu, A.S.Z., 1997. Quality improvement of ground buffalo meat by preblending with sodium ascorbate. *Meat Science*, 46(3), 237-247.

- Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J.A., Roncalés, P., 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58(4), 421-429.
- Sanz, A., Martín, R., Mayoral, M.B., Hernandez, P.E., Gonzalez, I., Lacarra, T.G., 2005. Development of a PCR-Culture technique for rapid detection of yeast species in vacuum packed Ham. *Meat Science*, 71, 230–237.
- Scetar, M., Kurek, M., Galie, K., 2010. Trends in meat and meat products packaging-A Review. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 2(1) 32-48.
- Schmidhofer, T., 1988. Lagerung und Transport Von Fleischwaren.Pp. 594-606. in: *Fleisch: Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung*, Eds, V.O. Prandl, A., Fischer, T., Schmidhofer, H.J., Sinell(Hrsg). Eugen Ulmer Gmbh And Co., Stuttgart.
- Skandamis, N., Nychas, G.J.E., 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 35– 45.
- Sorheim, O., Kropf, D.H., Hunt, M.C., Karwoski, M.T., Warrena, K., E., 1996. Effects of modified gas atmosphere packaging on pork loin colour, display life and drip loss. *Meat Science*, 43(2), 203-212.
- Soysal, İ., 2006. Manda ve ürünleri üretimi. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notları. Tekirdağ.
- SPSS 20.0, 2011. IBM SPSS Statistics 20.0. Statistical Package for the Social Sciences, United States, Chicago.
- Storia, A.L., Ferrocino, I., Torrieri, E., Monaca, D.R., Mauriello, G., Villani, F., Ercolini, D., 2012. A combination of modified atmosphere and antimicrobial packaging to extend the shelf life of beefsteaks stored at chill temperature. *International Journal of Food Microbiology*, 158, 186-194.
- Tateo, A., De Palo, P., Quaglia, N.C., Centoducati, P., 2007. Some qualitative and chromatic aspects of thawed Buffalo (*Bubalus Bubalis*). *Meat Science*, 76, 352– 358.
- Thomas, R., Anjaneyulu, A.S.R., Kondaiah, N., 2006. Quality and shelf life of emulsion and restructured buffalo meat nuggets at cold storage (4±1°C). *Meat Science*, 72, 373-379.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların Ambalajlaması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Walsh, H.M., Kerry, J.P., 2002. Meat packaging, chapter 20. University College Cork, Crc Press Llc and Woodhead Publishing Ltd.
- Yashoda, K.P., Sachindra, N.M., Sakhare, P.Z., Narasimha Rao, D., 2000. Microbiological quality of hygienically processed buffalo carcasses. *Food Control*, 11, 217-224.
- Zakrys, P.I., Hogan, S.A., O’Sullivan, M.G., Allen P., Kerry, J.P., 2008. Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. *Meat Science*, 79, 648–655.
- Zakrys-Waliwander, P.I., O’sullivan, M.G., O’neill, E.E., 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*, 131, 527– 532.

Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y., 2010. Preservation technologies for fresh Meat-A Review. *Meat Science*, 86, 119-128.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Khoy-Iran’da doğdu. Lise eğitimini Khoy Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimini Azad Islamic Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde tamamlarken, Yüksek lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Et Bilimi ve Teknolojisi alanında tez hazırlayarak tamamladı.