

T.C
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI PAKETLEME YÖNTEMLERİNİN TAZE ETİN KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSİ AYTUNGA BAĞDATLI

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği
Bilim Dalı: Gıda Teknolojisi

MANİSA, 2008

T.C
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI PAKETLEME YÖNTEMLERİNİN TAZE ETİN KALİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSİ AYTUNGA BAĞDATLI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.08.2008

Tezin Enstitüye Savunulduğu Tarih : 04.09.2008

Tez Jürisi

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Semra KAYAARDI

Üye : Prof. Dr. Meltem SERDAROĞLU

Üye : Doç. Dr. Alper ÖNENÇ

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

MANİSA, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ŞEKİL LİSTESİ	III
ÇİZELGE LİSTESİ	IV
KISALTMALAR LİSTESİ	V
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Taze Etin Raf Ömrünü Etkileyen Kalite Özellikleri	3
2.1.1. Renk	3
2.1.2. Lipit Oksidasyonu	7
2.1.3. Taze Etin Mikrobiyolojik Özellikleri	8
2.1.4. Su Kaybı ve Su Tutma Kapasitesi	11
2.2. Et Ve Et Ürünlerinde Uygulanan Paketleme Yöntemleri	12
2.2.1. Vakum Paketleme	14
2.2.2. Modifiye Atmosfer Paketleme	15
2.2.2.1. Tarihsel gelişim	15
2.2.2.2. Modifiye Atmosferde Paketleme Hakkında Genel Bilgiler	16
2.2.2.3. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Avantajları ve Dezavantajları	16
2.2.2.4. Modifiye Atmosferde Paketlemede Kullanılan Gazlar	17
2.2.2.4.1. Karbondioksit (CO ₂)	17
2.2.2.4.2. Oksijen (O ₂)	20
2.2.2.4.3. Azot (N ₂)	21
2.2.2.4.4. Karbon monoksit (CO)	21
2.2.2.4.5. Diğer Gazlar	21
2.2.2.4.6. Gaz Karışımları	22
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Çalışma Materyalinin Temini, Hazırlanması ve Özellikleri	23
3.1.2. Materyalin Paketlenmesi ve Deneme Deseni	24
3.2. METOT	25
3.2.1. Fiziksel Analizler	25
3.2.1.1. Tepe Boşluğu Gaz Analizi	25

3.2.1.2. Ağırlık Kaybı	25
3.2.1.3. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi	25
3.2.1.4. Tekstür Analizi	25
3.2.1.5. Renk Tayini	26
3.2.2. Kimyasal Analizler	26
3.2.2.1. pH Tayini	26
3.2.2.2. TBA Tayini	26
3.2.2.3. Myoglobin Tayini	27
3.2.3. Duyusal Renk Analizi	27
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler	28
3.2.5. Deneme Planı ve İstatistiksel Analiz	30
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	31
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	31
4.2. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Fiziksel Analizler	32
4.2.1. Tepe Boşluğu Gaz Analizi (%O ₂ ve CO ₂)	33
4.2.2. Ağırlık Kaybı (%)	37
4.2.3. Su Tutma Kapasitesi	38
4.2.4. Doku Analizi (Kesme Kuvveti)	40
4.3. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Kimyasal Analizler	41
4.3.1. pH	42
4.3.2. TBA	43
4.3.3. Myoglobin	45
4.4. Renk Analizi	46
4.5. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Mikrobiyolojik Analizler	50
4.5.1. Toplam Aerobik Mezoflik Bakteri Sayımı	51
4.5.2. <i>Pseudomonas</i> Sayımı	53
4.5.3. Laktobasil Sayımı	54
4.5.4. Toplam Koliform Sayımı	56
4.5.5. Küf ve Maya Sayımı	57
4.5.6. <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> Sayımları	58
4.6. Duyusal Renk Değerlendirme	60
5. SONUÇ	62
6. KAYNAKLAR	65
7. EKLER	71

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2. 1- Taze kırmızı etteki üç ana pigment arasındaki ilişkiler	5
Şekil 2. 2- 3°C'de depolanan vakum paketlenmiş sığır etinin yüzey pigmentlerinde meydana gelen değişimler	6
Şekil 2. 3 -Karbondioksitin 4.4°C deki tavuk etindeki bakteri gelişimi üzerine etkisi	18
Şekil 3. Örneklerin Hazırlanması ve Deneme Deseni	24
Şekil 4. 1 Örneklerin Tepe Boşluğu Gaz Analizi (%O ₂) Bulguları Dağılımı	33
Şekil 4. 2. Örneklerin Tepe Boşluğu Gaz Analizi (%CO ₂) Bulguları Dağılımı	35
Şekil 4. 3. Örneklerin Ağırlık Kaybı (%) Bulguları Dağılımı	37
Şekil 4. 4. Örneklerin Su Tutma Kapasitesi Bulguları Dağılımı	38
Şekil 4. 5. Örneklerin Warner-Bratzler Shear Force (kesme kuvveti) Bulguları Dağılımı	40
Şekil 4. 6. Örneklerin pH Bulguları Dağılımı	42
Şekil 4. 7. Örneklerin TBA Bulguları Dağılımı	43
Şekil 4. 8. Örneklerin Myoglobin Bulguları Dağılımı.	45
Şekil 4. 9. Örneklerin Renk Parametrelerinden L* (Aydınlık) Bulguları Dağılımı.	47
Şekil 4.10. Örneklerin Renk Parametrelerinden a* (Kırmızılık) Bulguları Dağılımı	48
Şekil 4.11. Örneklerin Renk Parametrelerinden b* (sarılık) Bulguları Dağılımı.	49
Şekil 4.12. Örneklerin Toplam Canlı Sayımı Bulguları Dağılımı	51
Şekil 4.13. Örneklerin <i>Pseudomonas</i> Sayımı Bulguları Dağılımı	53
Şekil 4.14. Örneklerin <i>Lactobacillus</i> Sayımı Bulguları Dağılımı	54
Şekil 4.15. Örneklerin Toplam Koliform Sayımı Bulguları Dağılımı	56
Şekil 4.16. Örneklerin Küf Sayımı Bulguları Dağılımı	57
Şekil 4.17. Örneklerin Maya Sayımı Bulguları Dağılımı	57
Şekil 4. 18. Örneklerin Duyusal Renk Değerlendirme Bulguları Dağılımı	61

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2. 1. Taze Kırmızı Ette Bulunan Ana Pigment Formları	4
Çizelge 2. 2. Çiğ Kırmızı Et ve Kıyma için Mikrobiyolojik Kriterler	9
Çizelge 2. 3. Kırmızı Et ve Kanatlı Eti için Kullanılan Başlıca Paketleme Materyallerinin Genel Özellikleri	13
Çizelge 2. 4. Modifiye atmosferde paketleme ile ilgili olan bazı mikroorganizmaların karbondioksit ihtiyaçları	19
Çizelge 2. 5. Modifiye atmosferde paketleme ile ilgili olan bazı mikroorganizmaların oksijen ihtiyaçları	20
Çizelge 3. 1. Paketleme Materyalinin Teknik Özellikleri	23
Çizelge 3. 2. Kontrfile Duyusal Renk Değerlendirme Formu	28
Çizelge 3. 3. Mikrobiyolojik analizler karşılık gelen, besiyerleri, inkübasyon süre ve sıcaklıkları, sonuç analizi	29
Çizelge 4. 1. Hammadde Analiz Bulguları	31
Çizelge 4. 2. Örneklerin Depolama Sürecindeki Tepe Boşluğu Gaz Analizi Bulguları	32
Çizelge 4. 3. Örneklerin Depolama Sürecindeki Ağırlık Kaybı, Su Tutma Kapasitesi, Kesme Kuvveti Analiz Bulguları	36
Çizelge 4. 4. Örneklerin Depolama Sürecindeki Kimyasal Analiz Bulguları	41
Çizelge 4. 5. Örneklerin Depolama Sürecindeki Renk Analiz Bulguları	46
Çizelge 4. 6. Örneklerin Depolama Süresi Boyunca Mikrobiyolojik Bulguları	50
Çizelge 4. 7. Örneklerin Duyusal Analiz (Duyusal Renk Değerlendirme) Bulguları	60

KISALTMALAR LİSTESİ

- MAP : Modifiye Atmosferde Paketleme
Mb : Myoglobin
MetMb : Metmyoglobin
PE : Polietilen
PA : Poliamit

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Semra KAYAARDI' na, çalışmalarımın her aşamasında büyük fedakarlık göstererek bana destek olan çok sevdiğim eşime, hayatım boyunca bana maddi, manevi destek olan başta babam ve annem olmak üzere tüm aileme, mesai arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasında kullanılan hazır besiyerlerinin temini konusunda yardımcı olan Koray KARCI' ya, paketleme materyalinin temini konusunda yardımlarını aldığım Muharrem DEMİR' e teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışma, CBÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

Bu araştırmada, farklı paketleme yöntemlerinin ve depolama süresinin dilimlenmiş taze kırmızı etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Dilimlenmiş taze sığır eti; hava (kontrol), Modifiye Atmosferde Paketleme-1 (%60 O₂+ %40 CO₂), Modifiye Atmosferde Paketleme-2 (%60 O₂+ %20 CO₂+%20 N₂) ve vakum paketleme yöntemleriyle paketlenmiştir. Paketlenen örnekler, 4°C'de 35 gün süreyle depolanmıştır. Örneklerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal (renk) nitelikleri 35 günlük depolama periyodu boyunca 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerde araştırılmıştır.

Taze sığır etinde vakum paketlemenin, depolama boyunca ağırlık kaybında meydana gelen büyük düşüşleri azalttığı tespit edilmiştir. Vakum paketlemenin fireyi düşürücü etkisinin yanı sıra duyuşsal renk değerlendirme açısından en olumlu sonuçlar vakumla paketlenen örneklerde tespit edilmiştir. Lipit oksidasyonu düzeyinin göstergesi olarak kabul edilen TBA değerleri depolama süresince tüm örneklerde artış göstermiştir. Lipit oksidasyonu düzeyi açısından vakum grubu örneklerin en uzun raf ömrüne sahip olabileceği ifade edilebilir. Türk Gıda Kodeksinin belirlediği mikrobiyolojik kriterler dikkate alındığında, kontrol örneklerinin toplam canlı sayısının depolamanın ilk 20 günü belirtilen değerler arasında olduğu saptanmıştır. Kontrol örneklerinin toplam canlı sayısı, depolama boyunca 4.86 logaritmik birimlik artış göstermiştir. Mikrobiyolojik kalite açısından değerlendirildiğinde en iyi örnek grubunun 35 günlük depolama periyodu boyunca kritik değeri aşmayan MAP2 grubu olduğu saptanmıştır. Çalışmada, kontrol, MAP1 ve MAP2 grubu örneklerinde baskın floranın Pseudomonas' a ait olduğu saptanmıştır. Vakum paketlenen örneklerde ise baskın floranın laktobasiller olduğu gözlenmiştir.

ABSTRACT

In this research, the effects of different packaging methods and storage time on the quality of sliced raw red meat were investigated. Sliced raw beef packaged with air (control), MAP1 (%60 O₂+ %40 CO₂), MAP2 (%60 O₂+ %20 CO₂+%20 N₂) and vacuum. The packaged samples were stored at 4°C for 35 days. During storage period physical, chemical, microbiological, sensory (color) attributes of the samples on the days 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. were investigated.

Vacuum packaging, decreased the weigh loss increases during the storage period. On the other hand it is observed that according to sensory evaluation the most usefull sample was vacuum packaged ones. The TBA values which indicate the lipid oxidation of all samples were increased. In the view of lipid oxidation, the vacuum packaged samples will have the longest shelf life. When the microbiological criteria, which Turkish Food Codex determined was considered, total aerobic mezophilic bacteria count of control samples for 20 days of storage was under limit values . Total aerobic mezophilic bacteria count of control samples increased 4.86 logarithmic values for the storage period. When microbiological quality was considered, it was found that MAP2 samples were the best group which did not pass through the critical values for 35 days of storage. In this study it is determined that, the dominant microorganism of control, MAP1 and MAP2 group samples were Pseudomonas and the dominant microorganism of vacuum group samples were lactobacillus.

1. GİRİŞ

Et, protein miktarı ve kalitesi bakımından insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir . Hayvansal kaynaklı proteinler özellikle bunların içerisinde et proteinleri, insan için gerekli olan esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli bir biçimde içermektedir. Bu proteinlerin insan tarafından hazmedilebilmesi ve bünyede kullanılabilirlikleri de bitkisel proteinlerden daha üstündür. Biyolojik değerleri ise daha yüksektir (Demirci, 2005).

Etin insan beslenmesi açısından ikinci önemli fonksiyonu yağ içeriğidir. Ette bulunan yağ, ete belirli bir lezzet, aroma, sululuk verip, iştahla yenmesini sağlayıp, sindirim sistemi salgılarının salgılanmasını arttırdığı gibi esansiyel yağ asitleri ve yağda eriyen vitaminlerin de kaynağıdır. Et, insan vücudu için enerji kaynağıdır. Etin beslenme açısından üçüncü büyük önemi ise, B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), niasin, folasin, B₆ (pidoksin) ve B₁₂ vitaminlerince en zengin gıda kaynaklarının başında gelmesidir. Et, mineral içeriği ve yapısı nedeniyle de önemli bir yere sahiptir. Ette bulunan minerallerin başında potasyum gelmektedir. Bunu sırasıyla fosfor, sodum, klor, magnezyum,kalsiyum, çinko, demir, bakır, vb. izlemektedir (Demirci, 2005).

Et, süt, yumurta, balık gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin varlığında, oksijenin kimyasal etkisi, aerobik mikroorganizmaların gelişimi nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana getirmek suretiyle gıdaların kalitesinde bozulmaya neden olurlar. Gıdaların bozulması geciktirilerek taze olarak muhafaza edilmesinde en uygun ve etkin yöntem soğukta muhafaza tekniğidir. Ancak soğukta muhafaza tekniklerinin yanında paketleme tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasında artış gösteren bir uygulama alanı bulmuştur (Kılınç and Çaklı, 2001).

Günümüzde, çeşitli tekniklerle paketlenmiş parça etlerin, pazarlama sistemi içerisinde perakende olarak büyük alışveriş mağazalarında satışları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sistemde etlerin paketlenmiş olarak istenilen kalite ve miktarlarda oldukça ekonomik olarak satın alınabilmeleri mümkündür. Bu bakımdan, ülkemizde de son yıllarda büyük alışveriş merkezlerinde etlerin bu şekilde satışları artmaktadır. Ancak bu sistemde etlerin pazarlanıncaya kadar belirli bir süre bekletilmeleri gerektiğinden, hijyenik koşullarda ve kontrollü soğuk zincir altında muhafaza edilmeleri gerekmektedir. Çünkü bu koşullar yerine getirilmediğinde etlerin gerek bozulmaya yol açan gerekse halk sağlığı yönünden risk oluşturan patojen mikroorganizmalar ile kontamine olma olasılığı artmaktadır(Çelik, 1993, Gökten, 1990).

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan etin, son yıllarda porsiyonlara ayrılan tüketime sunulması büyük ölçüde artmıştır (Çelik, 1993). Türk Gıda Kodeksi'ne göre, "kırmızı et", Kasaplık hayvanların karkaslarından elde edilen insan tüketimi için uygun tüm parçaları olarak tanımlanmıştır. "Çiğ kırmızı et" ise Modifiye atmosfer yöntemi veya vakum ile ambalajlanmış çiğ kırmızı etler dahil olmak üzere soğutma, dondurma veya hızlı dondurma dışında herhangi bir koruyucu işlem görmemiş, parçalanmış veya parçalanmamış taze kırmızı et olarak tanımlanmaktadır (Anon., 2006).

Son yıllarda soğutulmuş gıda ürünlerinde raf ömrünü arttırmaya yönelik yeni gelişmeler kaydedilmiştir. Tüketiciler taze ürünleri hazırlaması kolay olduğu ve katkı maddesi içermedikleri için tercih etmektedirler. Aynı zamanda tüketiciler gıdaların doğal yollarla korunmasını, kimyasal koruyucu ya da kalıntı olmaksızın daha fazla besinsel değere sahip olmasını talep etmektedirler. Günümüzde çalışan tüketiciler için sunulan ürünlerin paradan ve zaman açısından kazançlı olduğu düşünülmektedir. Taze ürünlerin modifiye atmosferde paketlenmesi ürünlerin raf ömrünü uzattığı gibi daha kaliteli ürünlerin paketlenmesi, dağıtımı ve depolanmasında gelişme sağlamıştır.

Bu çalışma; farklı paketlenme yöntemlerinin ve depolama zamanının taze kırmızı etin kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Perakende olarak satışa sunulan taze kırmızı etin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite özelliklerindeki değişimler tespit edilerek taze etin belirli koşullar altındaki raf ömrü belirlenmiştir. Kullanılan paketlenme metodlarının raf ömrünün uzatılmasında ne derece başarılı olacağı tespit edilmiştir. Günümüzde insanların doğadan giderek uzaklaşmalarının sonucu olarak, tazesine en yakın nitelikte gıda üretimine yönelik yöntemlerin uygulanması büyük önem kazanmıştır. Dolayısıyla, MAP tekniği hızla yaygınlaşan ve geleceğin teknolojisi olarak kabul edilen bir yöntem haline gelmiştir. Bu çalışmada, elde edilecek olumlu sonuçlar doğrultusunda, Avrupa ve ABD'de yaygın olarak kullanılan vakum ve MAP tekniği ile ambalajlanarak perakende satışa sunulan taze etin ülkemiz gıda sektöründe de yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Böylelikle gıda güvenliği kriterlerine uygun, yüksek görsel ve mikrobiyolojik kaliteye sahip taze et, tüketiciye hijyenik koşullar altında ulaştırılmış olacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Taze Etin Raf Ömrünü Etkileyen Kalite Özellikleri

Etin raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan en önemli özellikler; su tutma kapasitesi, renk, mikrobiyolojik kalite, lipit stabilitesi ve lezzettir. Paketleme, taze soğutulmuş etin raf ömrünü etkilemektedir. Paketlenmiş taze etin raf ömrünü etkileyen değişkenler, ürün, gaz kompozisyonu, paket özellikleri, tepe boşluğu, paketleme ekipmanı, depolama sıcaklığı ve katkı maddeleridir. Taze etin depolama sırasında meydana gelen değişiklikler, biyolojik membranın bozulması ve oksidatif süreçten kaynaklanan metabolik reaksiyonlardan etkilenmektedir. Kalitenin bozulması, renk kaybı, kötü koku yada aroma gelişimi, besin değeri kaybı, patojenler, bozucu faktörlerin gelişimi ve tekstürel özelliklerde değişimleri kapsamaktadır(McMillin,2008).

Paketlemenin amacı ette arzu edilen kalite özelliklerini arzu edilen süre boyunca muhafaza etmektir (McMillin,2008). Taze soğutulmuş etin muhafazasındaki temel faktörler taze ve çekici bir görüntü ile birlikte bakteriyel bozulmanın geciktirilmesidir (Gill, 1996).

2.1.1. Renk

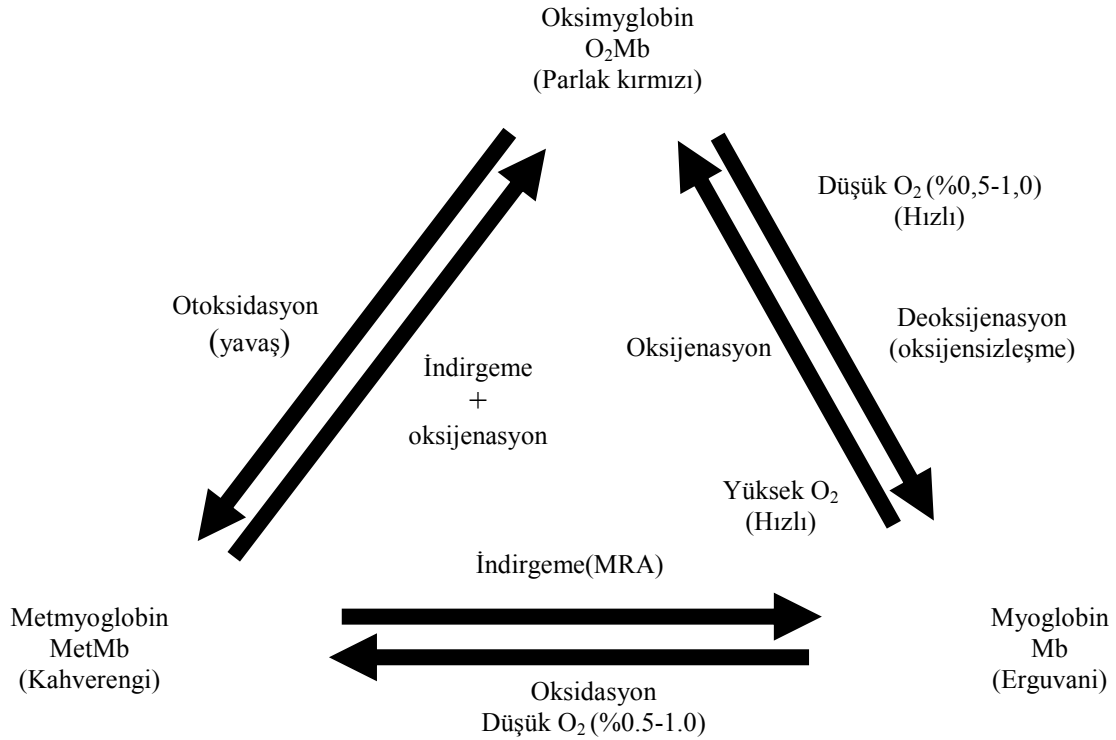
Tüketicinin kafasındaki ortak düşünce, taze etin kalitesinin taze etin rengi ile aynı anlamı taşıdığı şeklindedir. Bir gıda maddesinin rengi, tüketici tercihinde son nokta olmaktadır. Taze etin rengi, pazarlamada çok büyük öneme sahiptir. Renk, tüketici için tazelik ve toplam kabul edilebilirliğin ölçütüdür (Taylor, 1996). Taze kesilmiş hayvan etinin rengi, bir çok form halinde bulunabilen myoglobin miktarına bağlıdır. Etin myoglobin konsantrasyonu, hayvanın türüne, yaşına, cinsiyetine ve kasin çeşidine göre değişiklik gösterir. Yaklaşık olarak tavuk eti 0.01 mg/g, domuz eti 1-3 mg/g ve sığır eti ise 3-6 mg/g myoglobin içermektedir (Walsh and Kerry,2002). Kanı iyice akıtılmış ette toplam renk pigmentlerinin % 80-90'ı myoglobindir (Öztañ,2003).

Taze etin ana pigmenti farklı formlarda bulunmaktadır. Çevrenin oksijen durumuna göre değişiklik gösteren myoglobin ana formları; myoglobin (Mb), oksimyoglobin (MbO₂) ve metmyoglobin (MMb+) dir. Taze kırmızı etin ana pigment formları Çizelge 2.1 'de verilmiştir. Etin rengi, bu üç formun yüzeydeki varlığına bağlıdır. Renk, etin pazarlanmasında çok büyük öneme sahiptir. Renk tüketici tarafından genellikle etin tazeliği ve kalitesi ile ilişkilendirilir. Diğer yandan tüketici paketlenmiş etteki renk kaybının bakteriyel gelişim ile ilgili olduğunu düşünmektedir,oyşa bu durum her zaman doğru olmamaktadır (Rao and Sachindra, 2002).

Çizelge 2.1. Taze Kırmızı Ette Bulunan Ana Pigment Formları

Pigmentler	Demirin durumu	Renk
Myoglobin (Mb)	Fe ⁺²	Erguvani (mor)
Oksimiyoglobin (O ₂ Mb)	Fe ⁺²	Parlak kırmızı
Metmyoglobin (MetMb)	Fe ⁺³	Kahverengi

Deoksimiyoglobin, myoglobinin (Fe⁺²) indirgenmiş formudur. Oksijen yokluğunda meydana gelir ve pembe renklidir. Deoksimiyoglobin, vakum paketlenmiş ette yada hayvan ilk kesildiğinde meydana gelir. Metmyoglobin (Fe⁺³), myoglobinin okside olmuş halidir. Fe⁺³ et renginin kahverengi yada gri renk almasına neden olur. Oksimiyoglobin(Fe⁺²), myoglobine oksijen bağlandığında oluşan pigmenttir, parlak kırmızı renklidir. Oksimiyoglobin oluşumu, oksijenin kısmi basıncına, etin pH sına ve etin sıcaklığına bağlı olarak değişir. Metmyoglobin formu, pigmentlerin uzun süre boyunca ışık, sıcaklık, oksijen, mikrobiyal gelişim ve dondurmaya maruz kalması sonucu meydana gelir. Karboksimiyoglobin ise deoksimiyoglobinin karbon monoksit (CO) maruz kalmasıyla oluşur (Mancini and Hunt, 2005). Metmyoglobin indirgenmesi hava bileşiminde % 1-5 oranında CO bulunması ile olur (McMillin,2008, Rossi,2003). Taze kırmızı ette ana pigment formları arasındaki ilişkiler, Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



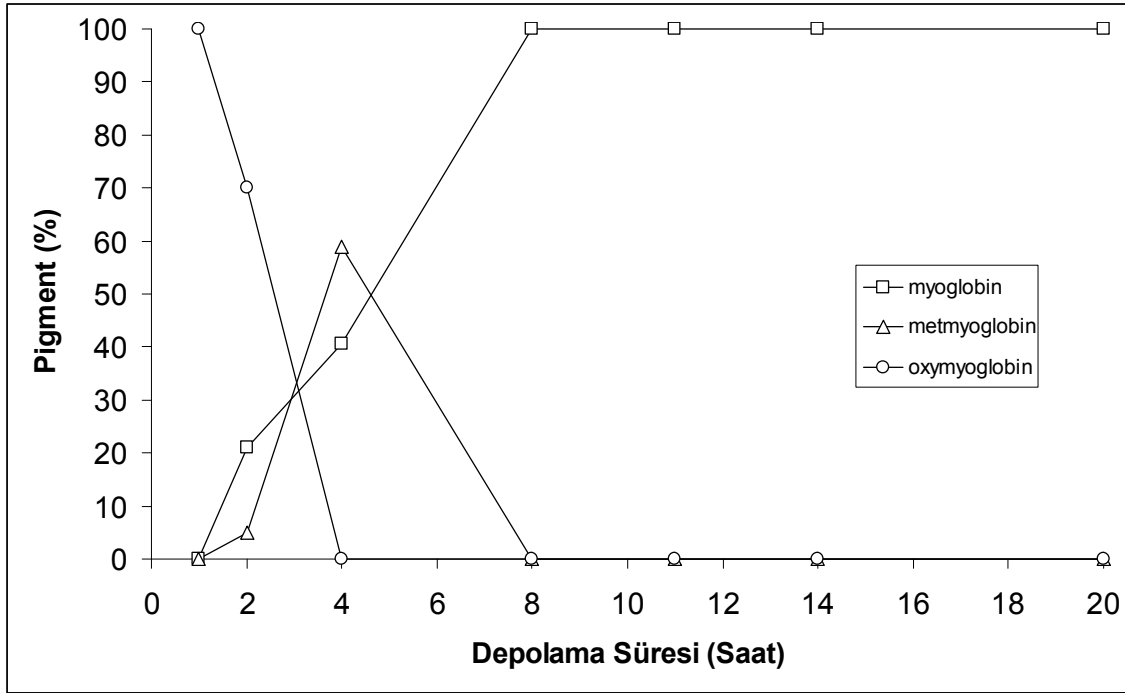
Şekil 2.1- Taze Kırmızı Etteki üç ana pigment arasındaki ilişkiler

Ledward (1970), 0°C'de 6 mmHg kısmi oksijen basıncı altında *M. semitendinosus* kasında metmyoglobin oluşumunun en yüksek düzeyde olduğunu saptamıştır (Walsh and Kerry,2002).

Taze etin modifiye atmosferde paketlenmesinde genellikle arzu edilen parlak kırmızı rengi sağlamak için yüksek konsantrasyonlarda oksijen içeren gaz karışımları kullanılır. Yüksek konsantrasyonlarda karbondioksit veya tek başına karbondioksit gazı uygulaması bozulmayı geciktirir ancak renk göz önüne alındığında taze et için uygun bir gaz bileşimi değildir. Çünkü ette renk bozulması meydana gelmektedir (Rao and Sachindra, 2002).

Perakende satışta, taze et renginin muhafaza edilmesi raf ömrünün uzaması, satış oranının yükselmesi ve kayıpların azalması ile sonuçlanacaktır. Vakum paketlenme, eti istenmeyen renk değişimlerine karşı korur Vakum paketlenmeden sonra oluşan ilk form oksimiyoglobinden metmyoglobine dönüşümdür. Fakat birkaç saat sonra metmyoglobin myoglobine indirgenir. Vakum paketlenmiş etin sahip olduğu pembe renk, paket açıldıktan sonra tekrar istenen parlak kırmızı rene dönüşeceği için çok büyük bir sorun olarak görülmektedir.

Bununla birlikte, kahverengi renk, depolama süresince metmyoglobin oluşumuna bağlı olarak gelişir. Bunun nedeni paketlenme işlemi sırasında paket içerisinde kalmış olan veya filmde içeri giren oksijendir. Düşük oksijen geçirgenliği olan paketlenme materyali oksidasyonu önlemektedir (Rao and Sachindra, 2002). Şekil 2.2 'de 3°C'de depolanan vakum paketlenmiş sığır etinin yüzey pigmentlerinde meydana gelen değişimler verilmiştir.



Şekil 2.2- 3°C'de Depolanan Vakum Paketlenmiş Sığır Etinin Yüzey Pigmentlerinde Meydana Gelen Değişimler

Kırmızı etin modifiye atmosferde paketlenmesinde genellikle yüksek oranda oksijen içeren gaz karışımları kullanılır. Bunun nedeni istenen taze et rengini sağlayan oksimoglobin oluşumudur (Rao and Sachindra, 2002).

Taze ette mikrobiyal gelişme sonucu birçok biyokimyasal değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikler sonucu bozulmayı karakterize eden peroksitler, H_2S , NH_3 , indol, kadaverin ve putresin gibi bileşikler açığa çıkar. Putresin özellikle *Pseudomonas* türleri, kadaverin ise *Enterobacteriaceae* familyasına ait bakteriler tarafından üretilir. Bu bileşikler, ette lezzet bozukluğunun yanı sıra etin doğal kırmızı renginin yeşil, kahverengi ve grinin değişik tonlarına dönüşmesine neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Taze et rengin daha uzun süre korunabilmesi için sanitasyon ve antimikrobiyal uygulamaları geliştirilmesi, sıcaklık kontrolünün sağlanması, paketleme yöntemleri ve hayvanın diyetinde bazı değişiklikler yapılması gibi uygulamalarla çalışmalar sürdürülmektedir (Pearson and Dutson,1999). Hayvanın diyetine E vitamini takviyesi yapılması, renk stabilitesini yükseltmektedir (Rao and Sachindra,2002). Perakende olarak satışa sunulan taze kırmızı etin renginin korunmasında, vakum paketleme ve sıcaklık kontrolü en önemli faktörlerdendir. Diğer faktörler; pH, ışık ve antimikrobiyal ajanlardır(Pearson and Dutson,1999).

2.1.2. Lipit Oksidasyonu

Lipid oksidasyonu, başta et olmak üzere tüm gıdalarda meydana gelen kalite kaybı mekanizmalarının başında gelmektedir (Gray et al., 1996). Lipid oksidasyonu, ette ransit tat oluşumu, aroma, tat, renk ve tekstürel özelliklerde bozulmalar ile sonuçlanan bir kalite bozulmasıdır. Kas dokuda lipit oksidasyonunun, hücre membranındaki yüksek doymamış fosfolipid fraksiyonunda başladığına inanılmaktadır. Kesim öncesi ve kesim sonrası erken dönemde, yüksek oranda doymamış fosfolipid fazındaki oksidasyon artık daha fazla kontrol edilemez ve antioksidan kapasite yerini oksidasyona bırakır (Walsh and Kerry,2002).

Mekanik kemik ayırma, kıyma haline getirme, yeniden şekillendirme ve pişirme hücre yapısına büyük zarar vererek serbest radikallerin oluşumu ve oksidasyonun başlamasına neden olur. Lipit oksidasyonunun ana ürünü hidroperoksitlerdir. İkincil ürünler ise aldehitler, alkoller, hidrokarbonlar ve ketonlardır. Bu ikincil ürünler, oksidasyon boyunca meydana gelir ve depolama süresince lezzet bozukluklarına neden olur. Ön pişirme uygulanmış, tekrar ısıtılmış ve soğukta depolanmış etlerde kendine has kötü koku ette hızla gelişmektedir. Bu lezzet bozukluğunu tanımlamak için "Warmed-over flavour (WOF)" (tekrar ısıtılmış ürün lezzeti) ifadesi kullanılmaktadır. Membran fosfolipitlerinin otooksidasyonu WOF' un en büyük nedeni olarak kabul edilmektedir (Walsh and Kerry,2002).

Konvensiyonel olarak gaz geçirgen film ile sarılarak paketlenen ette lipit oksidasyonu genellikle sınırlayıcı bir faktör sayılmaz, çünkü uçucu bileşenler paket dışına rahatlıkla çıkabilir. Fakat, modifiye atmosfer paketlemede uçucu bileşenler paket içinde hapsolür ve tüketici paketi açıldığında rahatlıkla tespit edilebilmektedir (Zhao et al., 1994). Paket içinde arzu edilmeyen bu kokular, ürünün uçucu bileşenleri ve paketleme materyalinin uçucu bileşenleri ile kompleks bir etkileşime girerek artış göstermektedir. Taze etin yüksek oksijenli atmosferde depolanması lipit oksidasyonuna bağlı olarak raf ömrünü düşürmektedir. Taylor et al. (1990), modifiye atmosferde depolanan sığır eti örneklerinde tespit edilen malonaldehit miktarının vakumla paketlenen örneklerden çok daha hızlı artış gösterdiğini ifade etmiştir. Jackson et al. (1992), % 80 oksijen

ve %20 karbondioksit gaz karışımında paketlenen sığır filetolarının 3°C de depolanmaları sonucunda lipit oksidasyonuna bağlı kuvvetli aroma bozukluğu tespit etmişlerdir.

Piştirilmiş yada basınç uygulanmış etler, taze ete oranla oksidasyona karşı daha hassastır. Lipit oksidasyonun hızını ve yönünü etkileyen faktörler açıkça ortaya konmuştur. Bunlar; ışık, oksijen konsantrasyonu, yüksek sıcaklık, katalizör varlığı ve su aktivitesidir. Bu faktörlerin kontrol altına alınması, gıdaların lipit oksidasyon hızının farkedilir biçimde düşmesine neden olmaktadır. St Angelo and Spanier (1993), myoglobin, hemoglobin, sitokrom gibi hem grubu içeren katalizörlerin oksidasyona neden olduğunu bulmuşlardır (Walsh and Kerry,2002).

Hayvanların diyetlerinde uygulanan α -tokoferol asetat ve etin uygun paketleme sistemiyle paketlenmesi sinerjik etki yaratarak etin kalitesini geliştirdiği ve taze etin raf ömrünü uzattığı birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. O'Grady et al. (2001), E vitamini takviyesi ile beslenen hayvanlar ile E vitamini ile beslenmeyen hayvanların etleri kıyma haline getirilerek %80 O₂ + %20 CO₂ içeren atmosferde depoladıkları çalışmalarında lipit ve oksimiyoglobin oksidasyon düzeyleri kıyaslandığında E vitamini takviyesiyle beslenen hayvan etlerinin oksidasyon düzeyini çok daha düşük bulmuşlardır.

2.1.3. Taze Etin Mikrobiyolojik Özellikleri

Taze et, kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalara karşı en duyarlı gıdalardan biridir. Sağlıklı hayvanların kasları doğal olarak steril kabul edilir. Çünkü canlı organizmada bulunan antikor ve lenfositler mikroorganizmaların gelişme ve çoğalmalarını engeller (Çelik, 1993). Kesimle birlikte hayvanın mikroorganizmalara karşı korunma mekanizması (bağışıklık sistemi) zayıflar ve nihayet durur. Bu durum mikroorganizmaların bütün dokulara yayılmasına neden olur. Bunun yanında kesim, derinin yüzülmesi, iç organların çıkarılması ve karkasın parçalanması sırasında hayvanın derisi, bağırsakları, kesim aletleri, hava, çalışanların elleri, elbiseleri, taşıma arabaları, alet ve ekipmanlardan birçok mikroorganizma ete bulaşır. Bulaşan bu mikroorganizmalar, uygun koşullarda çoğalarak ette bozulmaya neden olur (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Taze etin mikrobiyal popülasyonu, birçok faktörden etkilenmektedir. Bunlar; hayvanın türü, sağlık durumu, kesim yöntemi, işletme ve personel sanitasyonu, kullanılan paketleme yöntemi ve materyalin tipi, karkasın soğutulması, depolama süresi ve sıcaklığı gibi hususlardır (McMillin,2008, Walsh and Kerry,2002). Kas dokuda mikrobiyal kontaminasyon kesimden hemen sonra oluşmaya başlar. İki ana kontaminasyon kaynağı mevcuttur. Bunlar; kesim ortamı ile hayvanın bağırsak bölgesidir. Taze kesilmiş karkas yüzeyinde hakim olan organizmalar;

Acinetobacter, *Aeromonas*, *Pseudomonas* ve *Moraxella* gibi gram-negatif bakteriler ile *Enterobacter* ve *Escherichia* dır. Gram(+) organizmalara daha az rastlanmakla birlikte *Brochothrix*, diğer laktik asit bakterileri ve *Micrococcaceae* familyasını da yer almaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Taze etlerde bozulma yüzeyde veya etin iç kısımlarında mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaşması sonucu meydana gelir. Parça etlerde mikrobiyolojik bozulma genellikle yüzeyde görülür (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Genellikle etlerde mikroorganizma düzeyi, 10^7 - 10^8 kob/g (cm^2) ye ulaştığında başta koku, tat ve renk olmak üzere organoleptik niteliklerdeki bozulmalarla karakterize kokuşmanın olduğu görülür. Türk Gıda Kodeksi- Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği'nde belirtilen çiğ kırmızı et ve kıyma için mikrobiyolojik kriterler Çizelge 2.2'de verilmiştir (Anon., 2006).

Çizelge 2.2- Çiğ Kırmızı Et ve Kıyma için Mikrobiyolojik Kriterler

	n	c	m	M
<i>Aerobik mezofilik bakteri</i>	5	2	5.10^5	5.10^6
<i>Escherichia coli O157:H7</i>	5	0	25 g' da bulunmalı	
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	5.10^2	5.10^3
<i>Pseudomonas</i>	5	2	5.10^4	5.10^5
<i>Salmonelle spp.</i>	5	0	25 g' da bulunmalı	

n : Analize alınacak numune sayısı

c :m ile M arasındaki sayıda mikroorganizma ihtiva eden kabul edilebilir en fazla analize alınacak numune sayısı

m : (n-c) sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı

M : c sayıdaki analize alınacak numunenin 1 gramında bulunabilecek kabul edilebilir en fazla mikroorganizma sayısı

Taze etin paketlenmesinde kullanılan paketlenme materyallerinin su buharı geçirgenliği çok düşük olmakla birlikte oksijen ve karbondioksit geçirgenliği oldukça yüksektir. Bu nedenle koşullar mikrobiyal gelişim için idealdir. Bu durumda baskın mikroorganizmalar *Pseudomonas*, *Acinetobacter* ve *Psychrobacter spp.* gibi aerobik psikrotrof bakterilerdir. Vakum paketlenme ve yüksek oksijen geçirmez film kullanımı *Pseudomonas* gelişimini inhibe eder ancak fakültatif anaerob olan ve vakum paket içerisinde gelişmeye yatkın olan *Lactobacillus* lar üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Laktik asit bakterilerinin iki önemli avantajı vardır. İlk olarak, aerobik gram-negatif florada oldukça yavaş hızla gelişim gösterirler, bu durum daha uzun raf ömrü anlamına gelmektedir. İkinci olarak ise açılan paketlerde ekşi bir kokunun tespit edilmesidir, bu ekşi koku çürük kokusundan çok daha az iticidir (Walsh and Kerry,2002).

Vakum paketlenmiş dilimlenmiş etin raf ömrü 24-28 gün sonra toplam canlı sayısı 10^6 'ya ulaştığında son bulur. Yüksek pH ya sahip bozulmuş olan vakum paketlenmiş etin mikroflorasının önemli kısmını laktobasiller oluşturmaktadır. Yüksek bakteriyel yük, 1° C' nin üstünde depolanmış vakum paketlenmiş etlerde renk ve tatta önemli değişimlere neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar, toplam canlı sayısının 10^7 'nin üzerine çıkması vakum yada modifiye atmosferde paketlenmiş etlerin duyuşsal bozulmasıyla yakın ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur (Walsh and Kerry,2002).

Modifiye atmosferde paketlenen ette bakteri gelişimini en fazla etkileyen çevresel faktör sıcaklıktır (Walsh and Kerry,2002). Depolama sıcaklığının önemini araştıran Sorheim and Nissen (2000), taze etin 8° C'de depolanmasıyla *Salmonella spp.* ve *E. coli'nin* tüketici sağlığını riske atabileceğini ortaya koymuştur (Sorheim and Nissen,2000).

CO_2/N_2 atmosfer altında depolanmış sığır bifteklerinde tespit edilen psikrotrof bakteri sayısı ile laktobasil sayısı, vakum paketlenmiş sığır bifteklerinden daha düşük düzeyde bulunmuştur. % 5 in üzerindeki karbondioksit konsantrasyonu birçok bozucu bakteri gelişimini inhibe eder. Gram-negatif bakteriler, karbondioksit tarafından inhibisyona, gram-pozitif bakterilere nazaran daha çok duyarlılık gösterirler. Eğer karbondioksit uygulandığında bozucu mikroorganizmalar durgun fazda ise raf ömrü % 50 oranında arttırılabilmektedir (Walsh and Kerry,2002).

Aerobik koşullarda soğukta muhafaza edilen taze etin bozulması, esasen *Pseudomonas spp.* 'nin gelişim ve metabolizmasına bağlı olarak değişmektedir. Bu bakterinin gelişimi çoğunlukla bozuk et ve tavukla ilişkilendirilen çürük koku yükselmesine neden olmaktadır. Populasyonun 10^8 kob/cm² ye ulaşması ile birlikte, sümüksü bakteri tabakası da meydana gelmektedir. Yapılan bir çalışmada *Achromobacter* ve *Pseudomonas*' in taze sığır eti yüzeyinde

sümüksü bakteri tabakası oluşumuna neden olduğu bulunmuştur (Clark and Lentz,1969). Etin bozulmasında rol oynayan diğer bazı mikroorganizmalar soğuğa toleranslı *Enterobacteriaceae* ve *B. thermosphacta* 'dır. Bu mikroorganizmalar, ortamda hava yok iken ekşimeye neden olur. Yüksek konsantrasyonda CO₂ ve düşük konsantrasyonda O₂ uygulamasıyla inhibe edilirler (Walsh and Kerry,2002).

Soğutulmuş taze etin gaz geçirmez paketlerde depolanması, *Pseudomonas* gelişimini kısıtlamakta ve bu esnada, *B. thermosphacta* ve *Lactobacillus* ise mikrofloranın çok büyük kısmını oluşturmaktadır. Vakum paketlenme, ekşi aroma ve gaz üretimine neden olan *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* başta olmak üzere fakültatif anaerob bakterileri seçici olarak inhibe eder (Walsh and Kerry,2002).

Taze et, %98'in altında nem içeren ortamda muhafaza edildiğinde su kaybeder. Ette bozulmaya neden olan birçok bakteri etin yüzeyinde a_w 0.96-0.95'in altına düştüğünde gelişemez ve bu durumda küfler gelişmeye başlar. *Thamnidium chaetocladioides* ve *T. elegans*, ette sakallanmaya, *Cladosporium herbarium* siyah noktaya, *Sporotrichum carnis* beyaz noktaya neden olur. Bunların dışında et yüzeyinde *Penicillium* türlerinin gelişmesi sonucu yüzeyde yeşil lekeler oluşur (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

2.1.4. Su Kaybı ve Su Tutma Kapasitesi

Taze etin temel kalite faktörlerinden bir tanesi su tutma kapasitesidir. Çünkü su tutma kapasitesi tüketici kabulünü ve ürünün depolama sonundaki ağırlığını etkilemektedir. Kas dokudan sıvı sızıntısı kaçınılmazdır (Walsh and Kerry,2002). Su tutma kapasitesi, etin kendi özsuğunu yada eklenen suyu bünyesinde tutabilmesinin ölçütüdür. Bağlı suyun miktarı ürünün görüntüsünü ve ekonomik değerini etkilemektedir. Paket içerisinde etin etrafına sızan sıvı görüntüsü tüketici tarafından arzu edilmez. Ayrıca paket dışına sızan et özsuğu tüketici tarafından hoş karşılanmaz. Sızıntı, esas olarak sarkoplazmik proteinlerden oluşmaktadır ve yaklaşık %2-10 arasında ağırlık kaybı gerçekleşmektedir. Sızıntı, doğrusal olmayan biçimde depolama boyunca artış gösterir (McMillin,2008).

Cayuela et al. (2004) yaptıkları çalışmada, vakum paketlenen domuz etinin depolanmanın ikinci günü ölçülen ağırlık kaybı, yüksek oksijenle Modifiye atmosferde paketlenen domuz etininkinden %5.1 daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Su kaybını etkileyen en önemli faktörler; ölüm sertliği sıcaklığı, membranın sağlamlığı, kesim öncesi stres, paketlenme ve işleme koşullarıdır. Taze etin su kaybı etin küçük parçalara

ayrılmasıyla şiddetlenir. Paketleme işlemine geçilen etteki su kaybı yaklaşık % 5 i bulmaktadır. Kesilen etteki su kaybı, etin kalınlığına, yüzeyin hacime oranına, ette geniş kan damarlarının yaygın olmasına bağlı olarak değişiklik gösterir (McMillin,2008).

Payne et al. (1998), taze sığır etinin vakum ve diğer paketlenme yöntemleri ile paketlenerek meydana gelen su kaybını araştırmış ve sonuçta vakum paketlemenin ette su kaybını düşürdüğünü saptamıştır.

2.2. Et ve Et Ürünlerinde Uygulanan Paketleme Yöntemleri

Gıda sanayinde paket; içine konulan gıdaların tüketiciye, bozulmadan, en az toplam maliyetle güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanabilir. Geçmişte paketleme, üretim maliyetine ek bir yük getiren, üretim sürecinin bir parçası olarak kabul edilmiştir. Günümüzde ise ürün geliştirme ve pazar gereksinimlerine göre tasarlanıp uyarlanmasından, üretim, koruma, depolama, taşıma, dağıtım, reklam, satış ve son kullanıma kadar her aşamada devreye girdiğinden bu sürecin ayrılmaz bir parçası olmuştur (Üçüncü, 2007).

İşlev ve maliyet açısından optimum bir paket, kesinlikle çöpe atılan bir para değildir. Aksine paketleme yetersiz olduğu için korunamayan, tüketiciye kullanım açısından sorunlar oluşturan, sağlıksız bir malın kendisi çöpe atılacak bir değerdir. Paket, ürünün kürküdür. Ayrıca renk ve biçim özelliğiyle ürüne albeni kazandırır. Üretimi tamamlayan bir işlem olan paketlemede, yanlış paket seçimi ve kusurlu paketleme uygulamaları, gıda işlemede yaralanan üstün teknolojinin önemini yitirmesine neden olabilir ve önemli ölçüde kalite kayıplarına yol açabilir (Üçüncü, 2007).

Taze etlerin paketlenmesinde, etin parlak kırmızı renginin korunması, su kaybının önlenmesi ve mikrobiyolojik bulaşmalara engel olunması gerekir. Taze et özellikle bakteriyel bozulmalara çok duyarlı bir gıda maddesidir. Kullanılacak ambalaj her şeyden önce hijyenik olmalıdır. Ayrıca parlak kırmızı rengin yitirilmemesi için oksijen geçirgenliği bulunmalıdır, seçilecek malzemenin su buharı geçirgenliği düşük olmalıdır, aksi halde etin yüzeyi kurur, ağırlık kaybı ortaya çıkar. Bunların yanı sıra, paket olabildiğince ışık geçirmemeli, yeterli nem direnci göstermelidir. Çizelge 2.3'de kırmızı et ve kanatlı eti için kullanılan başlıca paketleme materyallerinin genel özellikleri verilmiştir (Mc Millin, 2008).

Çizelge 2.3. Kırmızı Et ve Kanatlı Eti için Kullanılan Başlıca Paketleme Materyallerinin Genel Özellikleri (Mc Millin, 2008)

Paketleme Materyali	Kısaltma	Su Buharı Geçirgenliği, g/m ² /24h	O ₂ geçirgenlik oranı, cc/m ² /24h	Gerilme Kuvveti MPa	Yırtılma Kuvveti, g/mL	Darbe Kuvveti, J/m	Puslanma Oranı, %	Işık Geçirgenliği, %	Isıl Yapışma Sıcaklığı, °C
Polivinilklorür	PVC	1.5–5	8–25	9–45	400–700	180–290	1–2	90	135–170
Polivinilidenklorür	PVdC	0.5–1	2–4	55–110	10–19	–	1–5	90	120–150
Polipropilen	PP	5–12	2000–4500	35.8	340	43	3	80	93–150
Yüksek yoğunluklu polietilen	HDPE	7–10	1600–2000	38.2	200–350	373	3	–	135–155
Düşük yoğunluklu polietilen	LDPE	10–20	6500–8500	39610	100–200	375	5–10	65	120–177
Linear low	LLDPE	15.5–18.5	200	7–135	150–900	200	6–13	–	104–170
lonomer		25–35	6000	24–35	20–40	150	–	–	107–150
Ethylene vinyl	EVA	40–60	12,5	14–21	40–200	45	2–10	55–75	66–177
Ethylene vinyl	EVOH	1000	0.5	8–12	400–600	–	1–2	90	177–205
Poliamid	PA	300–400	50–75	81	15–30	50–60	1.5	88	120–177
Polietilen	PET	15–20	100–150	159	20–100	100	2	88	135–177
Polistiren	PS	70–150	4500–6000	45.1	2–15	59	1	92	121–177

2.2.1. Vakum Paketleme

Vakum paketlemede ürün, düşük oksijen geçirgenliğine sahip paket içine konur, içerideki hava boşaltılır ve paket sızdırmaz şekilde kapatılır (Davies, 1995). Taze etin kesim sonrası hazır yemek merkezlerine kemiklerinden ayrılmış büyük parçalar halinde nakledilmesinde vakum paketleme özellikle ağırlık kaybının son derece az olması bakımından yararlı sonuçlar vermektedir.

Vakum uygulamasında etler, kesimden en geç 36-48 saat sonra ambalajlanmalı ve etlerin sıcaklığı ambalajlama öncesi 0-2°C ve pH sı 5.4-5.8 arasında olmalıdır. Vakum ambalajlamanın yanı sıra 0-1°C sıcaklıkta depolama yapılırsa, bozulmada etkili olan çeşitli mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Achromobacter* türlerinin gelişmesi önlenmektedir. Böylece, pH sı 5.4-5.5 olan sığır etinin dayanıklılığı 0-1°C de 6 haftaya kadar ulaşabilmektedir. Eğer sığır eti perakende satış amacıyla porsiyonlar halinde vakum paketlenmiş ise depolama süresi 3 haftaya düşmektedir (Üçüncü, 2007).

Vakum paketlemenin başarıyla gerçekleştirilmesi için aşağıdaki önlemlerin alınması faydalı olacaktır (Rao and Sachindra,2002);

- Havanın tahliye edilmesinden sonra oksijen geçirmez film kullanılması
- Ambalajın doğru biçimde kapatıldığının kontrol edilmesi
- Hijyen kurallarına uyulması (özellikle dilimlenmiş et ürünlerinde dikkat edilmeli)
- Depolama sıcaklığının dilimlenmiş et ürünleri için 0-2°C, bütün haldeki etler için 3-6°C, kurlenmiş ve tütsülenmiş et ürünleri için 5-6°C olması
- Depolama boyunca aydınlatmanın düşük düzeyde tutulması

Vakum paketlenmiş etin raf ömrü, en fazla sıcaklığa ve etin paketlenildiği andaki mikrobiyolojik duruma bağlı olarak değişiklik gösterir (Rao and Sachindra,2002).

Hood and Mead (1993) yaptıkları çalışmada normal pH değerine sahip etin (<5.8) başarılı bir vakum paketleme için gereken şartlara uygun davranıldığında 0°C de 12-14 hafta arasında dayanıklılığını sürdürdüğünü tespit etmiştir.

Vakum paketleme kolaylıkla kontrol edilebilen bir işlemdir. Çünkü üretim sırasında meydana gelebilecek herhangi bir hata paket içinde oluşacak hava kitlesinden rahatlıkla tespit edilebilir (Walsh and Kerry,2002).

2.2.2. Modifiye Atmosfer Paketleme

Hava, normal şartlarda % 78.08 N₂, %20.96 O₂, %0.03 CO₂ ve değişen oranlarda su buharı ve inert gaz içermektedir. Birçok gıda maddesi, atmosfer koşullarında nem kaybı, nem alma, oksijenle reaksiyona girme ve aerobik mikroorganizma gelişimine bağlı olarak hızla bozulur. Mikrobiyal gelişim, gıdanın tekstür, renk, aroma ve besin değerinde değişimlere neden olur. Bu değişimler, gıdayı lezzetsiz ve insan sağlığı açısından güvenilir olmayan bir hale getirir. Gıdaları modifiye atmosferde paketlemek, kaliteyi sürdürür ve kimyasal ve biyokimyasal bozulma reaksiyonlarını yavaşlatarak ürünün raf ömrünü artırır (Mullan and McDowell, 2003).

Gıdaları modifiye atmosferde paketlemek, ürünün raf ömrünü uzattığı gibi ürünü perakende satışta daha cazip bir görüntüye kavuşturur, buna rağmen kalitesi düşük bir ürünün kalitesini arttıramaz. Bu nedenle modifiye atmosferde paketlenen gıdanın mutlaka yüksek kaliteye sahip olması gerekmektedir, bu anlamda İyi Hijyen Uygulamaları ve soğuk zincirin korunması gerekmektedir (Mullan and McDowell, 2003).

2.2.2.1. Tarihsel gelişim

Modifiye atmosferde paketlemenin ilk ticari uygulaması, meyve ve sebzelerin kontrollü atmosferde paketlenmesiyle başlanmıştır. 1930 ların başında taze karkas eti Yeni Zelanda ve Avustralya'dan kontrollü atmosfer altında ihraç edilmiştir. Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında modifiye atmosferde kullanılan gazların etkisi ilk olarak 1930 larda taze et üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar ile tespit edilmiştir. Killefer 1930 yılında soğutulmuş koyun ve domuz etlerinin raf ömürlerinin % 100 CO₂ 'li ortamda 2 katına çıktığını tespit etmiştir. Yine 1930 larda yapılan bilimsel çalışmalar göstermiştir ki; % 100 CO₂ içeren atmosfer koşullarında depolanan taze tavukların raf ömrü artmıştır. Ogilvy ve Ayres (1951) in yaptıkları bir çalışmada % 25 CO₂ içeren atmosfer koşullarının porsiyonlanmış tavuk etinin raf ömrünü önemli oranda uzattığı saptanmıştır.

Taze etin MAP sistemi ile perakende satışı 1970 li yılların başında uygulanmaya başlanmıştır. Avrupa'da ise taze etin merkezi sistemde modifiye atmosferde paketlenip satış için perakende noktalarına dağıtım yapılması 1980'li yıllarda gerçekleşmiştir. Son yıllarda perakende olarak satışa sunulan modifiye atmosferde paketlenen gıdaların oranı gittikçe artmaktadır. Bu gıdaların başında kırmızı et, tavuk eti, balık, ekmek, kek, peynir ve cips gelmektedir. İngiltere'de 1990 yılında modifiye atmosferde paketlenen gıda ambalajlarının sayısı 2 milyar iken 1998 yılında bu sayı 2,8 milyara ulaşmıştır (Mullan and McDowell, 2003).

2.2.2.2. Modifiye Atmosferde Paketleme Hakkında Genel Bilgiler

Modifiye atmosferde paketleme, gıdaların ambalajlanmasında ürünün etkileşimde bulunduğu hava bileşiminin, oksijen, karbondioksit, azot gibi gazların ortama verilmesi ya da ortamdaki uzaklaştırılması ile değiştirilmesini içeren bir sistemdir. Sistemin temel amacı; ürünü çevreleyen havanın bileşiminin değiştirilmesiyle, özellikle ortamdaki oksijenin azaltılmasıyla, baskın mikro floranın metabolizmasını yavaşlatmak, ürünün solunum hızını düşürmek, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve/veya mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmektir (Üçüncü,2007).

MAP'in raf ömrünü uzatmadaki etkinliği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; gıdanın çeşidi, hammaddenin başlangıçtaki kalitesi, gaz karışımı, depolama sıcaklığı, işleme ve paketleme süreci boyunca hijyen, gaz/ürün hacimsel oranı ve paketleme materyalinin bariyer özellikleridir. MAP'in en çok göze çarpan avantajı gıdanın raf ömrünün uzatılmasıdır (Sivertsvik et al., 2002).

2.2.2.3. Modifiye Atmosferde Paketlemenin Avantajları ve Dezavantajları

MAP' in Avantajları:

- Raf ömrünü %50-400 oranlarında arttırmak mümkündür.
- Uzun süreli depolamalarda ekonomik kayıpları azaltır.
- Perakende satışta ürünün her bölgesinin açık ve temiz bir şekilde görünmesini sağlar.
- Kimyasal herhangi bir koruyucu madde kullanımına gerek kalmaz.
- Sızdırmaz kapatılmış ürün koku ve sızıntıdan korunur.
- Dilimlenmiş ürünlerin kolay ayrılmasını sağlar.
- Dağıtım alanını genişletir ve daha az sıklıkta yapılan dağıtım işlemine bağlı olarak dağıtım maliyetini düşürür.
- Merkezileştirilmiş paketleme ve porsiyon kontrolü mümkündür.
- Ürünün kalitesini uzun süre korur.
- Dağıtım süresini uzatır.
- Bakteri ve küf gelişimini inhibe eder.

MAP in Dezavantajları:

- Paketleme makinaları maliyetin artmasına neden olur.
- Kullanılan gaz ve paketleme materyali maliyeti artırır.
- Her ürün için farklı gaz kompozisyonu gerektiğinden bunun için özel ekipmana (gaz mikseri) ihtiyaç vardır.
- Özel ekipmanlar ve personel eğitimi zorunludur.
- Sıcaklık kontrolü şarttır.
- Ambalaj hacminin artması, taşıma ve perakende dağıtım maliyetini etkiler.
- Kırmızı ette renk değişimleri meydana gelebilir.
- Ambalaj bir kez açıldığında yada sızdırdığında MAP teknolojisinden sağlanan yararlar kaybolur.
- Karbondioksitin gıdada çözünmesi, ambalajın içeri doğru çökmesine ve damlamanın artmasına neden olabilir.
- Perakendeci ve tüketicilerin sıcaklık koşullarına uymaması gıda kaynaklı patojen gelişim potansiyelini artırır.

(Anon., 2007, Üçüncü,2007, Walsh and Kerry,2002, Davies, 1995).

2.2.2.4. Modifiye Atmosferde Paketlemede Kullanılan Gazlar

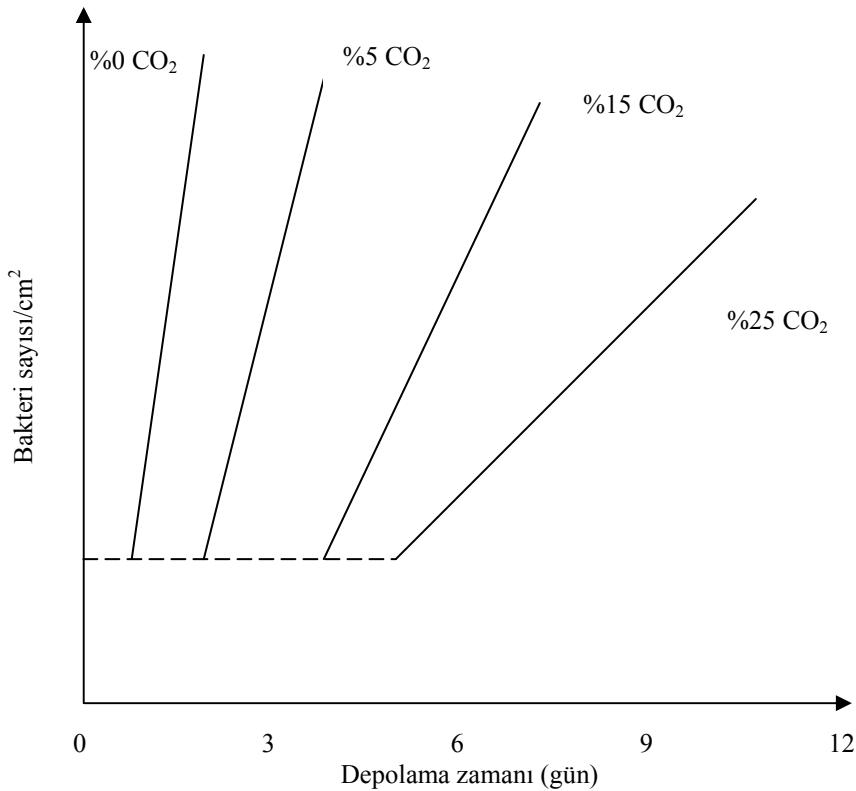
Modifiye atmosferde paketlemede yaygın olarak oksijen, karbondioksit ve azot kullanılmaktadır. Kullanılacak gazın seçimi tam anlamıyla paketlenen gıdaya bağlı olarak değişmektedir. Gaz, tek başına kullanılacağı gibi birden fazla gaz kombinasyon halinde de kullanılabilir. Amaç, raf ömrünün güvenli biçimde uzatılması ve depolama süresince gıdanın duyuşal özelliklerinin korunmasıdır (Mullan and McDowell, 2003).

2.2.2.4.1. Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit, renksiz, yüksek konsantrasyonlarda hafif keskin kokulu, boğucu bir gazdır. Nem varlığında hafif korozif etkiye sahiptir. Karbondioksit suda çözünür (100 kPa ve 20°C'de 1.57 g/kg) ve karbonik asit (H₂CO₃) oluşur. Karbonik asit solüsyonun asitliğini artırır, pH sını düşürür. Gaz ayrıca lipit ve bazı diğer organik bileşenler içinde de çözünebilir (Mullan and McDowell, 2003). Karbondioksitin çözünürlüğü ortamın pH'sına, karbondioksitin kısmi basıncına ve sıcaklığa bağlıdır (Üçüncü, 2007). Sıcaklık düştükçe gazın çözünürlüğü

artar. Yüksek çözünürlük nedeniyle pakette göçme meydana gelebilir (Mullan and McDowell, 2003).

Karbondioksit, bakteristatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle gıdaların modifiye atmosferde paketlenmesinde son derece önemli bir yere sahiptir. Karbondioksit, gazlı atmosferde paketlenmiş et ve et ürünlerinde direkt antimikrobiyal etkiye sahiptir (Üçüncü, 2007). Karbondioksitin mikrobiyal inhibisyon etkisi; mikroorganizmanın duyarlılığına, karbondioksit konsantrasyonuna, depolama sıcaklığına, mikrobiyal popülasyonun gelişim fazına, su aktivitesine ve paketlenen ürünün tipine bağlıdır (Stiles, 1991, Anon., 2007). Karbondioksit duyarlı olduğu mikroorganizmaların gelişim hızını düşürür. Stiles(1991) tavuk eti üzerine yaptığı bir çalışmada, karbondioksit konsantrasyonunun tavuk etindeki bakteri gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır (Stiles, 1991). Şekil 2.2'de görüldüğü üzere karbondioksit oranının artmasıyla 4.4°C deki tavuk etindeki bakteri gelişim hızının düştüğü gözlenmiştir.



Şekil 2.3 - Karbondioksitin 4.4°C De Depolanan Tavuk Etindeki Bakteri Gelişimi Üzerine Etkisi

Depolama sıcaklığını düşürmek, karbondioksitin çözünürlüğünü arttırdığı için bakteriyostatik etkiyi artırır. Karbondioksit, küf ve *Pseudomonas* gibi aerobik mikroorganizmaları inhibe ederken maya ve laktik asit bakterileri, Enterobakterler ve *B. thermosphacta* gibi anaerob mikroorganizmalar üzerinde sınırlı bir etkiye sahiptir (Stiles,1991). Çizelge 2.4'de modifiye atmosfer paketlemede gelişim gösteren mikroorganizmaların karbondioksite duyarlılıkları hakkında bilgi verilmiştir. (Mullan and McDowell, 2003).

Çizelge 2.4-Modifiye Atmosferde Paketleme İle İlgili Olan Bazı Mikroorganizmaların Karbondioksit İhtiyaçları

C0 ₂ ile inhibe olan mikroorganizmalar	Gelişiminde C0 ₂ in etkisinin çok az veya hiç olmadığı mikroorganizmalar	C0 ₂ in aktive ettiği mikroorganizmalar
<i>Pseudomonas spp.</i> <i>Aeromonas spp.</i> <i>Bacillus spp.</i> Küfler <i>E. Coli</i> dahil <i>Enterobacteria</i> familyası Staphylococcus aureus Yersinia enterocolitica	<i>Enterococcus spp.</i> <i>Brochothrix spp.</i> <i>Lactobacillus spp.</i> <i>Clostridium spp.</i> Listeria monocytogenes Aeromonas hydrophilia	<i>Lactobacillus spp.</i> Clostridium botulinum

Farklı karbondioksit oranlarının modifiye atmosferde paketlenen sığır eti üzerine etkileri üzerine yapılan araştırmalarda paket içerisinde %50-80 oksijen ve bunu dengeleyecek miktarda karbondioksit kullanılmıştır. Sonuç olarak sığır etinin parlak kırmızı renginin en az 1 hafta daha fazla süre ile korunduğu tespit edilmiştir (Stiles,1991).

Karbondioksitin bakteriyostatik etki mekanizması aşağıda özetlenmiştir (Anon.,2007);

- Hücre membranının fonksiyonun değişimi
- Direk enzim inhibisyonu yada enzim reaksiyonlarındaki hızın düşmesi
- Bakteri membranına nüfuz etme
- Proteinlerin fizikokimyasal özelliklerindeki değişimler

2.2.2.4.2. Oksijen (O₂)

Oksijen renksiz, kokusuz, son derece reaktif ve yanmayı teşvik eden bir gazdır. Suda çözünürlüğü düşüktür (100 kPa ve 20°C'de 0.040 g/kg). Oksijen gıdalardaki yağ oksidasyonu, pigment oksidasyonu ve esmerleşme reaksiyonları gibi birçok bozulma reaksiyonunu teşvik eder(Mullan and McDowell, 2003).

MAP' de oksidatif bozulmayı önlemek amacıyla oksijen miktarı olabildiğince düşük olmalıdır. Oksijen, aerobik bakteri gelişimini teşvik etmekte, anaerobik bakteri gelişimini ise durdurmaktadır. Modifiye atmosferde paketlenen etlerin parlak kırmızı rengini kaybetmemesi için ortamda oksijene ihtiyaç duyulmaktadır (Farber, 1991). Düşük düzeydeki oksijen hızlı bir metmyoglobin oluşumuna neden olur ve bu da kürlenmemiş etlerde kahverengileşme yada çiğ ette yeşillenme yaratabilir (Rao and Sachindra,2002). Paket içinde düşük düzeyde oksijen kalmasının nedeni paket materyalinin oksijen geçirgenlik düzeyi yada kapama işleminin sızdırmaz şekilde gerçekleştirilememesidir (Walsh and Kerry,2002).

Modifiye atmosferde paketlenme ile ilgili olan bazı mikroorganizmalar, Çizelge 2.5' de oksijen ihtiyaçlarına göre gruplandırılmıştır. (Mullan and McDowell, 2003).

Çizelge 2.5- Modifiye Atmosferde Paketlenme İle İlgili Olan Bazı Mikroorganizmaların Oksijen İhtiyaçları

Gruplar	Bozulma Yapan (Saprofit) Organizmalar	Patojenler
Aeroblar	<i>Micrococcus sp.</i> Küfler (özellikle <i>Botrytis cineria</i>) <i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Bacillus cereus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Camplobacter jejuni</i>
Mikroaerofilikler	<i>Lactobacillus sp.</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Aeromonas hydrophilia</i> <i>Escherichia coli</i>
Fakültatif anaeroblar	<i>Brocothrix thermosphacta</i> <i>Shewanella putrefaciens</i> Yeasts	<i>Salmonella spp.</i> <i>Staphylococcus spp.</i> <i>Vibrio sp.</i>
Anaeroblar	<i>Clostridium sporogenes</i> <i>Clostridium tyrobutyricum</i>	<i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i>

2.2.2.4.3. Azot (N₂)

Azot, tatsız, renksiz, kokusuz bir inert gazdır. Havadan daha düşük bir yoğunluğa sahiptir. Suda çözünürlüğü çok düşüktür (100 kPa ve 20°C'de 0.018 g/kg). yağ ve gıdaların diğer bileşenlerindeki çözünürlüğü de oldukça düşüktür (Mullan and McDowell, 2003). Bu nedenle MAP teknolojisinde karbondioksit gazının yağ ve sudaki çözünürlüğünün fazla olmasından kaynaklanan paket göçmesi sorununu önlemek için dolgu gazı olarak kullanılır (Üçüncü,2007). Ayrıca modifiye atmosfer paketlemede oksijenin yerine kullanılarak aerobik bozulma ve oksidatif bozulmayı geciktirir (Walsh and Kerry,2002). Azotun antibakteriyel özelliği yoktur ve etin rengini etkilemez (Rao and Sachindra,2002).

2.2.2.4.4. Karbon monoksit (CO)

Karbon monoksit, renksiz, tatsız ve kokusuz bir gazdır. Yüksek düzeyde reaktif ve yanıcıdır. Suda çözünürlüğü oldukça düşüktür ancak bazı organik çözücülerde nispeten daha iyi çözünür (Mullan and McDowell, 2003). Karbon monoksit, taze etin istenen kırmızı rengini karboksimyoglobin oluşumuna bağlı olarak korunmasını sağlamada oldukça etkilidir (Rao and Sachindra,2002). Karbon monoksit, myoglobin ile birleşerek oksimyoglobinden daha stabil olan parlak kırmızı renkli karboksimyoglobin pigmentini oluşturur. %0.4 CO konsantrasyonu ete parlak kırmızı renk vermek için yeterlidir (Üçüncü,2007). Karbon monoksit toksik etkiye sahip olması nedeniyle birçok ülkede ticari kullanımına izin verilmemektedir. Ancak, ABD'de marulun kararmasını önlemek için ve Norveç'te kırmızı etin perakende ambalajlanmasında kullanılmasına yasal olarak izin verilmiştir (Mullan and McDowell, 2003, Rao and Sachindra, 2002).

2.2.2.4.5. Diğer Gazlar

Klor, etilen oksit, azot dioksit, ozon, sülfür dioksit, argon, propilen oksit gibi çeşitli gazların modifiye atmosferde paketlemede kullanım potansiyelleri araştırılmaktadır. Birçoğunun kullanımına yasal olarak izin verilmemiştir (Anon.,2007).

Sülfür dioksit, sulu çözelti ve sülfid bileşen formunda oldukça reaktif olan bir gazdır. pH<4 olduğu asit koşullarda bakterileri inhibe etme özelliğine sahiptir. Sosis gibi bazı işlenmiş et ürünlerinde mikrobiyal gelişimi kontrol altında tutar.

Argon (Ar), asal bir gazdır. Bilinen herhangi bir kimyasal ve biyolojik aktivitesi yoktur. Buna rağmen bazı antimikrobiyal etkilere sahip olduğu saptanmıştır. Argon atmosferde % 0.90 oranında bulunmaktadır (Walsh and Kerry, 2002).

2.2.2.4.6. Gaz Karışımları

Etin paketlenmesinde gazlar nadiren tek başına kullanılmaktadır. Gazlar, daha çok duruma göre değişen oranlarda karışımlar halinde kullanılır (Sorheim, 1997). Modifiye atmosfer uygulamasında başlangıç gaz konsantrasyonu depolama süresince değişime uğramaktadır. Paket içi atmosfer bileşimi dinamiktir ve atmosfer bileşimi, kas dokunun solunumuna, mikrobiyal metabolizmaya, et içindeki gaz absorpsiyonuna ve paketlenme materyalinin gaz geçirgenliğine bağlı olarak değişir (Zhao et al., 1994). Hem kasın solunumu, hem de mikrobiyal metabolizma, oksijen tüketimi ve karbondioksit üretiminden sorumludur. Kas dokunun solunumu kesimden sonraki birkaç gün azalarak devam eder. Mikrobiyal metabolizma daha çok depolama periyodunun sonlarında gaz kompozisyonunu üzerinde değişiklik yaratır, bu dönem mikrobiyal aktivitenin en yoğun olduğu zamandır (Jakobsen and Bertelsen, 2002).

Taze kırmızı et için en fazla %60-70 O₂ ve %30-40 CO₂ gibi yüksek oksijen içeren gaz karışımları kullanılır. Yüksek oksijenle paketlenen taze etin mikrobiyal bozulmasını ve rengin değişmesini geciktirir (Walsh and Kerry, 2002). Gill (1991), yüksek oksijenli paketlenmenin taze etin raf ömrünü iki katına çıkardığı ve renk stabilitesini geliştirdiğini ifade etmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Marriott et al. (1977), %60 CO₂, %25 O₂, %15 N₂ içeren gaz bileşiminin dilimlenmiş taze sığır etinin perakende satış esnasındaki görüntüsünü cazip kıldığını ifade etmiştir. Diğer bir çalışmada porsiyonlar halinde ambalajlanıp piyasaya sunulan kırmızı etlerin paket içi atmosferinin %70-80 O₂ + %20-30 CO₂ 'den oluşması ve depolamanın 0-4°C'de yapılması başarılı sonuçlar vermiştir (Üçüncü, 2007).

Modifiye atmosfer paket içinde doğru gaz karışımını muhafaza etmek; ürünün kalitesini sağlamak, taze görünüş ve raf ömrünü uzun süre muhafaza etmek için mutlaka gereklidir. Paket içerisinde bulunan gazı analiz etmek, ısıl yapışma, paketlenme materyali, MAP makinası veya gaz mikserinde herhangi bir problem varsa tespit edilmesini sağlar. Paket içi gaz bileşiminde tolerans sınırlarını aşan bir durum söz konusu olduğunda sorunun kaynağı tespit edilip gereken düzeltici faaliyet gerçekleştirilmelidir (Sivertsvik et al., 2002). Bu nedenle MAP tekniği uygulanmış ambalajlarda, kullanılan gaz kombinasyonunun doğruluğundan emin olmak için tepe boşluğundaki gazın analizinin rutin olarak yapılması gerekmektedir (Üçüncü, 2007).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Çalışma Materyalinin Temini, Hazırlanması ve Özellikleri

Çalışmada, ölüm sertliği aşamasını tamamlamış kasaplık tosunun gövdenin arka yarımından (kontrfile) elde edilen M. Longissimus dorsi kasının yaklaşık 1.5-2.0 cm kalınlığında dilimlenmiş taze sığır eti kullanılmıştır. Çalışma materyali, Manisa bölgesindeki bir yerel kasaptan temin edilmiştir. Bel omurlarının üstünden çıkarılan et preperatı, soğuk zincir bozulmadan CBÜ Gıda Mühendisliği laboratuvarlarına getirilmiş ve laboratuvarda hijyen koşullarına uygun olarak TSE'nin "Kasaplık Sığır Gövde Etləri-Parçalama Kuralları" na göre hazırlanmıştır (Anon., 1990). Materyal, her bir pakette 1 parça kontrfile (150-200 g) olacak şekilde paketlenmiştir. Paketleme işlemi, "Original Henkelman Vacuum Systems 200" model paketleme makinesiyle gerçekleştirilmiştir. Modifiye atmosferde paketleme için gerekli gaz kompozisyonu, "Elit KM 60-3 Witt-Gasetechnik" gaz mikseri ile elde edilmiştir. Paketlenen örnekler +4°C'de 35 gün süreyle muhafaza edilmiştir.

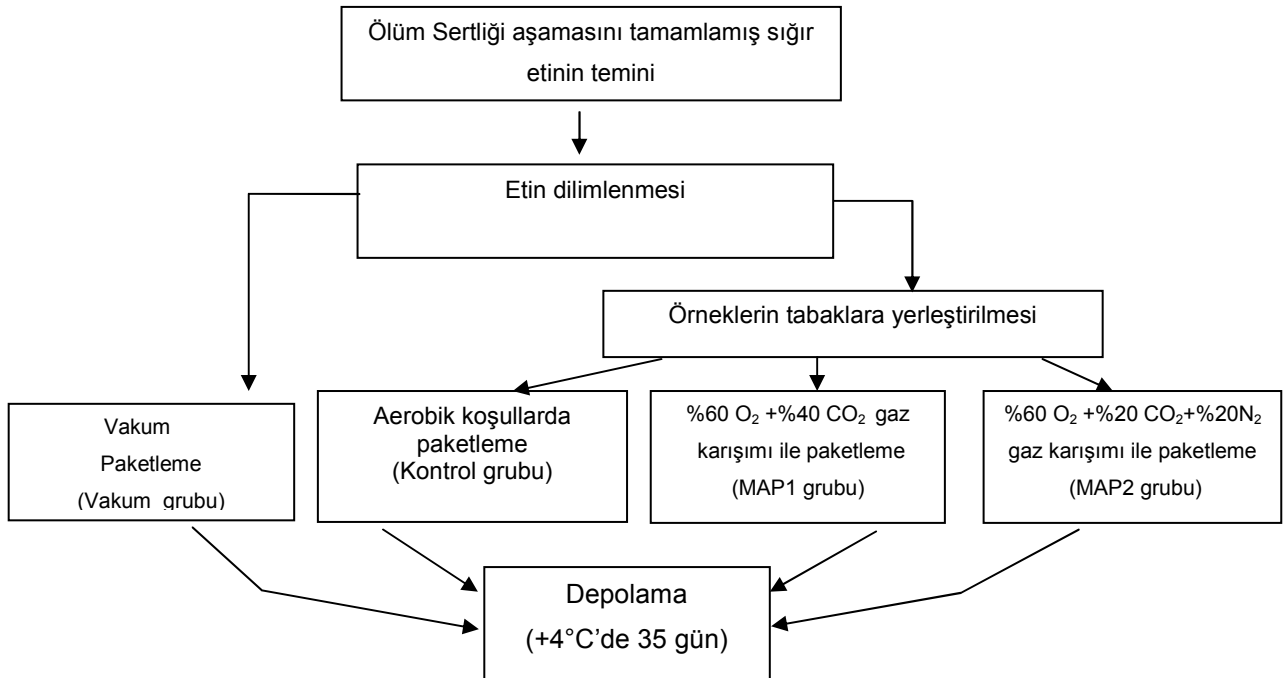
Paketleme materyali olarak coex PA/PE torbalar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan materyal APACK Ltd. Şti. tarafından temin edilmiştir. Paketleme materyalinin teknik özellikleri Çizelge 3.1 'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan sıvı emici pedler, Migros Türk T.A.Ş. Tansaş Entegre Et Tesislerinden temin edilmiştir.

Çizelge 3.1 Paketleme Materyalinin Teknik Özellikleri

Paketleme materyalinin tipi	MAP Poşeti	Vakum Poşeti
Paketleme materyalinin kombinasyonu	PA/PE 20/70	PA/PE
Poşet Boyutları (genişlik x uzunluk)	20x30 cm	20x30 cm
Toplam kalınlık	95 µm	120 µm
Oksijen geçirgenliği	50 cm ³ /m ² / 24 h (24 °C)	1 cm ³ /m ² / 24 h (24 °C)
Karbondiyoksit geçirgenliği	180 cm ³ /m ² / 24 h (24 °C)	3 cm ³ /m ² / 24 h (24 °C)
Poşet ağırlığı	10,83 g/ 1 poşet	-
Materyal ağırlığı	90,25 g/ m ²	-
Materyal verimi	11,08 m ² /kg	-

3.1.2. Materyalin Paketlenmesi ve Deneme Deseni

Araştırmada materyal olarak sığır kontrfilesi kullanılmıştır. Her tekrar için yaklaşık 10 kg temin edilen et örneği 4 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar; Kontrol, Vakum, MAP1 ve MAP2 gruplarıdır. Kontrol, MAP1 ve MAP2 grubuna ait et örnekleri, polietilen tabaklara birer adet yerleştirilir. Ardından içinde örnek bulunan tabaklar, coex PA/PE poşetlerin içerisine konmuştur. Kontrol grubu örnekler için paket içerisine herhangi bir gaz verilmeden yada vakum uygulanmadan paketin ağzı ısıtılarak yapıştırılmıştır. MAP1 grubu paketlerin içerisine %60 O₂ + %40 CO₂ oranında gaz karışımı gaz mikseri aracılığıyla verilmiştir. MAP2 grubu paketlerin içerisine %60 O₂ + %20 CO₂ + %20 N₂ oranındaki gaz karışımı gaz mikseri aracılığıyla vakum grubu örnekler ise polietilen tabaklara konmadan direk coex PA/PE poşetlerin içerisine yerleştirilerek 50 s süreyle vakum uygulanarak paketlenmiştir. Paketlemeden önce tüm gruplar için her örneğin altına birer adet sıvı emici ped yerleştirilmiştir. Paketlenen örnekler +4°C' de 35 gün boyunca depolanmıştır. Soğukta muhafaza edilen örneklerin, depolama periyodunun 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerinde belirlenen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. Etlerin merkez sıcaklıkları analiz günlerinde dijital et termometresi ile kontrol edilmiştir. Analizler, Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Analizler, iki tekrarlı yapılmıştır. Örneklerin hazırlanması Şekil 3.1'de şematize edilmiştir.



Şekil 3.1 Örneklerin Hazırlanması ve Deneme Deseni

3.2. METOT

3.2.1. Fiziksel Analizler

3.2.1.1. Tepe Boşluğu Gaz Analizi

Modifiye atmosferde paketlenmiş olan ambalajların içerisindeki gaz bileşimi Oxybaby* marka gaz analizörü ile ölçülmüştür. Gaz analizörünün iğne başlığı paket içerisine direkt batırılarak ölçüm alınmıştır. Sonuçlar, dijital ekrandan % O₂ ve %CO₂ şeklinde okunmuştur.

3.2.1.2. Ağırlık Kaybı

Örnekler, paketlenmeden önce ve depolama boyunca belirlenen analiz günlerinde tartılmıştır. Tartımlar arası fark örnek miktarına bölünüp 100 ile çarpılmıştır. Ağırlık kaybı % olarak ifade edilmiştir (Taylor et al., 1990) .

3.2.1.3. Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Su tutma kapasitesi, süzgeç kağıdı üzerine baskılama tekniği (kompressium) ile belirlenmiştir (Vural ve Öztan,1996).

$$\text{Hesaplama: Su Tutma Kapasitesi} = \frac{\text{Etin yayılma alanı (cm}^2\text{)}}{\text{Toplam Alan (cm}^2\text{)}}$$

3.2.1.4. Doku Analizi (Kesme Kuvveti)

Kaynayan suda 45 dakika boyunca haşlanan ve oda sıcaklığında 15 dakika bekletilen et örnekleri 1x1x4 cm boyutlarında, kas liflerine paralel olarak kesilmiştir. Çalışma örneklerinin tekstür analizi TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, England) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Warner Bratzler başlığı kullanılarak kesme kuvveti (shear force) değerleri tespit edilmiştir (Pearson and Dutson,1999).

3.2.1.5. Renk Tayini

Renk tayini, kolorimetrik yöntemle yapılmıştır. Tayinde, Minolta (Model CR 300, Osaka, Japan) marka renk ölçer kullanılmıştır. Hunter-Lab renk sistemine göre ölçüm yapan cihazda L* (parlaklık:100=beyaz, 0=siyah), a*(+)=kırmızılık, (-) = yeşil ve b*(+)=sarılık, (-)=mavilik) renk parametreleri elde edilmiştir. Optik okuyucu örnek yüzeyine direk temas ettirmek suretiyle okumalar yapılmıştır. Vakum paketlenmiş örneklerin paketleri açılarak 1 saat atmosfer koşullarında bekletilerek “bloom” olarak ifade edilen açılma olayı gerçekleştirildikten sonra cihaz ile okumalar alınmıştır. Kontrol grubu örneklerinde ve modifiye atmosferde paketlenmiş örnekleri, paket açılır açılmaz renk tayini gerçekleştirilmiştir. Hunter L*, a*, b* değerleri okunmuştur (Insausti et al.,1999, Kayaardı ve Gök, 2003).

3.2.2. Kimyasal Analizler

3.2.2.1. pH Tayini

10 gram et homojenize edildikten sonra üzerine 100 ml saf su ilave edilerek uygun bir mikser yardımıyla karıştırılmıştır. Tampon çözelti ile ayarlanmış pH metre de süzüntünün pH değeri ölçülmüştür (Gökalp ve ark., 1995).

3.2.2.2. TBA Tayini

Örneklerdeki yağın oksidasyon düzeyi 2- tiobarbiturik asit yöntemi ile belirlenmiştir. 10 gram örnek, örnek hazırlama aşamalarının ardından TBA reaktifi ile reaksiyona sokulmuştur. Ardından Shimadzu UV-1601 model spektrofotometre ile 538 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur (Vural ve Öztan, 1996).

Hesaplama: TBA değeri (mg malonaldehit/kg örnek) = 7.8 x A
A= 538 nm'deki absorbans değeri

3.2.2.3. Myoglobin Tayini

Myoglobin miktarının tespit edilmesinde, ette bulunan protein karakterindeki renk bileşenlerinin suya geçirilmesi, kurşun asetat ile myoglobin dışındaki diğer renk bileşenlerinin ayrılması, tampon çözelti içinde renk stabilitesini sağlayan kimyasal ilavesiyle spektrofotometrik ölçüm esas alınmıştır (Vural ve Öztan, 1996).

Hesaplama : $A = a \times b \times c$

A = Okunan absorbans değeri

a = Molar ekstinksiyon katsayısı (myoglobin için 11,5'dir.)

b = Spektrofotometrede kullanılan küvet kalınlığı

c = Myoglobin konsantrasyonu

Myoglobin miktarı (mg/g) = mol ağırlığı x c /100

3.2.3. Duyusal Renk Analizi

Duyusal renk değerlendirmesi, 6 kişiden oluşan panelist grubu tarafından yürütülmüştür. Değerlendirmede 9 lu skala kullanılmıştır. Panelistler, dört farklı yöntemle paketlenmiş dilimlerin yüzey rengini paketleri açmadan puanlamak suretiyle değerlendirmişlerdir. Puanlama; 1= Aşırı solgun, 2=Çok solgun, 3= Solgun, 4= Hafif solgun, 5= Parlak kırmızı (tipik kırmızı et rengi), 6=Hafif koyu, 7= Koyu, 8= Çok koyu, 9= Aşırı koyu şeklinde yapılmıştır. Panelistler Çizelge 3.2' de verilen değerlendirme formuna göre örneklerin renklerini puanlamışlardır.

Çizelge 3.2. Duyusal Renk Değerlendirme Formu

Et Örneklerinde Duyusal Renk Değerlendirme	
1= Aşırı solgun	
2= Çok solgun	
3= Solgun	
4= Hafif solgun	
5= Parlak kırmızı (tipik kırmızı et rengi)	
6= Hafif koyu	
7= Koyu	
8= Çok koyu	
9= Aşırı koyu	
Örnek Kodu	Renk Puanlama
.....	
.....	
.....	
.....	

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

10 g örnek, steril stomacher poşetlerinin içerisine tartılarak üzerine 90 ml steril peptonlu su ilave edilerek 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. 10^{-7} ye kadar dilüsyonlar hazırlanmış ve her bir dilüsyonun 1 ml'si Compact Dry (Nissui Pharmaceutical Co. Ltd. Japan) besiyerlerinin orta noktasına ekim uygulanmıştır (Ayçiçek et al., 2006). Çizelge 3.3' de yapılan mikrobiyolojik analizler, besiyerleri, inkübasyon süre ve sıcaklıkları ile sonuç analizi verilmiştir.

Ayrıca laktobasil grubu bakterilerin sayımında besiyeri olarak MRS Agar (Merck) kullanılmıştır. Petriler, 28°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda krem renkli iğ şeklinde (iki ucu sivri) tüm koloniler laktobasil olarak sayılmıştır (Halkman, 2005).

Pseudomonas sayımında besiyeri olarak GSP Agar (Merck) kullanılmıştır. Petriler, 28-30°C'de 2-3 gün inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda, 2-3 mm çapında mavi-menekşe renkli zon olan koloniler *Pseudomonas* olarak sayılmıştır (Halkman, 2005).

Çizelge 3.3 – Mikrobiyolojik analizler, kullanılan besiyerleri, inkübasyon süre ve sıcaklıkları, sonuç analizi.

Analiz	Besiyeri	İnkübasyon sıcaklığı	İnkübasyon süresi	Sonuç analizi
Toplam Canlı Mezofilik Bakteri Sayımı	Compact Dry TC Besiyeri	35±2 °C	48 saat	Kırmızı ve diğer renklerde oluşan kolonilerin tamamı
E. coli ve toplam koliform sayımı	Compact Dry EC Besiyeri	35±2 °C	24 saat	Mavi koloniler E.coli, Kırmızı, pembe, mor menekşe ve mavi kolonilerin toplamı total koliformdur.
<i>Enterobacteriaceae</i> sayımı	Compact Dry ETB Besiyeri	35±2 °C	24-48 saat	Kırmızı ve mor renklerdeki koloniler
Küf ve Maya sayımı	Compact Dry YM Besiyeri	25 – 30 °C	3-7 gün	Mayalar mavi koloniler olarak ürer. Küfler, pamuksu yapıda ve karakteristik renklerde koloni formlarında ürer.
<i>Salmonella</i> testi	Compact Dry SL Besiyeri	35-37°C (Ön zenginleştirme işlemi için) 41 – 43 °C	20 – 24 saat (Ön zenginleştirme işlemi için) 20 – 24 saat	<i>Salmonella</i> pozitifse; Siyahtan yeşile koloniler gözlenir ve kolonilerin etrafındaki besiyeri yapısı sarıya döner. <i>Salmonella</i> negatifse; Mediumda renk oluşmaz.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Compact Dry SL Besiyeri	35 ± 2 °C	48 saat	Egg Yolk Solüsyonu ile pozitif reaksiyon gösteren kolonilerin etrafında beyaz bulanık hale oluşturan bakteriler <i>Staphylococcus aureus</i> 'dur. (Beyaz zone oluşturan sarı koloniler)

3.2.5. Deneme Planı ve İstatistiksel Analiz

Deneme planı, tamamen rastgele faktöriyel desen (8x4) olarak uygulanmıştır. Faktörler, depolama zamanı (1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günler) ve paketlenme yöntemleridir (aerobik, vakum, MAP1, MAP2). Tüm analizler iki tekrarlı yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi Statistical Analysis System (SAS) kullanılarak yapılmıştır. PROC GLM ve PROC MIXED prosedürü kullanılarak ortalamalar değerlendirilmiş ve faktörlerin örneklerin kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. (SAS, 1999).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Çalışmada materyal olarak olgunlaşma aşamasını tamamlamış, kasaplık tosunun M. Longissimus dorsi kasının arka yarımı olan kontrfile et preperatından yaklaşık 1.5-2.0 cm kalınlığında dilimlenerek elde edilen taze sığır eti kullanılmıştır. 35 günlük depolama periyodu başlamadan önce, materyalde hammadde analizleri gerçekleştirilmiştir. Hammadde analizlerine ait bulgular Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammadde Analiz Bulguları*

Analiz	Sonuç																				
pH	5.55																				
TBA	0.15 mg malonaldehit/kg																				
Myoglobin	2.03 mg/g																				
Su Tutma Kapasitesi	0.31																				
Kesme Kuvveti	3.27 kg																				
Duyusal Renk Analizi	5.42 (9’ lu skala)																				
Renk Analizi	L* = 41.24 a* = 25.53 b* = 11.16																				
Mikrobiyolojik Analizler (log kob/g)	<table> <tr> <td>Toplam Canlı Sayısı</td> <td>3.61</td> </tr> <tr> <td><i>Pseudomonas</i></td> <td>1.93</td> </tr> <tr> <td>Laktobasil</td> <td>1.77</td> </tr> <tr> <td>Toplam Koliform</td> <td>1.23</td> </tr> <tr> <td>Küf</td> <td>1.32</td> </tr> <tr> <td>Maya</td> <td>1.67</td> </tr> <tr> <td><i>Salmonella</i></td> <td>yok</td> </tr> <tr> <td><i>Staphylococcus aureus</i></td> <td>yok</td> </tr> <tr> <td><i>Enterobacteriaceae</i></td> <td>yok</td> </tr> <tr> <td><i>E.coli</i></td> <td>yok</td> </tr> </table>	Toplam Canlı Sayısı	3.61	<i>Pseudomonas</i>	1.93	Laktobasil	1.77	Toplam Koliform	1.23	Küf	1.32	Maya	1.67	<i>Salmonella</i>	yok	<i>Staphylococcus aureus</i>	yok	<i>Enterobacteriaceae</i>	yok	<i>E.coli</i>	yok
Toplam Canlı Sayısı	3.61																				
<i>Pseudomonas</i>	1.93																				
Laktobasil	1.77																				
Toplam Koliform	1.23																				
Küf	1.32																				
Maya	1.67																				
<i>Salmonella</i>	yok																				
<i>Staphylococcus aureus</i>	yok																				
<i>Enterobacteriaceae</i>	yok																				
<i>E.coli</i>	yok																				

* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır.

4.2. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Fiziksel Analizler

Çalışmada, sığır sırt bölgesinden elde edilen kontrfileler yaklaşık 1.5-2.0 cm kalınlığında dilimlenerek dört farklı yöntemle paketlenmiştir. Örneklerde 35 günlük depolama periyodu boyunca tepe boşluğu gaz analizi, ağırlık kaybı, su tutma kapasitesi ve doku analizleri (kesme kuvveti) gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen fiziksel analiz bulguları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3' de gösterilmiştir.

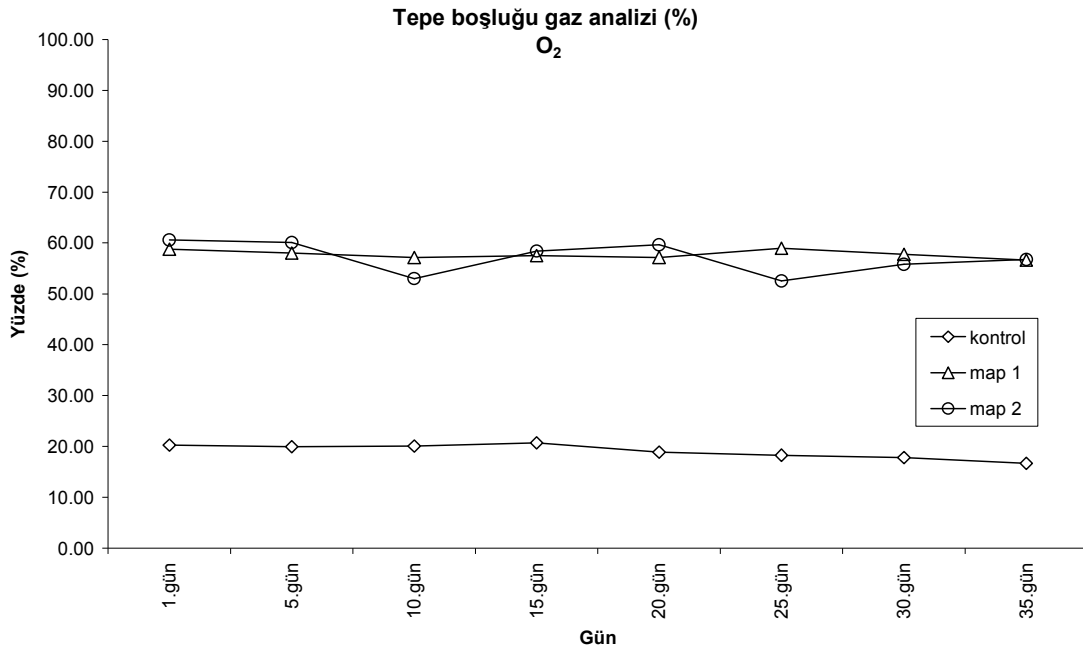
Çizelge 4.2- Örneklerin Depolama Sürecindeki Tepe Boşluğu Gaz Analizi Bulguları*

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
Oksijen ¹ (%)	Kontrol	20.28	19.93	20.08	20.70	18.85	18.25	17.78	16.65
	Map1	58.75	58.03	57.11	57.53	57.18	59.00	57.75	56.65
	Map2	60.58	60.08	53.03	58.40	59.65	52.52	55.83	56.78
Karbondioksit ² (%)	Kontrol	1.15	3.88	3.00	4.00	4.63	5.40	5.83	5.45
	Map1	37.98	36.48	33.93	33.71	35.95	34.55	36.20	36.25
	Map2	21.65	21.60	18.58	20.65	20.43	15.98	16.33	16.58
1-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.176, 2-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.3513									

* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır. Her analizde üç paralelli çalışılmıştır

4.2.1 Tepe Boşluğu Gaz Analizi (% O₂ ve % CO₂)

Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait tepe boşluğundaki %O₂ değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Örneklerin Tepe Boşluğu Gaz Analizi (%O₂) Bulguları Dağılımı

Çalışmada farklı paketlenme yöntemleri ile paketlenmiş örnek gruplarının her birinin tepe boşluğundaki % O₂ miktarları depolama boyunca incelendiğinde depolama başlangıcından sonuna doğru azalma tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerin tepe boşluğundaki % O₂ değeri depolamanın 1. gününde % 20.28 iken 35. günün sonunda %16.65 bulunmuştur. Depolama sonunda %3.63'lük bir düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 4.2). Depolamanın başında paket içindeki % 20.28 olan O₂ miktarı normal atmosfer bileşimindeki atmosfer miktarı (%20,96) ile benzerlik göstermektedir. Bu durum, kontrol grubu örneklerin normal atmosfer koşullarında paketlenme yapıldığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

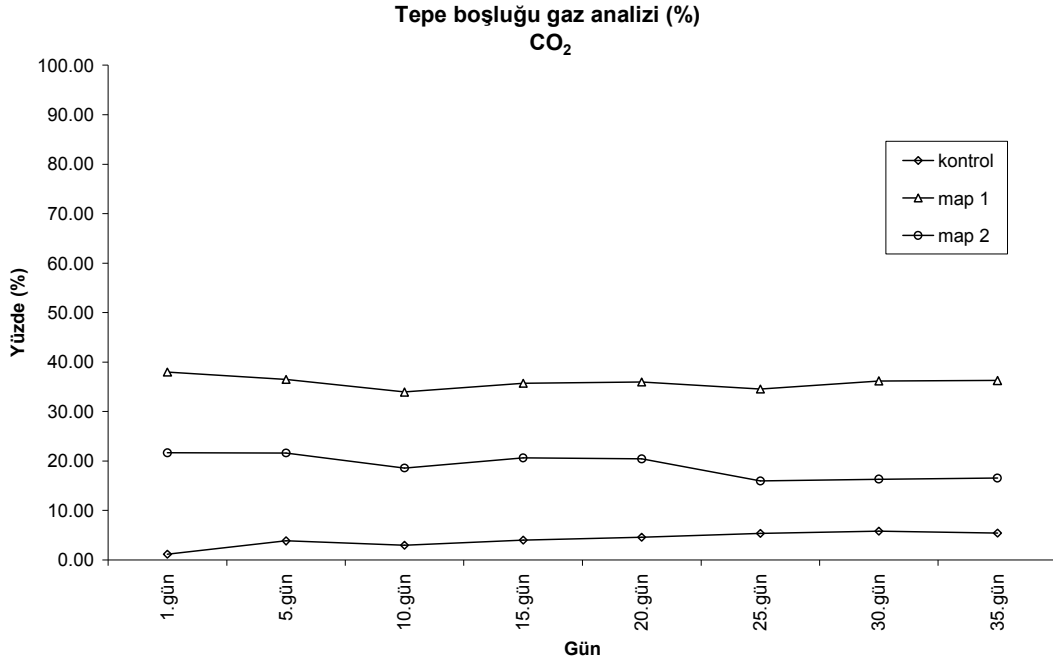
MAP1 (%60 O₂ + %40 CO₂) grubu örneklerin tepe boşluğundaki % O₂ değeri depolamanın 1. gününde % 58.75 iken 35. günün sonunda %56.65 bulunmuştur. Depolama sonunda % 2.1'lik bir düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 4.2).

MAP2 (%60 O₂ + %20 CO₂ + %20 N₂) grubu örneklerin tepe boşluğundaki % O₂ değeri depolamanın 1. gününde % 60.58 iken 35. günün sonunda %56.78 bulunmuştur. Depolama %3.8'lik bir düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 4.2).

Kontrol ve modifiye atmosferde paketlenen örneklerin tepe boşluğundaki % O₂ miktarlarının depolama boyunca birbiriyle paralel düşüşler sergilediği gözlenmiştir. En fazla düşüş oranı (%7.13), MAP2 örneklerinde depolamanın 25. gününde gerçekleşmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerin tepe boşluğundaki % O₂ miktarlarında meydana gelen değişim üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur(P<0.001).

Kontrol ve modifiye atmosferde paketlenen çalışma örneklerinin depolama boyunca paket içindeki % O₂ miktarlarında meydana gelen düşüşlerin nedenleri; ürünün solunumuyla ortamdan oksijenin alınıp ortama karbondioksit verilmesi, mikroorganizmaların oksijeni kullanması ve gazların paketleme materyalinden geçmesi olarak açıklanabilir (Jeremiah, 2001) .

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrofile örneklerine ait tepe boşluğu %CO₂ gaz analizi değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Örneklerin Tepe Boşluğu Gaz Analizi (%CO₂) Bulguları Dağılımı

Kontrol grubu örneklerin tepe boşluğundaki % CO₂ oranı depolamanın 1. gününde % 1.15 iken depolamanın 35. gününde % 5.45 olarak bulunmuştur. CO₂ oranında depolama boyunca %4.30'luk düzenli bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.2). Bu artış üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır (P<0.001). Meydana gelen bu artış hem etin solunumundan hem de gelişen bakterilerin oksijeni kullanarak karbondioksiti ortama vermesinden dolayı ortaya çıkmış olabilir (Jeremiah, 2001). Karbondioksit gazının daha önce de bahsedildiği gibi etteki çözünürlüğü oldukça fazladır. Aynı zamanda karbondioksitin plastik materyalden geçiş hızı diğer gazlara oranla daha fazladır. Bu nedenle depolama boyunca paket içi gaz bileşiminde stabilite sağlanmasının oldukça zor olduğu ifade edilmiştir (Jeremiah,2001).

MAP 1 ve MAP 2 grubu örneklerin tepe boşluğundaki % CO₂ değerleri depolamanın başlangıcında sırasıyla %37.98 ve %21.65 iken depolama süresinin sonunda %36.25 ve %16.58 olarak tespit edilmiştir. MAP1 grubu örneklerin tepe boşluğundaki % CO₂ oranında meydana gelen en önemli değişim, %2.55'lik düşüş oranı ile 10. günde gözlenmiştir. MAP2 grubu örneklerde ise en fazla düşüş 25. günde belirlenmiştir. Azalma, %4.45 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). % CO₂ değerlerindeki bu düşüş üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır (P<0.001). Bu azalmanın nedeni buzdolabı sıcaklığında paket içinde mevcut olan karbondioksitin et içerisinde çözünmesine bağlanabilir (Jeremiah, 2001). Depolama süresince paket içerisindeki atmosfer bileşiminde meydana gelen tüm değişimler paketlenme materyalinin geçirgenliğinden ileri gelebilmektedir (Jeremiah, 2001). Nitekim, Doherty et al. (1996), %80 O₂ ve %20 CO₂ gaz bileşimi ile paketlenen sığır etlerini 20 gün boyunca depolayıp gaz bileşimlerini depolama boyunca analiz etmişlerdir. Sonuçta depolama boyunca gaz bileşiminde düşük düzeyde değişimler gözlemlenmişlerdir.

Farklı yöntemlerle paketlenmiş örneklerde 35 günlük depolama periyodu boyunca ağırlık kaybı, su tutma kapasitesi ve tekstür (kesme kuvveti) analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen fiziksel analiz bulguları Çizelge 4.3' de gösterilmektedir

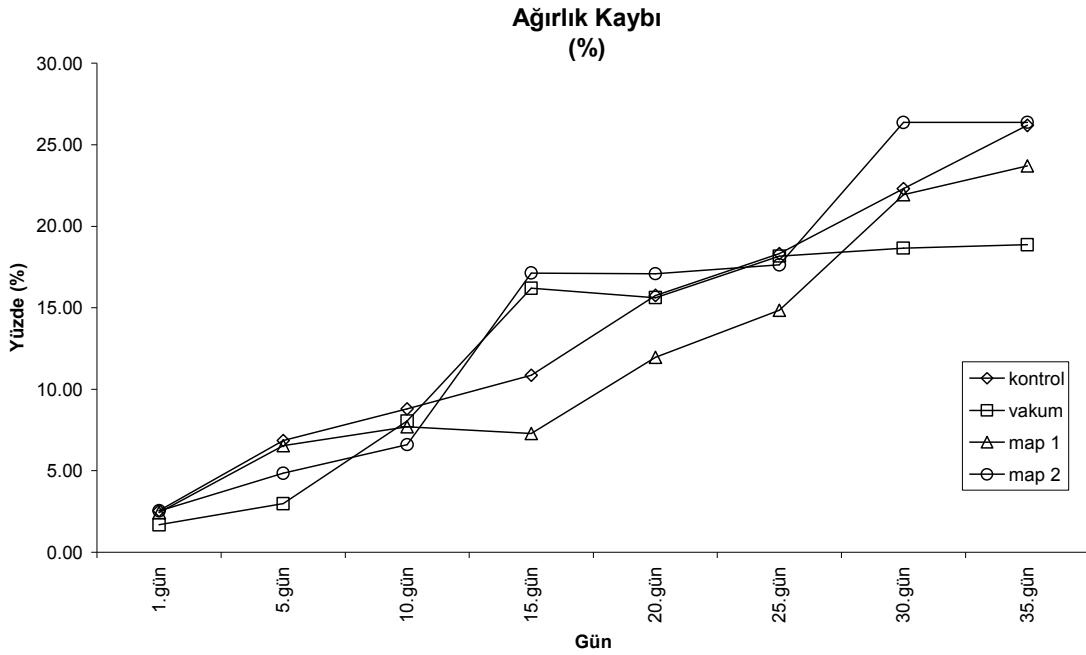
Çizelge 4.3. Örneklerin Depolama Sürecindeki Ağırlık Kaybı, Su Tutma Kapasitesi, Kesme Kuvveti Analiz Bulguları*

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
Ağırlık Kaybı¹	Kontrol	2.54	6.84	8.80	10.85	15.76	18.32	22.32	26.18
	Map1	2.44	6.53	7.70	7.28	11.95	14.85	21.94	23.71
	Map2	2.53	4.85	6.60	17.14	17.09	17.63	26.38	26.38
	Vakum	1.69	2.98	8.05	16.20	15.62	18.17	18.66	18.86
Su Tutma Kapasitesi²	Kontrol	0.28	0.29	0.33	0.27	0.22	0.17	0.17	0.15
	Map1	0.35	0.37	0.38	0.31	0.27	0.23	0.23	0.20
	Map2	0.31	0.33	0.36	0.23	0.19	0.17	0.16	0.15
	Vakum	0.40	0.38	0.39	0.35	0.32	0.27	0.25	0.23
Kesme Kuvveti³ (kg)	Kontrol	3.93	3.82	4.10	4.34	4.62	5.88	5.98	5.50
	Map1	2.36	2.30	2.87	4.22	7.89	5.21	2.77	2.55
	Map2	3.44	3.35	2.81	3.00	2.31	6.60	4.72	4.35
	Vakum	3.09	3.01	2.03	3.85	3.12	2.93	3.46	3.19
1-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.087, 2-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =0.05, 3-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.14									

* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır. Her analizde üç paralelli çalışılmıştır .

4.2.2. Ağırlık Kaybı (%)

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş örneklerle ilişkin ağırlık kaybı(%) değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Örneklerin Ağırlık Kaybı (%) Bulguları Dağılımı

Araştırmada, incelenen kontrol, vakum, MAP1 ve MAP 2 grubu örneklerde depolama süresi boyunca % ağırlık kaybı değerlerinde artış tespit edilmiştir. Ağırlık kaybında en fazla artış gözlenen örnek grubu MAP 2 olmakla beraber bunu sırasıyla kontrol, MAP1, vakum grubu örnekler takip etmektedir. Depolamanın başlangıcında en düşük % ağırlık kaybı değeri vakum grubuna aitken depolamanın son günü de aynı şekilde en düşük değer, vakum grubu örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Nitekim Seidman and Durland (1983), sığır etinin raf ömrünün uzatılması ile ilgili yaptıkları çalışmada vakum paketlenen örneklerin 21 gün sonunda ağırlık kaybının aerobik ve modifiye atmosfer koşullarda paketlenen örneklerle kıyasla daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir (Jeremiah, 2001). Benzer olarak, Stiles (1990), et ve et ürünlerinde yaptığı bir çalışmada vakum paketlemenin evaporasyona bağlı kayıpları modifiye atmosferde paketlemeye kıyasla daha fazla önlediğini ifade etmiştir. Çalışmada elde edilen

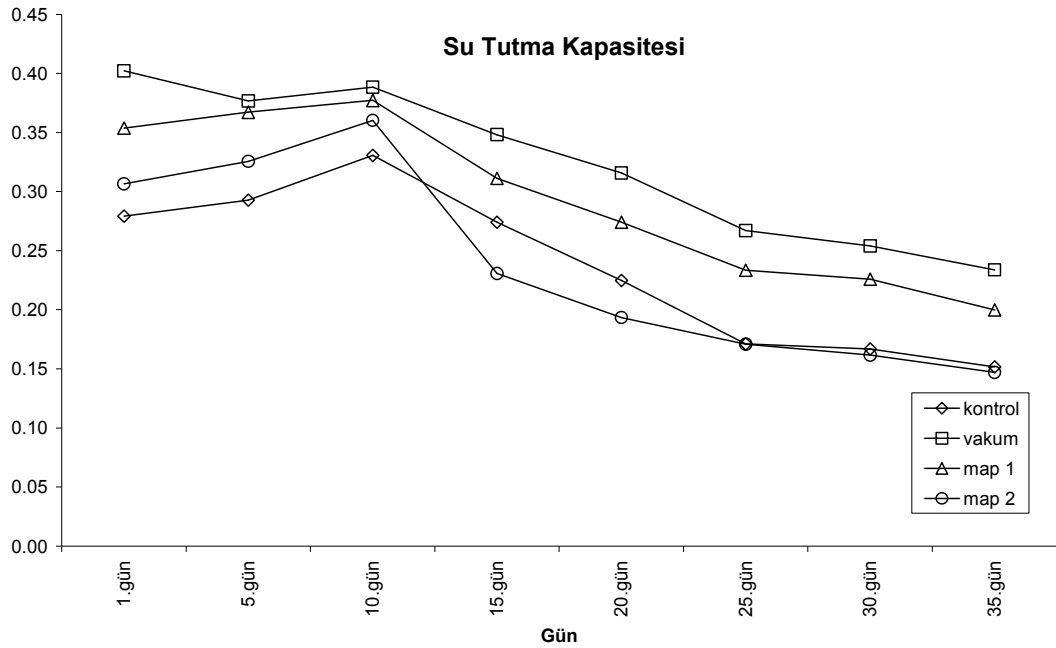
sonuçlara paralel olarak, Taylor et al.(1990) vakum paketlenen sığır eti örneklerindeki ağırlık kaybının modifiye atmosferde paketlenen örneklere oranla daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Çalışmada elde edilen bulgulara benzer olarak, Lund et al. (2007), yüksek oksijenli atmosferde paketlenen, *longissimus dorsi* kasının protein oksidasyonu ve gevrekliği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, yüksek oksijenli atmosferde depolanan taze etin ağırlık kaybının zamanla arttığını ve su tutma kapasitesinin ise zamanla azaldığını tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan örneklerin % ağırlık kaybı değerleri üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır($P<0.001$).

4.2.3. Su Tutma Kapasitesi

Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait su tutma kapasitesi değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Örneklerin Su Tutma Kapasitesi Bulguları Dağılımı

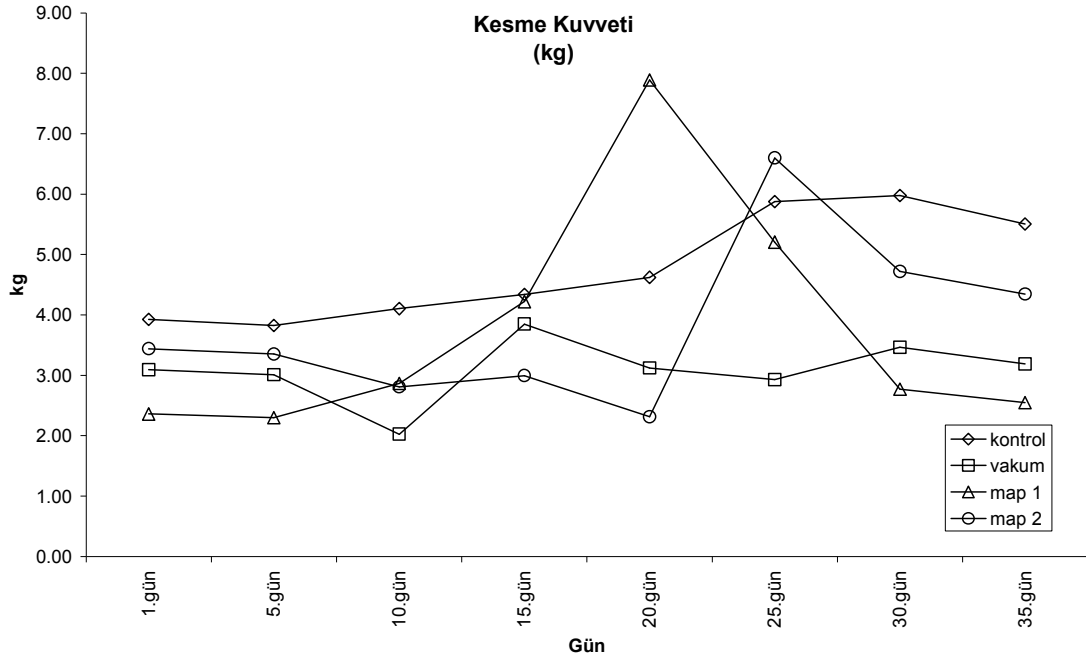
Çalışma örneklerinde tespit edilen su tutma kapasitesi değerleri kontrol, MAP 1, MAP 2, vakum grubu örnekler için sırasıyla 0.279, 0.353, 0.307, 0.402 iken depolamanın 35. gününde bu değerler 0.152, 0.200, 0.147, 0.234 değerlerine düşmüştür (Çizelge 4.3). Su tutma kapasitesi üzerine paketleme yöntemi ve günün etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Paketleme yöntemi x gün interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Su tutma kapasitesinde en az düşüş vakum paketlenen örneklerde saptanmıştır. En yüksek su tutma kapasitesi, vakum paketlenen ette depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir. Yine ağırlık kaybının en düşük değeri vakum paketlenen ette depolamanın 1. gününde bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu çalışmada 35 günlük depolama süresi boyunca tüm örneklerde su tutma kapasitesi azalırken, ağırlık kaybının arttığı ortaya konmuştur.

Kontrol, MAP 1 ve MAP 2 grubu örneklerin su tutma kapasitesi değerleri depolama sonunda vakum grubu örneklerinkinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bu durum vakum paketlemenin ağırlık kaybını düşürmesi ile ilişkilendirilebilir. Vakum paketlemenin ağırlık kaybını azalttığı hem önceki çalışmalarda hem de yapılan bu çalışmada açıkça ortaya konmuştur. Ayrıca, kontrol, MAP 1 ve MAP 2 grubu örneklerin paket içi atmosfer bileşimlerinde bulunan CO₂ 'in etin pH derecesini düşürerek yüzeydeki proteinlerin denatüre olmasına ve böylece su tutma kapasitesinin büyük ölçüde azalmasına neden olabileceği ifade edilmektedir (Üçüncü,2007).

4.2.4. Doku Analizi (Kesme Kuvveti)

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait kesme kuvveti değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Örneklerin Warner-Bratzler Shear Force (kesme kuvveti) Bulguları Dağılımı

Kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum grubu örneklerin depolama başlangıcındaki kesme kuvveti değerleri sırasıyla 3,93, 2.36, 3.44 ve 3.09 kg iken depolamanın sonunda bu değerler sırasıyla 5.50, 2.55, 4.35 ve 3.19 kg değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.3). Örneklerin kuvvet değerleri üzerine paketleme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P < 0.001$).

Depolama boyunca kesme kuvvetinde en fazla artış oranı (%40) kontrol grubu örneklere aittir (Çizelge 4.3). Kontrol grubu örneklerde kesme kuvvetinin diğer örneklere kıyasla yüksek olması gevrekliğin diğer örneklerden düşük olduğu, dokunun ise daha sert olduğu söylenebilir. Kesme kuvveti en düşük MAP1 (%60 O₂ + %40 CO₂) grubu örneklerde tespit edilmiştir. Dolayısıyla %60 O₂ + %40 CO₂ gaz bileşimi ile muhafaza edilen örneklerin dokusunun daha yumuşak olduğu söylenebilir. MAP1 grubu örneklerde dokunun yumuşaklığı, su tutma kapasitesinin yüksek, ağırlık kaybının ise düşük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, lipit oksidasyonunun, taze etin tekstürel özelliklerinde değişimlere neden olduğu ifade edilmiştir (Walsh and Kerry,2002). Nitekim yapılan bu çalışmada da elde edilen lipit oksidasyonunun

göstergesi olan TBA bulguları MAP1 grubu örneklerde kontrol ve MAP2 grubu örneklere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Mullan and McDowell (2003) 'ın yaptıkları çalışmada, mikrobiyal gelişimin taze etin tekstürel özelliklerinde değişime neden olduğu ifade edilmiştir.

4.3. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Kimyasal Analizler

Örneklerde 35 günlük depolama periyodu boyunca pH, TBA, myoglobin analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen kimyasal analiz bulguları Çizelge 4.4' de gösterilmektedir

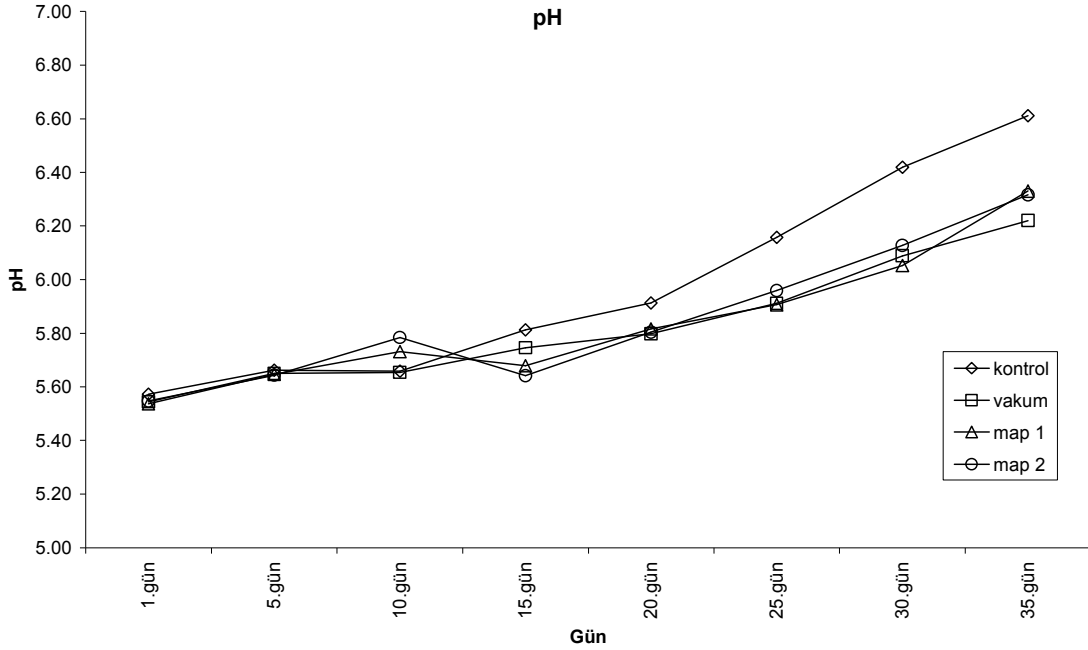
Çizelge 4.4. Örneklerin Depolama Sürecindeki Kimyasal Analiz Bulguları*

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
pH	Kontrol	5.57	5.66	5.66	5.81	5.91	6.16	6.42	6.61
	Map1	5.54	5.65	5.73	5.68	5.82	5.91	6.05	6.33
	Map2	5.55	5.64	5.78	5.64	5.80	5.96	6.13	6.32
	Vakum	5.54	5.65	5.65	5.75	5.80	5.91	6.09	6.22
TBA	Kontrol	0.14	0.21	0.23	0.25	0.39	0.56	0.74	0.81
	Map1	0.14	0.19	0.21	0.23	0.39	0.54	0.62	0.68
	Map2	0.18	0.18	0.19	0.21	0.37	0.53	0.56	0.69
	Vakum	0.16	0.15	0.18	0.20	0.34	0.52	0.58	0.59
Myoglobin	Kontrol	1.95	2.02	1.70	1.73	1.70	1.68	1.65	1.63
	Map1	1.92	1.78	1.72	1.53	1.45	1.39	1.34	1.30
	Map2	1.89	1.65	1.63	1.18	1.13	1.09	1.07	1.05
	Vakum	1.16	1.10	1.06	1.20	1.19	1.18	1.15	1.12
1-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =0.032, 2-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =0.05, 3-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =0.235									

* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır. Her analizde üç paralelli çalışılmıştır

4.3.1. pH

Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait pH değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.6'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Örneklerin pH Bulguları Dağılımı

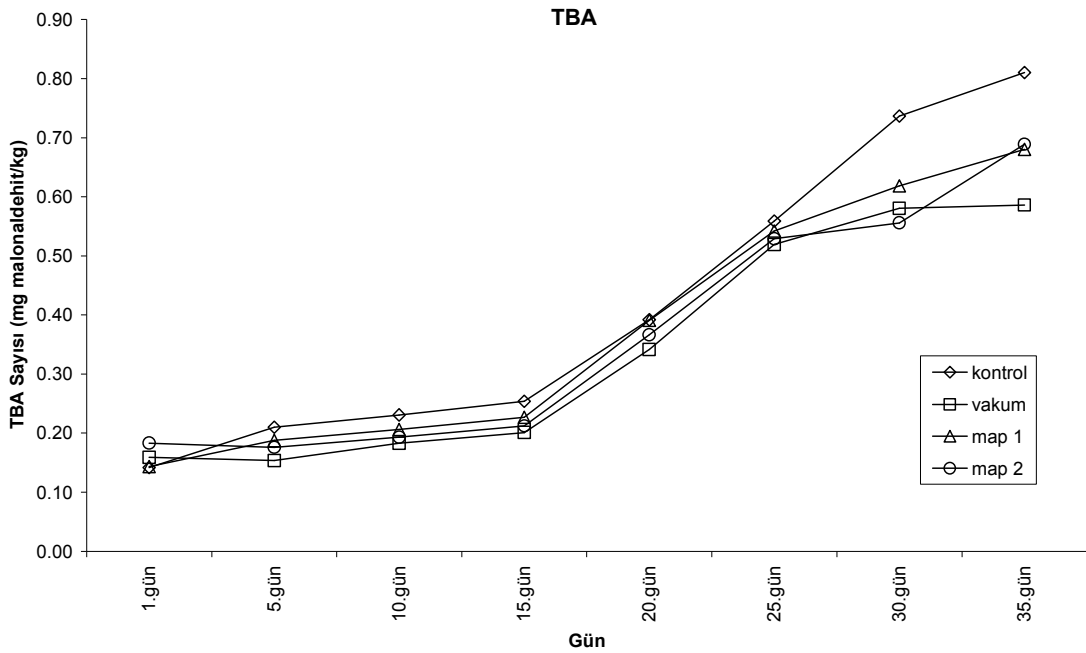
Çalışmada kullanılan örneklerin pH değerleri, depolamanın başında 5.54-5.57 arasında iken, depolama sonunda pH'nın 6.22-6.61 arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4). Nitekim olgunlaşma periyodunun sonunda etin pH'sı genellikle 5.6-6.2 arasında değişmektedir (Öztan,2003). pH derecesi 6.2'nin üstüne çıktığında taze ette bozulmanın başladığı ifade edilmektedir. Kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum örneklerinde pH değerleri depolama periyodu boyunca düzenli olarak artış göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda örneklerin pH değerlerindeki değişim üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği tespit edilmiştir ($P < 0.001$).

Kritik pH derecesi (6.20) göz önüne alındığında, kontrol grubu örneklerin pH değerleri, 25. günde 6.16 iken, MAP1 ve MAP2 örneklerinin pH değeri 35. günde 6.33 ve 6.32'ye ulaşmıştır. Vakum paketlenen örnekler ise ancak 35. günde 6.22 pH değerine ulaşmıştır. Örnekler arasında en düşük pH değeri vakum paketlenen örneklere aitken, en yüksek pH değeri ise kontrol grubu örneklerde gözlenmiştir. Nitekim, Okayama et al. (1987), %80 O₂ ve %20 CO₂ altında 4°C' de 13 gün boyunca depoladığı sığır kontrfilelerinin yüzey pH larının önemli

düzeyde arttığını tespit etmişlerdir. MAP1 ve MAP2 örneklerinin pH değerlerinin kontrol grubu örneklerinkinden daha düşük çıkmasının sebebi, MAP örneklerinin paket içi atmosfer bileşiminde bulunan %20-40 oranındaki CO₂ gazı olarak düşünülebilir. Çünkü, CO₂ etin dokusunda çözünerek etin pH derecesinin düşmesine neden olur.

4.3.2. TBA

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait TBA değerlerinin depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Örneklerin TBA Bulguları Dağılımı

Çalışmanın 1. gününde kontrol, MAP 1, MAP 2, vakum grubu örneklerin TBA değerleri sırasıyla 0.142, 0.144, 0.183, 0.159 mg MA/kg iken depolamanın 35. gününde bu değerler 0.810, 0.680, 0.689, 0.586 mg MA/kg değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.4). Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda örneklerin TBA miktarlarında meydana gelen artış üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır (P<0.001). Depolama sonunda en yüksek TBA değeri kontrol örneklerinde gözlenmiştir. Depolama periyodu boyunca MAP1 ve MAP2 grubu örneklerin TBA değerlerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Nitekim her iki örnek grubunda da paket içindeki O₂ miktarları birbirine çok yakındır. Modifiye atmosferde paketlemede lipid oksidasyon düzeyinin oksijen miktarına bağlı olduğu ve yüksek

oksijenli atmosfer paketlemede kullanılan oksijenin, et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunu arttırarak raf ömrünü kısalttığı belirlenmiştir (Walsh and Kerry, 2002).

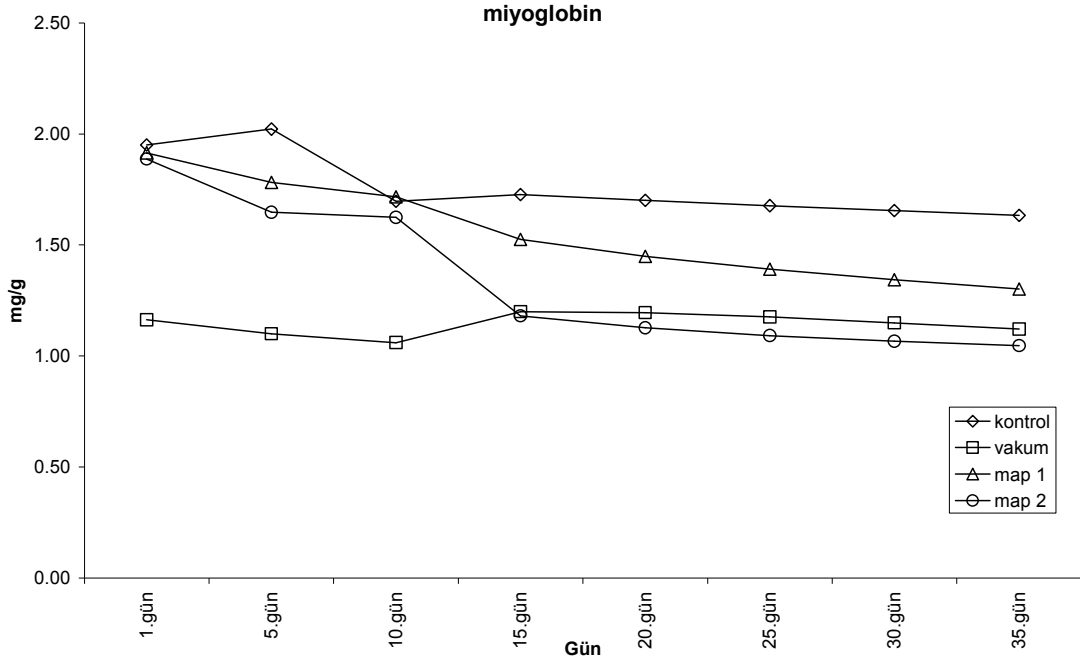
Vakum paketlenen örneklerin TBA değerlerinin, kontrol, MAP1 ve MAP2 grubu örneklerinkinden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Nitekim, Taylor et al. (1990) yaptıkları çalışmada modifiye atmosferde paketledikleri sığır eti örneklerinin malonaldehit miktarının vakum paketlenen örneklerinkinden daha hızlı arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Jackson et al. (1992), %80 O₂ ve %20 CO₂ gaz bileşimi ile paketlenen sığır kontrfilesinin 3°C de depolanması sonucunda lipit oksidasyonunun hızla arttığını ifade etmişlerdir.

Paket içi atmosfer bileşiminde %40 CO₂ içeren MAP1 grubu örneklerin depolama sonundaki TBA değerlerinin, nispeten düşük CO₂ içeren kontrol ve MAP2 grubu örneklerinkinden daha düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4). Nitekim, Juncher et al. (2001), CO₂ oranının yükseltilmesinin lipit oksidasyonunun artış hızını düşürebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Diğer bir çalışmada, Lopez-Lorenzo et al. (1980), paket içi atmosfer bileşiminde bulunan %20 CO₂ in, domuz etinde lipit oksidasyonunu yavaşlattığını tespit etmişlerdir.

Aerobik koşullarda paketlenen kontrol grubu örneklerin TBA değerleri ile %60 oksijen ile paketlenen MAP1 ve MAP2 grubu örneklerin TBA değerleri birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçların aksine Ordonez and Ledward (1977) depolama boyunca domuz etinde meydana gelen lipit oksidasyonunu inceledikleri araştırmada; hava, %80, %90 ve %100 oksijen ile paketlenen etlerin lipit oksidasyonunun birbirine çok yakın hızlarda gerçekleştiğini göstermişlerdir.

4.3.3. Myoglobin

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait myoglobin miktarlarının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Örneklerin Myoglobin Bulguları Dağılımı

Araştırmanın 1. gününde kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum grubu örneklerin myoglobin miktarları sırasıyla 1.95, 1.92, 1.89, 1.16 mg/g iken depolamanın 35. günü bu değerler sırasıyla 1.63, 1.30, 1.05, 1.12 mg/g değerlerine düşmüştür. Örneklerin myoglobin miktarları üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($p < 0.05$).

Kontrol, MAP1, MAP2 grubu örneklerin başlangıç myoglobin değerleri birbirine oldukça yakın iken vakum paketlenen örneklerin diğer örneklerden daha düşük olduğu görülmektedir. Depolamanın sonunda en düşük myoglobin miktarı MAP2 grubu örneklere aitken, en yüksek myoglobin miktarı ise kontrol grubu örneklerde gözlenmiştir (Çizelge 4.4). Vakum paketlenen örneklerdeki myoglobin miktarındaki düşüşün sebebi, myoglobinin oksijen yokluğunda metmyoglobin formuna dönüşmesi olarak ifade edilebilir. Diğer yandan modifiye atmosferde paketlenen örneklerdeki myoglobin konsantrasyonundaki azalma, myoglobinin paket içindeki oksijenle reaksiyona girerek oksimyoglobine dönüşümüne bağlı olarak gerçekleşmiş olabilir.

Nitekim, Gill (1996), yaptığı çalışmada taze kırmızı ette rengin depolama boyunca değişim hızının, oksijen konsantrasyonu ile bağlantılı olduğunu ifade etmiştir (Gill, 1996). Çalışmada da bunu destekler sonuçlar elde edilmiştir.

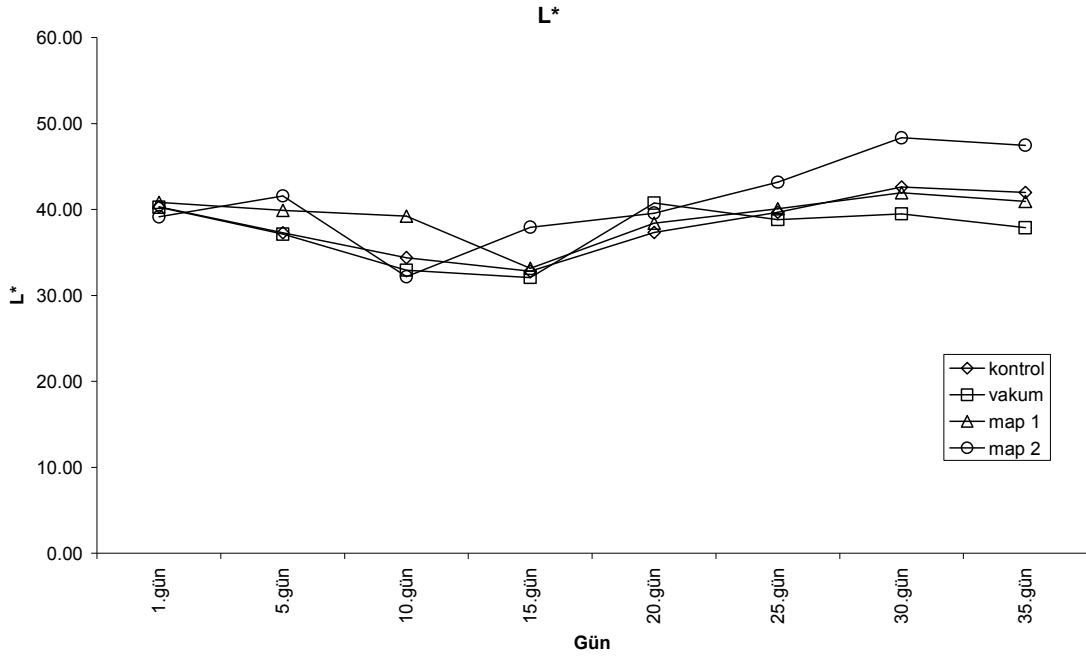
4.4. Renk Analizi

Çalışmada, sığır sırt bölgesinden elde edilen kontrfileler yaklaşık 1.5-2.0 cm kalınlığında dilimlenerek dört farklı yöntemle paketlenmiştir. Örneklerde 35 günlük depolama periyodu boyunca enstrümental renk analizi gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, kontrfilelerin yüzeyinden alınmıştır. Kontrol, MAP1 ve MAP2 örnekleri paket açılır açılmaz ölçülürken, vakum paketlenmiş örneklerin paketleri açıldıktan 1 saat sonra yüzey ölçümleri alınmıştır. Çalışmada elde edilen renk analizine ait bulgular (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.5’de gösterilmektedir. Renk değerlerinin (L^* , a^* , b^*) depolama gününe bağlı değişimleri sırasıyla Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Örneklerin Depolama Sürecindeki Renk Analiz Bulguları*

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
L^{*1}	Kontrol	40.29	37.29	34.38	32.80	37.30	39.68	42.59	41.96
	Map1	40.82	39.89	39.23	33.14	38.40	40.07	41.95	40.93
	Map2	39.14	41.58	32.16	37.93	39.57	43.18	48.34	47.46
	Vakum	40.27	37.14	32.92	32.09	40.74	38.81	39.49	37.87
a^{*2}	Kontrol	24.41	23.36	15.68	14.76	11.23	12.23	5.31	5.11
	Map1	26.15	25.03	19.69	16.52	7.33	10.75	4.21	4.12
	Map2	27.80	26.61	16.30	19.70	13.05	4.62	3.16	2.89
	Vakum	20.45	19.57	14.63	15.36	18.55	18.28	17.00	16.48
b^{*3}	Kontrol	10.91	10.44	7.58	7.23	8.90	9.51	12.17	11.51
	Map1	12.15	11.63	9.73	8.16	8.86	8.98	11.63	11.46
	Map2	12.95	12.40	6.90	9.69	9.12	10.97	12.48	11.99
	Vakum	7.25	6.94	3.67	6.01	7.34	6.50	6.45	6.31
1-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.584, 3-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =1.066,3-P<0.001LSD _{interaksiyon} =0.673									

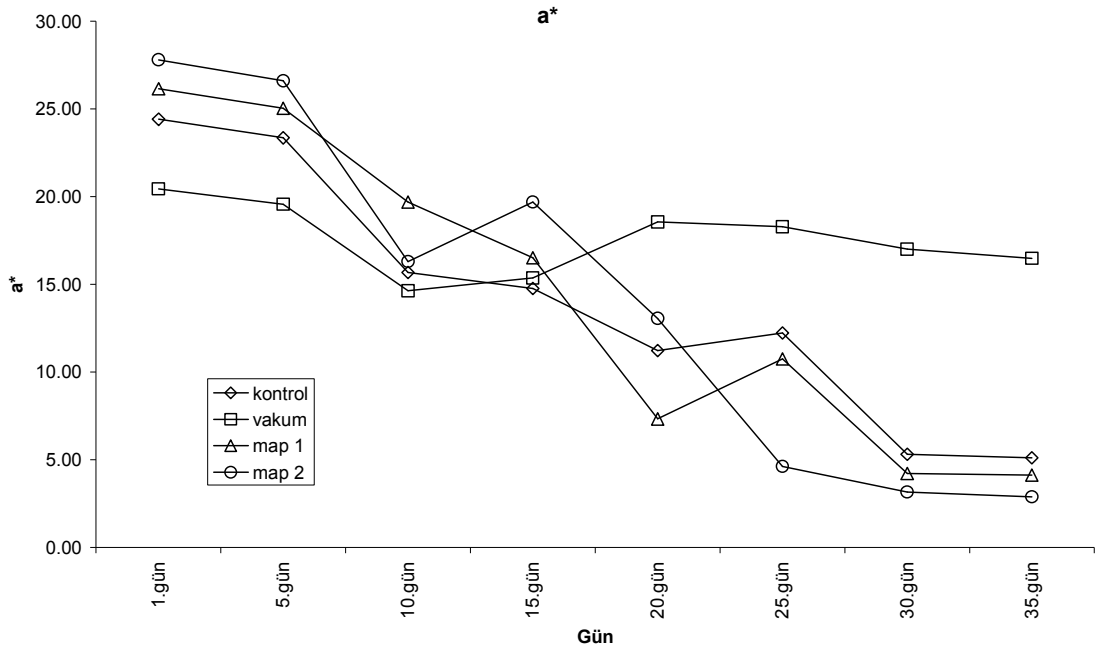
* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır. Her analizde üç paralelli çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Örneklerin Renk Parametrelerinden L* (Aydınlık) Bulguları Dağılımı

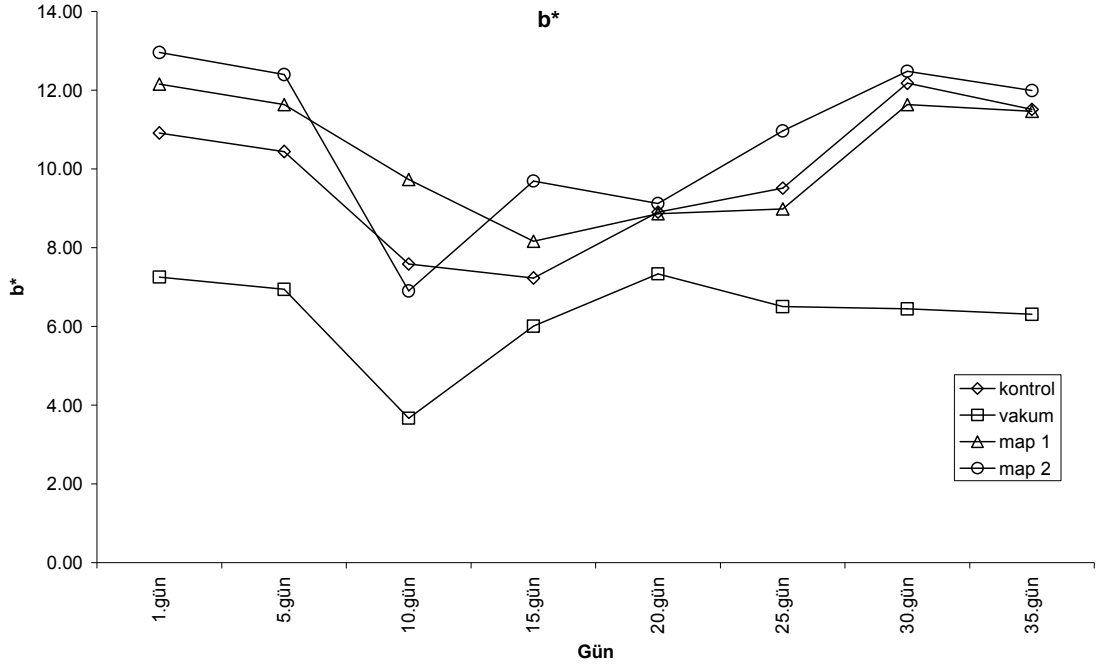
Örneklerin L* (aydınlık) değerleri araştırmanın 1. gününde 39.14- 40.82 arasında değişmekte iken depolama periyodunun sonunda 37.87- 47.46 olmuştur. Çalışmada kullanılan örneklerin L* değerlerinde meydana gelen değişim üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

En düşük L* değeri vakum paketlenmiş örneklerin depolama periyodunun 15. gününde tespit edilmiştir. En yüksek L* değeri MAP2 grubu örneklerin 30. gününde 48.34 olarak bulunmuştur. Vakum paketlenmiş örneklerin L* değerleri depolama periyodu boyunca azalmıştır (Çizelge 4.5). Vakum paketlenen örneklerin L* değerlerindeki düşüşün nedeni; depolamada paket içinde oluşan metmyglobinin, paket açıldıktan sonra tam anlamıyla oksimyglobine yada myglobine (metmyglobin indirgenme aktivitesi) dönüşmemesi olarak açıklanabilir. Kontrol, MAP1, MAP2 grubu örneklerin L* değerleri ise depolama sonunda yükselmiştir. Nitekim, Zakrys et al. (2008), yaptıkları çalışmada %50 O₂+%30 N₂+%20 CO₂ ve %80 O₂+%20CO₂ gaz karışımı ile paketledikleri sığır eti örneklerinin L* değerlerinin 4°C de 21 günlük depolama boyunca arttığını saptamışlardır. En fazla yükselme MAP2 grubu örneklerde gözlenmiştir (Çizelge 4.5). MAP2 örneklerinin kontrol örneklerinden daha yüksek L* değerine sahip olmasının nedeni paket içindeki yüksek O₂ düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında MAP2'nin MAP1'den daha yüksek olması ise MAP1'in sahip olduğu yüksek CO₂ düzeyinin ette renk bozulmalarına yol açması ile açıklanabilir.



Şekil 4.10. Örneklerin Renk Parametrelerinden a* (Kırmızılık) Bulguları Dağılımı

Örneklerin a* (kırmızılık) değerleri depolama başlangıcında 15.67- 26.15 arasında değişmekte iken depolamanın sonunda bu değerler 4.12- 16.86 olmuştur (Çizelge 4.5). Kontrol, MAP1 ve MAP2 örneklerinde a* değerleri depolama süresince önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($p<0.001$). Çalışmada kullanılan örneklerin a* değerleri üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Depolama sonunda en yüksek a* değeri vakum paketlenen örneklerde tespit edilmiştir. Vakum paketlenen örneklerdeki kırmızılık değerinin diğer örneklerden oldukça farklı çıkması, su kaybı ile açıklanabilir. Taze etlerde gerçekleşen su kaybı, Mb pigmentinin et yüzeyinde çok fazla birikmesine ve oksitlenerek çok miktarda MetMb ve daha başka istenmeyen pigment oluşumlarına neden olabilmektedir. Depolama boyunca en az su kaybeden vakum örnekleri a* (kırmızılık) değerini nispeten muhafaza ederken kontrol, MAP1 ve MAP2 örnekleri yüksek oranda su kaybederek istenmeyen pigment oluşumuna maruz kalmışlardır. Ayrıca, her iki MAP grubu örneklerinde % 20 ve üstünde CO₂ kullanılmıştır. Kullanılan CO₂ 'in ette renk bozulmalarına yol açtığı, özellikle grileşmenin gözlemlendiği belirtilmekte ve bu durumun pH'nın düşmesi ile denatüre olan sarkoplazmik proteinlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Üçüncü, 2007).



Şekil 4.11. Örneklerin Renk Parametrelerinden b* (sarılık) Bulguları Dağılımı.

Örneklerin b* (sarılık) değerleri depolama başlangıcında 4.65- 12.15 arasında değişmekte iken depolamanın sonunda bu değerler 5.55- 11.51 arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Çalışmada kullanılan örneklerin b* değerleri üzerine paketleme yöntemi x gün interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

4.5. Farklı Paketleme Yöntemleri Kullanılarak Paketlenen Örneklere İlişkin Mikrobiyolojik Analizler

Örneklere 35 günlük depolama periyodu boyunca Toplam Canlı, *Pseudomonas*, Laktobasil, Toplam Koliform, Küf, Maya, *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen mikrobiyolojik analiz bulguları Çizelge 4.6' da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Örneklerin Depolama Süresi Boyunca Mikrobiyolojik Bulguları**

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
Toplam Canlı ¹	Kontrol	3.64	4.15	4.61	5.77	6.67	8.02	8.41	8.50
	Map1	3.83	4.07	4.79	5.36	5.90	6.74	6.89	7.23
	Map2	3.56	3.75	4.20	5.30	5.39	6.07	6.28	6.31
	Vakum	3.79	3.99	4.36	4.95	5.59	6.35	6.46	6.52
<i>Pseudomonas</i> ²	Kontrol	1.80	2.17	2.91	3.43	4.84	5.61	5.87	5.97
	Map1	1.93	3.27	3.46	4.00	5.73	6.10	6.25	6.58
	Map2	2.04	3.14	3.33	4.09	4.73	5.04	5.35	5.07
	Vakum	2.10	2.46	2.72	3.40	3.87	3.97	4.15	4.15
Laktobasil ³	Kontrol	1.58	2.22	2.59	3.56	3.97	4.88	4.91	5.05
	Map1	1.72	1.89	2.40	2.60	3.54	3.71	3.89	3.97
	Map2	1.65	1.82	2.17	2.43	3.38	3.84	3.63	3.82
	Vakum	1.45	2.32	2.72	3.44	4.23	4.67	5.03	5.29
Toplam Kolif. ⁴	Kontrol	1.33	1.77	1.90	2.27	2.84	2.91	3.38	3.52
	Map1	1.44	1.49	1.56	2.11	2.49	2.74	2.86	3.36
	Map2	1.35	1.40	1.73	1.99	2.37	2.86	3.01	3.15
	Vakum	1.54	1.56	1.84	2.68	3.08	3.34	3.74	3.85
Küf ⁵	Kontrol	1.42	1.77	2.40	2.34	2.70	2.70	2.84	3.00
	Map1	1.49	1.71	2.68	2.96	3.00	3.57	3.65	3.91
	Map2	1.52	1.71	2.61	2.75	3.15	3.26	3.40	3.45
	Vakum	1.51	1.56	1.84	1.90	1.89	2.13	2.29	2.22
Maya ⁶	Kontrol	1.79	2.25	2.30	2.40	2.62	2.70	2.74	2.66
	Map1	1.85	2.05	2.11	2.17	2.29	2.49	2.51	2.49
	Map2	1.99	1.99	2.04	2.23	2.39	2.43	2.55	2.54
	Vakum	1.93	2.17	2.23	2.92	3.26	3.34	3.35	3.30

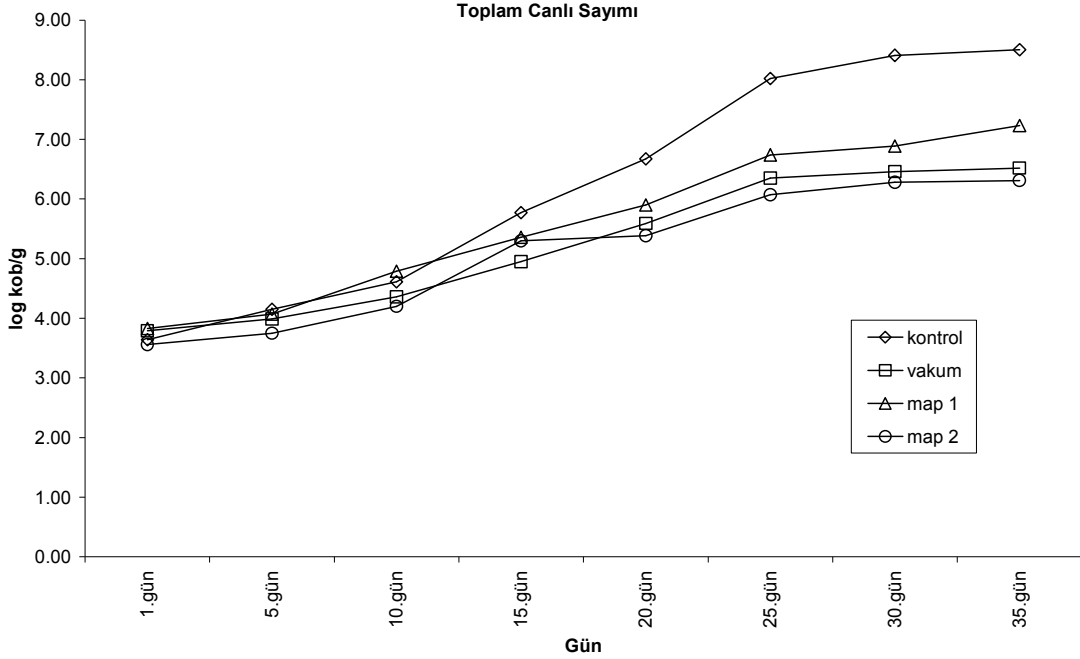
1-P<0.001 LSD*=0.181, 2-P<0.001 LSD*=0.25, 3-P<0.001 LSD*=0.082, 4-P<0.001 LSD*=0.06, 5-P<0.001 LSD*=0.064, 6-P<0.001 LSD*=0.059

* LSD değerleri paketleme yöntemi x gün interaksyonuna aittir.

** Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır. Her analizde üç paralelli çalışılmıştır.

4.5.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait toplam canlı sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.12'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Örneklerin Toplam Canlı Sayımı Bulguları Dağılımı

Gıdalarda Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde yaygın olarak başvurulan mikrobiyolojik yöntemlerdendir. Toplam canlı bakteri, gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile gıdanın işlenmesi, taşınması ve depolanması sırasında uygun sıcaklıklarda tutulmadığının bir göstergesi olması bakımından önem taşımaktadır. Toplam canlı bakteri sayımı, gıdada bozulmanın başlangıcı, gıdanın muhtemel raf ömrü, soğutmanın yetersizliği, işlem basamakları sırasındaki kontaminasyon ve düzeyi konularında bilgi vererek gerekli önlemlerin alınmasında yardımcı olur. Gıda güvenliği ve sanitasyon indikatörü olarak çoğunlukla aerobik mezofilik bakteri sayımları kullanılmaktadır. Bu çalışmada aerobik mezofilik bakteri sayımları değerlendirilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999). Genelde etlerde mikroorganizma düzeyi, 7-8 log kob/g (cm²)'ye ulaştığında başta koku, tat ve renk gibi organoleptik nitelikler olmak üzere tüm özelliklerde bozulmalar meydana gelir(Çelik, 1993).

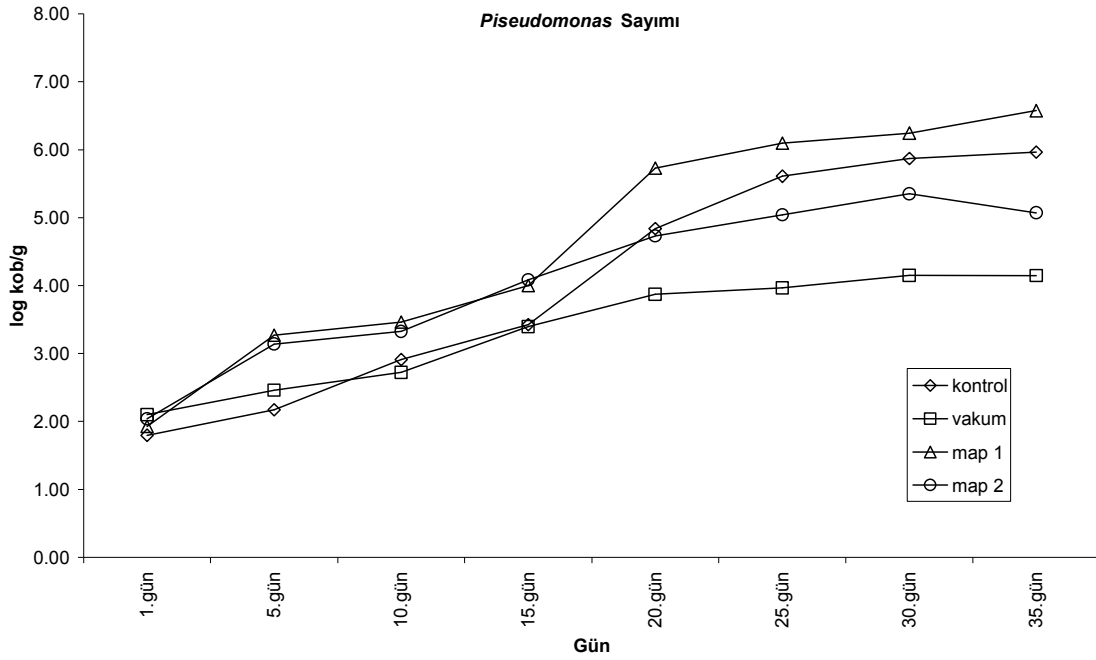
Araştırmanın 1. gününde toplam canlı sayısı 3.56-3.96 log kob/g değerleri arasında değişmekte iken depolanmanın son gününde bu değerler 6.30-8.50 log kob/g değerlerine

ulaşmıştır. Bu artış üzerine paketleme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P < 0.001$).

Farklı paketleme yöntemleri ile paketlenen örneklerin tamamında toplam canlı sayıları depolama süresi boyunca düzenli artış göstermiştir (Çizelge 4.6). Örnek grupları kendi içinde kıyaslandığında depolama boyunca en fazla artışın kontrol grubu örneklerine ait olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneklerinin toplam canlı sayısı ilk 20 gün Türk Gıda Kodeksinin (Anon., 2000) belirttiği değerler arasında olduğu saptanmıştır. Kontrol örnekleri, depolamanın 35 gün boyunca 4.86 logaritmik birim artış göstermiştir. Vakum paketlenen örneklerin toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubu ve MAP 1 grubu örneklerinkinden daha düşük çıktığı bulunmuştur (Çizelge 4.6). Nitekim, Rao and Sachindra (2002), vakum paketlemenin, ette toplam aerobik bakteri sayısını azalttığını ifade etmişlerdir. En düşük toplam canlı sayısı MAP2 örneklerinde tespit edilmiştir. MAP2 örneklerinde toplam canlı sayısı 35. günün sonunda 6.52 log kob/g 'a ulaşmıştır (Çizelge 4.6). 35. günün sonunda bile kritik değeri aşmayan MAP2 grubu, mikrobiyolojik kalite açısından en iyi örnek olarak tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni, paket içinde bulunan %60 O₂+%20 CO₂+%20 N₂ gaz karışımının antimikrobiyal etkisinden ileri geldiği düşünülmektedir.

4.5.2. *Pseudomonas* Sayımı

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait toplam canlı sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Örneklerin *Pseudomonas* Sayımı Bulguları Dağılımı

Araştırmanın 1. gününde *Pseudomonas* spp. sayısı 1.80-2.10 log kob/g arasında değişmekte iken depolamanın son gününde bu değerler 4.15-6.58 log kob/g değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.6). Bu artış üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P < 0.001$).

Örnek grupları kendi içinde kıyaslandığında vakum grubu örneklerin *Pseudomonas* sayısı diğer grup örneklere göre daha az artmıştır. En fazla artış 4.65 logaritmik birimle MAP 1 grubu örneklere aittir. Depolama sonunda ulaşılan en yüksek *Pseudomonas* sayısı 6.58 log kob/g değeriyle yine MAP 1 grubuna aittir. Depolama sonunda en düşük *Pseudomonas* sayısı ise vakum grubu örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bu durumun sebebi, bakterinin aerob olmasına bağlanabilir. Nitekim, Rao and Sachindra (2002) vakum paketlemenin *Pseudomonas* sayısını azalttığını ifade etmişlerdir. MAP 2 grubu örneklerin bakteri sayısının kontrol grubundan daha düşük çıkmasının sebebi MAP 2 de kullanılan CO₂ gazının *Pseudomonas*' ı inhibe etme etkisinden kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim, yapılan bir araştırmaya göre

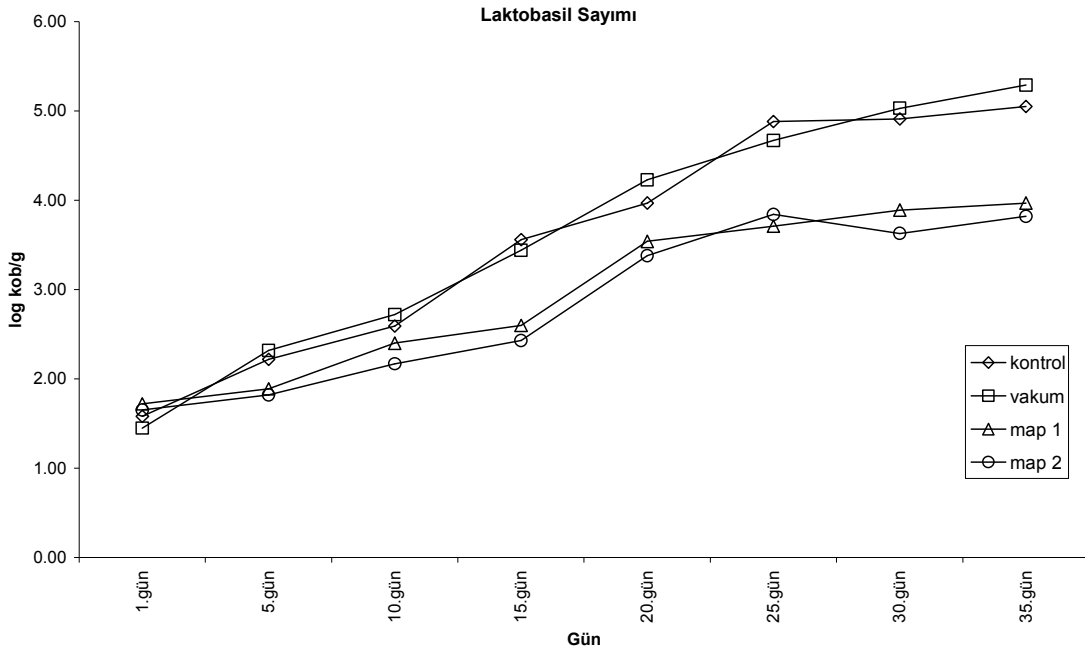
atmosfer bileşimindeki %10 CO₂ varlığının *Pseudomonas* gelişimini %50 oranında inhibe ettiği ifade edilmiştir (Rao and Sachindra, 2002).

Türk Gıda Kodeksi (Anon.,2000) nin belirttiği *Pseudomonas* sayısı dikkate alındığında kontrol örneklerinin ilk 30 gün, MAP1 örneklerinin ilk 20 , diğer örneklerin ise 35 gün boyunca limit değeri geçmediği tespit edilmiştir.

Çalışmada, kontrol, MAP1 ve MAP2 grubu örneklerinde baskın floranın *Pseudomonas*'a ait olduğu saptanmıştır. Nitekim bir çok çalışma aerobik koşullarda depolanan ette gelişen baskın bozucu bakterinin *Pseudomonas* olduğunu göstermiştir (Walsh and Kerry, 2002, Gill, 1991).

4.5.3. Laktobasil Sayımı

Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait laktobasil sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.14'de gösterilmiştir.



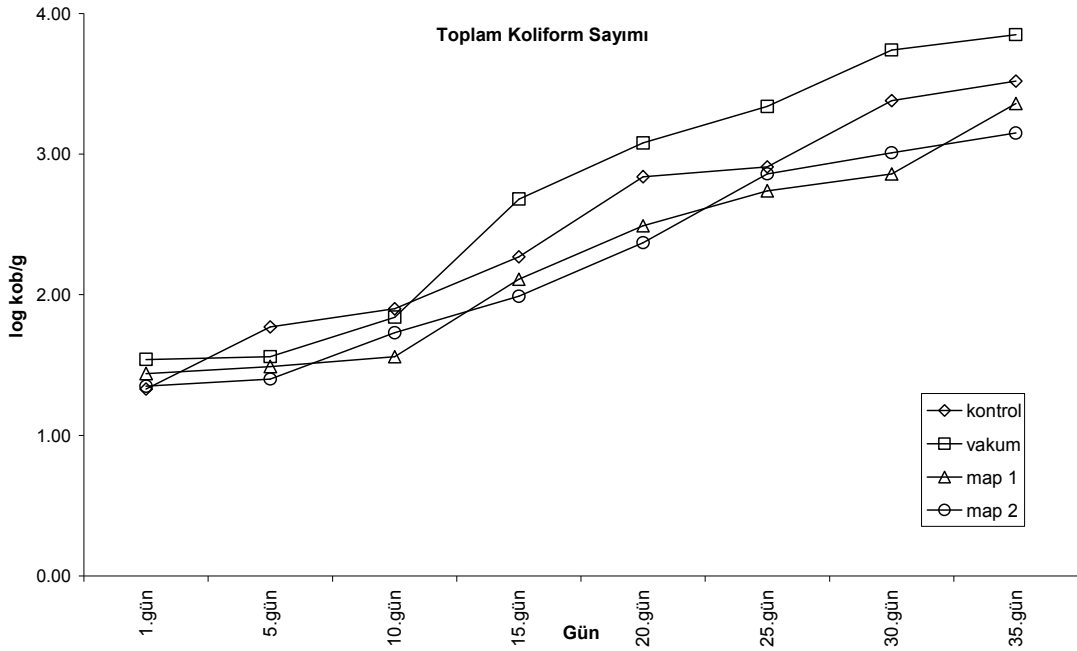
Şekil 4.14. Örneklerin Laktobasil Sayımı Bulguları Dağılımı

Çalışmanın 1. gününde kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum grubu örneklerin laktobasil sayıları sırasıyla 1.58, 1.72, 1.65, 1.45 log kob/g iken depolamanın son günü bu değerler sırasıyla 5.05, 3.97, 3.82, 5,29 log kob/g değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.6). Örneklerin laktobasil sayılarında meydana gelen değişim üzerine paketlenme yöntemi x gün interaksiyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P<0.001$). Depolama sonundaki en yüksek değer vakumla paketlenen örneklere aittir. Laktobasil sayısı en fazla vakum paketlenen örneklerde, 3.84 logaritmik birimlik artış göstermiştir. Bu durumun, laktobasillerin mikroaerofil olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, Rao and Sachindra (2002) yaptıkları çalışmada, buzdolabı koşullarında muhafaza ettikleri vakum paketlenmiş etlerin başlangıç laktobasil sayısı çok düşük düzeydeyken belirli süre sonunda en fazla çoğalan bakteri haline geldiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Christopher et al. (1980) yaptıkları araştırmada CO_2/N_2 ile paketlenen sığır bifteklerinin psikrotrof bakteri ve laktobasil sayılarının genellikle vakum paketlenen bifteklerle kıyasla daha düşük çıktığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada depolama sonunda en fazla laktobasil sayısı vakum paketlenen örneklerde bulunurken, yine depolama periyodunun sonunda en düşük *Pseudomonas* sayısı da vakum paketlenen örneklerde tespit edilmiştir. Yani vakum paketlenen örneklerde gelişen laktobasil bakterilerinin *Pseudomonas* ın gelişimini inhibe ettiği ifade edilebilir. Nitekim, *Pseudomonas* 'ın gelişiminin inhibe olduğu koşullarda fakültatif anaerob bakteriler kendi aralarında rekabet ederek doğal flora olarak gelişim gösterirler. Laktobasiller, anaerobik koşullar altında *B. thermosphacta* veya *Enterobacter*' den daha hızlı gelişirler (Rao and Sachindra,2002). Laktobasillerin antagonistik özelliği nedeniyle rekabet ettiği floranın gelişimini inhibisyon yeteneğine sahiptir. Laktobasiller tarafından üretilen antimikrobiyal ajanların *Pseudomonas* ve diğer gram negatif organizmalar üzerindeki inhibisyon etkisi yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Raccach, and Baker, 1978, Dubois et al., 1979).

4.5.4. Toplam Koliform Sayımı

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait toplam koliform bakteri sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

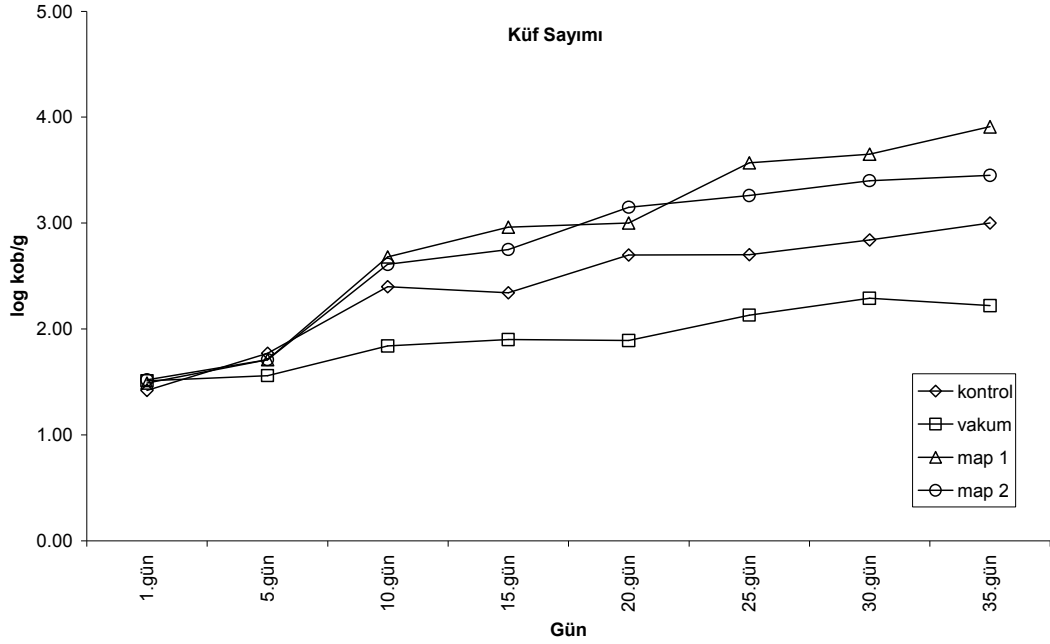


Şekil 4.15. Örneklerin Toplam Koliform Sayımı Bulguları Dağılımı

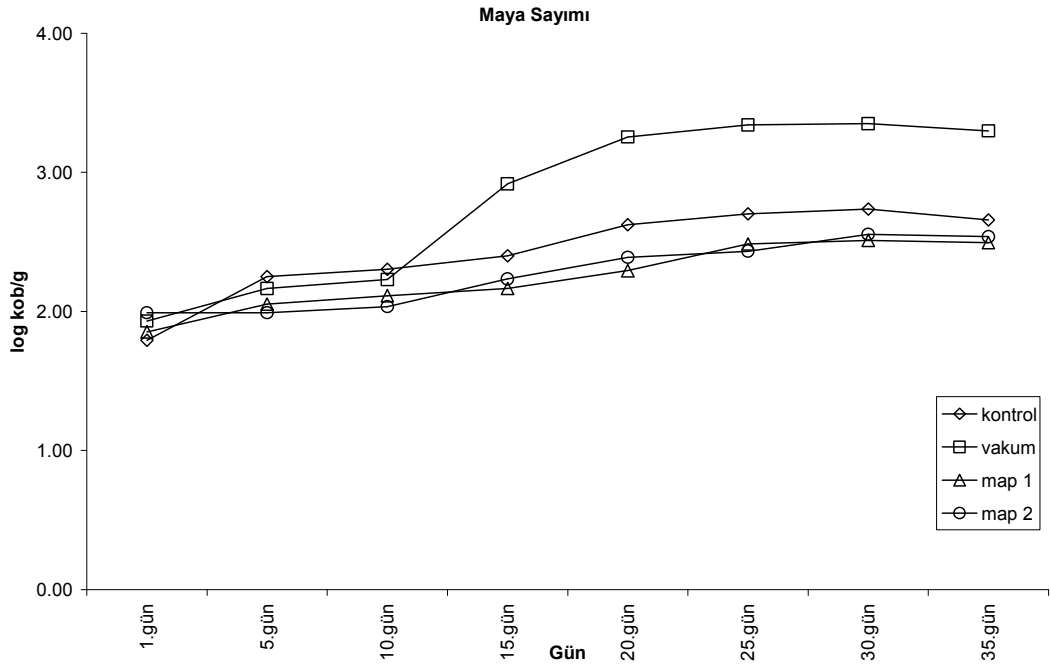
Gıda güvenliği ve sanitasyonun değerlendirilmesinde öncelikle koliform bakteriler aranmaktadır. Araştırmanın 1. gününde kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum grubu örneklerin toplam koliform sayıları sırasıyla 1.33, 1.44, 1.35, 1.54 log kob/g iken depolamanın son günü bu değerler sırasıyla 3.52, 3.36, 3.15, 3.85 log kob/g değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.6). Çalışma örneklerinde bulunan koliform grubu bakteri sayıları depolama süresi boyunca sürekli olarak artmıştır. Toplam koliform sayılarındaki değişim üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P < 0.001$). Depolama sonunda en yüksek değer vakum grubu örneklerine aitken en düşük değer ise MAP 2 örneklerinde tespit edilmiştir. Bu durumun koliform grubu bakterilerin fakültatif anaerob olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

4.5.5. Kf ve Maya Sayımı

Farklı paketleme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait küf sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.16'da, maya sayısının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Örneklerin Küf Sayımı Bulguları Dağılımı



Şekil 4.17. Örneklerin Maya Sayımı Bulguları Dağılımı

Küf ve maya sayıları, gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon uygulamalarının yeterliliği ile gıdanın işlenmesi, taşınması ve depolanması sırasında uygun sıcaklıklarda tutulmadığının bir göstergesi olması bakımından önem taşımaktadır. Gıdada yüksek sayıda küf bulunması, o gıdada mikotoksin bulunma olasılığını ve dolayısıyla sağlık riskini de artırır.

Araştırmanın 1. gününde kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum grubu örneklerin küf sayıları sırasıyla 1.42, 1.49, 1.52, 1.51 log kob/g iken depolamanın son günü bu değerler sırasıyla 3.00, 3.91, 3.45, 2.22 log kob/g değerlerine yükselmiştir (Çizelge 4.6). Örneklerin küf sayılarında meydana gelen değişim üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P<0.001$). Depolama sonunda en yüksek küf sayısı 3.91 log kob/g ile MAP1 örneklerine aittir. Bunu MAP2 ve kontrol örnek grupları 3.45 ve 3.00 log kob/g küf sayısı ile takip etmektedirler. Nitekim bu üç grup örneğin su kaybı vakuma göre daha fazladır ve su aktivite değeri ise daha düşük olması beklenmektedir. Bu nedenle küfler, vakum örneklerinden daha hızlı gelişim göstermiştir. Bu üç örnekten farklı olarak en düşük küf sayısı vakum örneklerinde 2.22 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu durumun nedeninin, küflerin aerob mikroorganizmalar olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Örneklerin başlangıç maya sayıları 1.79-1.98 log kob/g arasında değişmekte iken depolama periyodunun sonunda bu değerler 2.66- 3.30 log kob/g değerlerine artış göstermiştir (Çizelge 4.6). Örneklerin maya sayılarında meydana gelen artış üzerine paketleme yöntemi x gün interaksyonunun önemli düzeyde etki ettiği saptanmıştır ($P<0.001$). Depolama sonunda en yüksek maya sayısı 3.30 log kob/g ile vakum grubu örneklere aittir. Genel olarak kontrol, MAP1, MAP2 ve vakum örneklerinin maya sayılarında önemli değişimler gözlenmemiştir. Vakumda maya gelişiminin fazla olmasının nedeni küf gelişiminin düşük olduğu ortamda maya gelişiminin fazla olabileceği düşüncesi ile açıklanabilir.

4.5.6. Enterobacteriaceae, E. coli, Staphylococcus aureus, Salmonella Sayımları

Çalışma örneklerinde 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerde yapılan analizler sonucunda hiçbir günde ve hiçbir örnekte *Enterobacteriaceae* familyasına ait mikroorganizmaya rastlanmamıştır. Gıda güvenliği açısından gıdalarda önemli sayılabilecek düzeyde *Enterobacteriaceae* veya koliform bakteri bulunması; hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun olmayan işlemler sırasında gerçekleşen kontaminasyonların meydana gelmesi ile enteropatojenik ve toksijenik organizmaların gıdada bulunma olasılığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak *Enterobacteriaceae* sayımından negatif sonuç alınması, gıdada kesin olarak enterik patojen mikroorganizmaların bulunmayacağı anlamına gelmez (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Çalışma örneklerinde 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerde yapılan analizler sonucunda hiçbir günde ve hiçbir örnekte *E. coli* 'ye rastlanmamıştır. Bu bakterinin temel habitatı insan ve sıcak kanlı hayvanların bağırsak sistemidir. *E. coli* 'nin gıdada bulunması, fekal orjinli olması nedeniyle, genel olarak gıdaya direkt veya indirekt yolla bir dışkı bulaşmasının olduğuna işaret eder. Yüksek düzeyde *E. coli* varlığı gıdanın uygun olmayan ya da yetersiz hijyen ve sanitasyon koşullarında üretilip depolandığı konusunda kesin bir fikir verir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999).

Staphylococcus türlerine insanların ağız, burun, el ve derilerinde normal veya geçici flora üyeleri olarak her zaman rastlanmaktadır. *Staphylococcus* türlerinin gıdalarda yüksek sayıda bulunması sağlık açısından potansiyel bir tehlikenin işareti sayılmaktadır. Ayrıca yüksek *Staphylococcus* sayıları, genelde sanitasyon veya sıcaklık kontrolünün herhangi bir aşamada yetersiz olduğunun, işlem sırasında gıdaya veya gıdanın temas ettiği yüzeylere insan veya çığ materyalin çeşitli şekillerle temas ettiğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş,1999). Çalışma örneklerinde 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerde yapılan analizler sonucunda hiçbir günde ve hiçbir örnekte *Staphylococcus aureus*'a rastlanmamıştır. Nitekim, *S. aureus*' un 12,8°C'de %75 CO₂ ve %25 O₂ içeren ortamda tamamen inhibe edildiği bildirilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş,1999). Tez çalışmasında da bu çalışmaya benzer olarak modifiye atmosfer paketlenen etlerde *S. aureus*' un gelişmediği gözlenmiştir.

Çalışma örneklerinde 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerde yapılan analizler sonucunda hiçbir günde ve hiçbir örnekte *Salmonella* 'ya rastlanmamıştır. Nitekim, en az % 20 oranındaki CO₂, *Salmonella* üzerinde inhibe edici etkiye sahiptir (Ünlütürk ve Turantaş,1999). Tez çalışmasında kullanılan MAP grubu örneklerin gaz bileşiminde bulunan karbondioksit oranları *Salmonella* üzerinde inhibisyon etkisi yaratmış olabilir.

4.6. Duyusal Renk Değerlendirme

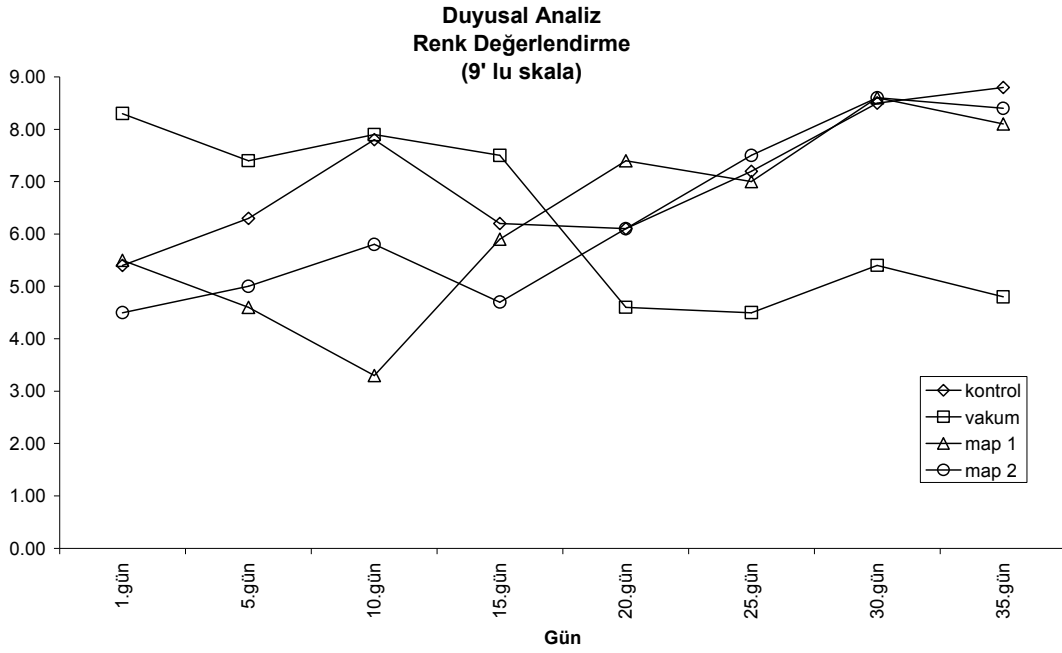
Çalışmada, sığır sırt bölgesinden elde edilen kontrfileler yaklaşık 1.5-2.0 cm kalınlığında dilimlenerek dört farklı yöntemle paketlenmiştir. Örneklerde 35 günlük depolama periyodu boyunca duyusal renk analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen renk analiz bulguları (duyusal) Çizelge 4.7' de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Örneklerin Duyusal Analiz (Duyusal Renk Değerlendirme) Bulguları*

Analiz	Örnek	1. gün	5.gün	10.gün	15.gün	20.gün	25.gün	30.gün	35.gün
Duyusal Renk Analizi ¹	Kontrol	5.40	6.30	7.80	6.20	6.10	7.20	8.50	8.80
	Map1	5.50	4.60	3.30	5.90	7.40	7.00	8.60	8.10
	Map2	4.50	5.00	5.80	4.70	6.10	7.50	8.60	8.40
	Vakum	8.30	7.40	7.90	7.50	4.60	4.50	5.40	4.80
1-P<0.001 LSD _{interaksiyon} =0.632									

* Verilen değerler iki ayrı analiz sonucunun ortalamasıdır.

Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenmiş kontrfile örneklerine ait duyusal renk puanlarının depolama gününe bağlı değişimi Şekil 4.18 'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Örneklerin Duyusal Renk Değerlendirme Bulguları Dağılımı

Materyal-metot bölümünde anlatıldığı gibi duysal renk değerlendirmede puanlama; 1= Aşırı solgun, 2=çok solgun, 3= solgun, 4= Hafif solgun, 5= tipik et rengi, 6= hafif koyu, 7= koyu, 8= çok koyu, 9= aşırı koyu şeklinde yapılmıştır. Depolamanın 1 gününde en yüksek puan vakum paketlenen örneklerde tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde ise en düşük puan yine vakum grubu örneklerde gözlenmiştir. Dolayısıyla örneklerin duysal renk puanlamasında en fazla düşüş vakum grubu örneklerde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.7). 35 günlük depolama süresi boyunca çok koyudan hafif solguna doğru rengin açıldığı gözlenmiştir.

Kontrol, MAP1 ve MAP 2 grubu örneklerin başlangıç duysal skoru 4.5-5.5 arasında değişirken depolamanın sonunda bu değerler 8.1-8.8 değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 4.7). Bu da rengin depolama boyunca gittikçe koyulaştığını göstermektedir. Yapılan duysal renk değerlendirme sonucunda MAP1 ve MAP2 grubu örneklerin 15-20 gün boyunca tüketici tarafından kabul edilebilir taze parlak kırmızı et rengine sahip olduğu saptanmıştır. Nitekim, Okayama (1985) yaptığı çalışmada %80 O₂ ve %20 CO₂ içeren atmosferde paketlenen sığır konfrilelerin +4° C' de 13 gün boyunca tüketici tarafından kabul edilebilir taze görüntüyü sürdürdüğünü belirlemiştir. Kontrol, MAP1 ve MAP2 grubu örneklerde rengin koyulaşmasının sebebi, renk pigmentlerinde meydana gelen reaksiyonlar olabileceği gibi bunun yanında su kaybına bağlı olarak et yüzeyindeki pigmentlerin konsantrasyonunun artması da rengin koyulaşmasına etki etmiş olabilir (Aberle et al, 2002). Çünkü en fazla su kaybı kontrol, MAP1 ve MAP2 örneklerinde gerçekleşmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı paketlenme yöntemlerinin ve depolama süresinin taze kırmızı etin kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Dilimlenmiş taze sığır eti; aerobik (kontrol), MAP1 (%60 O₂+ %40 CO₂), MAP2 (%60 O₂+ %20 CO₂+%20 N₂) ve vakum yöntemleriyle paketlenmiştir. Örneklerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal (renk) nitelikleri depolamanın 1., 5., 10., 15., 20., 25., 30. ve 35. günlerinde araştırılmıştır.

Araştırma bulguları ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Kontrol ve modifiye atmosferde paketlenen örneklerin paket içindeki gaz bileşimi depolama periyodu boyunca değişime uğramıştır. Daha önce yapılmış olan çalışmalar göz önüne alındığında, bu durumun nedeninin taze etin solunumu, mikrobiyal aktivite ve paketlenme materyalinin gaz geçirgenliği olduğu ifade edilmiştir.
2. Depolama boyunca tüm örneklerin ağırlık kaybında önemli düzeyde artış meydana gelmiştir. Ancak vakum paketlenen örneklerde ağırlık kaybı diğer örneklerden farklı olarak daha az artış göstermiştir. Depolama sonunda en düşük ağırlık kaybı değeri vakum paketlenen örneklerle aittir. Çalışmada elde edilen bulgular konu ile ilgili mevcut literatür ile benzerlik göstermektedir.
3. Depolama boyunca tüm örneklerin su tutma kapasitesinde önemli düzeyde düşüş meydana gelmiştir. Bu çalışmada, 35 günlük depolama süresi boyunca örneklerin su tutma kapasitesi azalırken, ağırlık kaybının arttığı ortaya konmuştur. En yüksek su tutma kapasitesi vakum paketlenen örneklerde gözlenmiştir.
4. Farklı paketlenme yöntemleriyle paketlenen dört farklı örnek grubunun Warner-Bratzler kesme kuvveti değerleri incelendiğinde depolama boyunca sürekli artış gösterdiği belirlenmiştir. En fazla artış kontrol grubu örneklerle aittir. Bu durum, kontrol grubu örneklerin gevrekliğini, diğer örneklerle kıyasla daha fazla kaybettiğini göstermiştir. Depolama sonunda en yumuşak dokuya sahip örnek grubunun MAP1 grubuna ait örnekler olduğu bulunmuştur. Bunun su tutma kapasitesinin yüksek, ağırlık kaybının ise düşük olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.
5. Taze ette kalite kriteri olarak pH göz önüne alındığında kontrol örneklerinin 25. günden sonra tüketime uygun olmadığı, MAP1 ve MAP2 örneklerinin 30. günden sonra

tüketilemeyeceği, vakum paketlenen örneklerin ise 35. günden sonra tüketilmesinin sakıncalı olduğu tespit edilmiştir.

6. Lipit oksidasyon düzeyinin göstergesi olarak kabul edilen TBA değerleri depolama süresince artmıştır. Depolama sonunda lipit oksidasyonuna en fazla maruz kalan örnek grubu, en yüksek TBA değerine sahip olan kontrol grubu olarak tespit edilmiştir. Yüksek oksijenli atmosfer paketlemede kullanılan oksijenin taze ette lipit oksidasyonunu artırarak raf ömrünü kısaltması, MAP1 ve MAP2 örneklerinin TBA değerlerinin vakumdan daha yüksek çıkmasının nedeni olarak açıklanabilir. Lipit oksidasyonu göz önüne alındığında, vakum grubu örneklerin en uzun raf ömrüne sahip olabileceği ifade edilebilir.
7. Örneklerin depolama süresince myoglobin miktarları incelendiğinde genel olarak azalma kaydedilmiştir. Myoglobin miktarlarında meydana gelen düşüşler, a* (kırmızılık) değerlerindeki düşüşlerle uyum göstermektedir. Bu düşüşler, miyoglonin renk reaksiyonları, tepe boşluğundaki gaz bileşiminde bulunan gazların renk üzerine etkileri ve su kaybı ile ilişkilendirilmiştir.
8. En önemli kalite kriterlerinden biri olan renk göz önüne alındığında, Hunter Lab renk sistemi içerisinde tespit edilen a*(kırmızılık) değerleri depolama boyunca en iyi vakum örneklerinde muhafaza edilmiştir. Kontrol grubu örneklerde ilk 25 gün , MAP2 örneklerinde ilk 20 ve MAP1 örneklerinde ilk 15 gün kırmızılık değerleri tüketici tarafından kabul edilebilir düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.
9. Türk Gıda Kodeksinin (Anon.,2000) belirlediği mikrobiyolojik kriterler dikkate alındığında, kontrol örneklerinin toplam canlı sayısının ilk 20 gün belirtilen değerler arasında olduğu saptanmıştır. Kontrol örnekleri, depolamanın 35 gün boyunca 4.86 logaritmik birim artış göstermiştir. Vakum paketlenen örneklerin toplam aerobik bakteri sayısının kontrol grubu ve MAP 1 grubu örneklerinkinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Mikrobiyolojik kalite açısından değerlendirildiğinde en iyi örnek grubunun 35. günün sonunda bile kritik değeri aşmayan MAP2 grubu olduğu saptanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi (Anon.,2000) nin belirttiği *Pseudomonas* sayısı dikkate alındığında kontrol örneklerinin ilk 30 gün, MAP1 örneklerinin ilk 20 , diğer örneklerin ise 35 gün boyunca limit değeri geçmediği tespit edilmiştir. Çalışmada, kontrol, MAP1 ve MAP2 grubu örneklerde dominant floranın *Pseudomonas*'a ait olduğu saptanmıştır. Vakum paketlenen örneklerde ise dominant floranın laktobasiller olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada depolama boyunca hiçbir örnek grubunda *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*'ya rastlanmamıştır.

10. Çalışmada elde edilen duyusal renk puanları incelendiğinde depolamanın sonunda tüketici beğenisine en uygun örnek grubunun vakumla paketlenen örnek grubu olduğu gözlenmiştir. Diğer örneklerde süre arttıkça koyulaşma ve renkte bozulmalar meydana gelmiştir. Bu da enstrümental renk analizi (L*,a*,b*) ve myoglobin miktarlarındaki değişimlerle uyum göstermektedir.

Sonuç olarak, dilimlenmiş taze sığır etinin koruyucu paketlenme yöntemleri kullanılarak perakende satışa sunulmasının cazip hale getirilmesi ve iyileştirilmesi hedeflenen bu çalışmada görsel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite açısından en düşük kalite hava ile paketlenen kontrol grubuna ait örneklerde tespit edilmiştir. En iyi görsel kalite vakum paketlenen örneklerde sağlanırken, mikrobiyolojik kalite açısından en olumlu sonuçların alındığı örnek grubu %60 O₂+ %20 CO₂+%20 N₂ gaz bileşiminde paketlenen MAP2 grubu örneklerdir. Bunun yanında vakum paketlenmenin fireyi düşürmesi ticari ve ekonomik açıdan önemli bir sonuç olarak göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada, paketlenme yöntemleri, taze kırmızı etin muhafazası, taşınması ve perakende satışında; muhafaza süresi, görsel kalite ve halk sağlığı açısından değerlendirilerek olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular; taze sığır etinin perakende satışında ambalajlama teknolojisinin kullanımını ülkemizde yaygınlaştırılması açısından önem arz etmektedir. Ambalaj teknolojisindeki gelişmeler, maliyeti düşürmeli, daha uzun raf ömrü, maksimum gıda güvenliği ve hijyeni sağlayacak ve çevre dostu olacak şekilde gelişim göstermelidir.

6. KAYNAKLAR

1. Aberle, E.D., Forrest, J.C., Gerrard, D.E., Mills, E.W., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A (Edit.). Principles of Meat Science. Fourth Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. 2002.
2. Anonymous, 1990. Türk Standartları. Kasaplık Sığır Gövde Etleri – Parçalama Kuralları. TS 8553/ Kasım 1990. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara. 1990.
3. Anonymous, 2006. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliği (Tebliğ No: 2006/31). Resmi Gazete Tarihi: 07.07.2006 Resmi gazete sayısı: 26221. 2006.
4. Anonymous, 2007. www.unido.org/file-storage/view/unido_fs_5373_user_folder/23-MODIFIEDATMOSPACKAGING.5.pdf
5. Ayçiçeği, H., Oğuz, U., Karcı, K. Determination of total aerobic and indicator bacteria on some raw eaten vegetables from wholesalers in Ankara, Turkey. Int. J. Hyg. Environ. Health. 209, 197-201. 2006.
6. Bell, R. G., Graut, A.M. the effective product life of vacuum packaged beef imported into Saudi Arabia by sea, as assessed by chemical, microbiological, and organoleptic criteria. Meat Science, 36, 381-396. 1994.
7. Cayuela, J.M., Gill, M.D. Banon, S. And Garrido, M.D. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality of pork lion . European Food Research and Tech. 219, 316-320. 2004.
8. Christopher, F.M., Carpenter, Z.L. Dill, C.E., Smith, G.C., Vanderzant, C. J. Food. Prot. 43, 4. 259. 1980.
9. Clark, D.S., Lentz C.P. Can Inst. Food Sci. Tech. J. 2,72. 1969.
10. Çelik, T.H. paketlenmiş olarak satılan taze etlerin mikrobiyolojik kaliteleri. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara. 1993.

11. Davies, A.R. Advances in modified atmosphere packaging. In: Gould, G.W. (Edit.) New Methods of Food Preservation. Unilever Research Laboratory Bedford. 1995.
12. Demirci, M. Beslenme. Dizgi Basım. Tekirdağ. 2005
13. Doherty, A.M. , Sheridan, J.J., Allen, P., McDowel, D.A., Blair, J.S. Physical Characteristics of Lamb primals packaged under vacuum and modified atmospheres. Meat Science 42,3. 315-324. 1996
14. Dubois, G.; Beaumier, M. Charbinneau, R. J. Food Sci. 44, 1649. 1979
15. Farber, J.M. Microbiological Aspects of Modified Atmosphere Packaging Technology-A Review, J. Food Protection. 54,1: 58-70. 1991.
16. Gill, C.O. Extending the storage life of raw chilled meats. Meat Science. 43, 99-109, 1996.
17. Gill, C.O., Extending the storage life of raw meat. Preservative atmospheres. Technical Bulletin1, Dept of Applied Micro. And Food Sci. University of Saskatchewan, Saskatoon. 1991.
18. Gökalp, F. Gıda ürünleri satın alma davranışında ambalajın rolü. Ege Akademik Bakı. 7(1), 79-97. 2007.
19. Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuar uygulama klavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 318. Erzurum, 1995.
20. Göktan, D. Gıdaların mikrobiyal ekolojisi. Et mikrobiyolojisi cilt 1. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir. 1990.
21. Gray, J.I., Gomaa, E.A., Buckley, D.J. Oksidative quality and shelf life of meats. Meat Sci. 43, 111-123. 1996.
22. Halkman, A. K. (Edit.) Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara. 2005

23. Hood, D.E. and Mead, G.C. Modified atmosphere storage of fresh meat and poultry. In: Principles and applications of modified atmosphere packaging of food. (Parry, T. Edit.) Glasgow, 269. 1993)
24. Insausti, K., Beriain, M.J., Purroj, A., Alberti, P., Lizaso, L. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere . Meat Sci. 53, 241-249. 1999.
25. Jackson , T.C., Acuff, G.R., Vanderzant, C., Sharp, T.R. and Savell, J.W. Identification and evaluation of volatile compounds vacuum and modified atmosphere packaged beef striploins. Meat Sci. 31, 175. 1992.
26. Jakobsen, M. And Bertelsen, G. The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A Review. Journal of Muscle Foods, 13, 143-168. 2002.
27. Johnson, B.Y. Chilled vacuum packed beef . A guide to processing this high quality product for the export market. CSJRO Food Research Quarterly. 34, 14-20. 1974.
28. Juncher, D., Ronn, B., Mortensen, E.T., Henckel, P., Karlsson,, A., Skibsted, L.H and Bertelsen, G.effect of pre-slaughter physiological conditions on the oksidative stability of color and lipid oxidation during chill storage of pork. Meat Sci. 58, 347-357. 2001
29. Kayaradı, S., Gök, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). Meat Sci. 66, 249-257. 2003.
30. Kılınç, B., Çaklı, Ş. Packaging technics, the effects on microbial flora of fish and shellfish. E.Ü. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 18,1/2. 279-291. 2001.
31. Kılınç, B., Çaklı, Ş.Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 349-353. 2004.
32. Lopez-Lorenzo, P.Hernandez, P., Sanz-Perez, B., Ordonez, J.A. Effect of oxygen and carbondioxide- enriched atmospheres on shelf life extension of refrigerated ground pork. Meat Sci. 4, 89-94. 1980.

33. Lund, M.N., Lametsch, R., Hviid, S., Jensen., O.N., Skibsted, L.H. High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. *Meat Science* 77, 295-303. 2007.
34. Mancini, R.A., Hunt, M.C. Current research in meat color. *Meat Science*. 71, 100-121.2005
35. Marriott, N.G., Smith, G.C, Hoke, K.E., Carpenter, Z.L. Short term transoceanic shipments of fresh beef . *Journal of Food Sci.* 42, 321.
36. McMillin, K.W. Where is MAP Going? A Review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science* 80, 43-65. 2008.
37. Mullan, M., McDowell, D. 2003. Modified atmosphere packaging. In: Coles, R., McDowel, D., Kirwan, M.J. (Edit.) *Food Packaging Technology*. CRC Pres. London. 303-339. 2003.
38. O'Grady, M.N., Monahan, F.J., Fallon, R.J. and Allen, P. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oksidative stability of beef . *J. Animal Sci.*, 79, 2827. 2001.
39. Okayama, T., Effects of modified gas atmosphere packaging after dip treatment on myoglobin and lipid oxidation of beef steaks. *Meat Science* 19, 179-185. 1985.
40. Ordonez, J. A., & Ledward, D. G. Lipid and myoglobin oxidation in pork stored in oxygen and carbon dioxide enriched atmospheres. *Meat Science*, 1, 45–48. 1977.
41. Öztan, A. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayın no: 1. Ankara.2003.
42. Payne, S.R., Durham, C.J., Scott, S.M. and Devine, C.E. The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. *Meat Sci.*,49, 277. 1998.
43. Pearson, A.M.and T.R. Dutson (Edit.). *Quality Attributes and Their Measurement In Meat, Poultry and Fish Products*. Advances in meat research series Vol: 9. Gaithersburg, Maryland. 1999.

44. Raccach, M., Baker, R.C. J. Food prot. 41,703. 703
45. Rao, N.D., Sachindra, N.M., Modified Atmosphere and Vacuum Packaging of Meat and Poultry Products. Food Reviews International. 18-4: 263-293. 2002.
46. Rossi, M. Packaging Under Vacuum/Chilled Storage. Packaging Technical Center, Sealed Air s.r.l., Passirana di Rhio, Milano, Italy. 2003.
47. SAS 1999. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1999.
48. Seideman, S.C., Durland, P.R. Vacuum packaging of fresh meat. A Review. Journal of Food Quality.6, 29-47. 1983.
49. Sivertsvik, M., Rosnes J.T., Bergslien, H. Modified Atmosphere Packaging. In: Minimal Processing Technologies In The Food Industry. Ohlsson, T., Bengtsson, N. (Edit.) Whhodhead Publishing Limited and CRC Pres. 61-85. 2002
50. Sorheim, O, Nissen, H. Current technology for MAP Meat. Food Marketing and Tech. August,39.
51. Sorheim, O., Aune, T., Nesbakken, T. Technological hygienic and toxicological aspects of CO used in MA packaging of meat. Trends in Food Sci. and Tech., 8,307. 1997.
52. Stiles, M. E. Modified atmosphere packaging of meat, poultry, and their products. In M. E. Stiles (Ed.), Modified atmosphere packaging of food New York. 118–147. 1990.
53. Stiles, M.E. Modified Atmosphere Packaging of Meat, Poultry and Their Products. In: Ooraikul, B. and Stiles, M.E. (Edit.) Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood Lim. England.118-147. 1991.
54. Taylor, A.A., Down, N.F. and Shaw B. G. Comparison of modified atmosphere and vacuum skin packing for the storage of red meats. Int. J. of Food Sci. and Tech. 25,98-109. 1990.
55. Taylor, A.A., Down, N.F. and Shaw, B.G. A comparison of modified atmosphere and vacuum skin packaging for the storage of red meats. Int.J. Fd. Sci. and Tech. 25, 98. 1990.

56. Taylor, S.A. Modified atmosphere packing of meat. In: Taylor, S.A., Raimundo, A., Severini, M. and Smulders, F.J.M. (Edit.) Meat Quality and Meat Packaging. Utrecht. 1996.
57. Üçüncü, M. Gıda Ambalajlama Teknolojisi. İzmir, 2007. 733-787.
58. Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. (Edit.) Ege Üniversitesi . İzmir. 1999.
59. Vural, H., Öztan, A. Et Ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Klavuzu. Hacettepe Üniversitesi Müh. Fak. Yayınları yayın no: 36. Ankara. 1996.
60. Walsh, H.M., Kerry, J.P. University Collage Cork. Meat Packaging. CRC Press. 2002.
61. Young, L. L., Riviere, R. O., & Cole, A. B. Fresh red meats. A place to apply modified atmospheres. Food Technology, 42(9), 65–69. 1988.
62. Zakrys, P.I., Hogan, S.A., OSullivan, M.G., Allen, P., Kerry, J.P. effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. Meat Science. 79, 648-655. 2008.
63. Zhao, Y., Wells, J.H. and McMillin, K.W. Applications of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats. Review. J. Muscle Foods. 5, 299-328. 1994.

7. EKLER

Dependent Variable: a

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	2086.328791	67.300929	246.10	<.0001
Error	32	8.751171	0.273474		
Corrected Total	63	2095.079962			

R-Square Coeff Var Root MSE a Mean
 0.995823 3.375313 0.522948 15.49331

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	136.040480	45.346827	165.82	<.0001
gun	7	906.370235	129.481462	473.47	<.0001
pakyon*gun	21	1043.918076	49.710385	181.77	<.0001

Dependent Variable: Ağırlık

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	3738.162197	120.585877	424.18	<.0001
Error	32	9.096994	0.284281		
Corrected Total	63	3747.259191			

R-Square Coeff Var Root MSE agirlik Mean
 0.997572 3.997461 0.533180 13.33797

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	78.357405	26.119135	91.88	<.0001
gun	7	3405.570940	486.510134	1711.37	<.0001
pakyon*gun	21	254.233852	12.106374	42.59	<.0001

Dependent Variable: CO₂

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	8194.567200	356.285530	810.33	<.0001
Error	24	10.552300	0.439679		
Corrected Total	47	8205.119500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CO ₂ Mean
0.998714	3.370609	0.663083	19.67250

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	2	8058.193663	4029.096831	9163.72	<.0001
gun	7	26.879367	3.839910	8.73	<.0001
pakyon*gun	14	109.494171	7.821012	17.79	<.0001

Dependent Variable: Duyusal

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	148.1743750	4.7798185	49.34	<.0001
Error	32	3.1000000	0.0968750		
Corrected Total	63	151.2743750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	duyusal Mean
0.979507	4.795339	0.311247	6.490625

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	6.3868750	2.1289583	21.98	<.0001
gun	7	31.4993750	4.4999107	46.45	<.0001
pakyon*gun	21	110.2881250	5.2518155	54.21	<.0001

Dependent Variable: Entrob.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	22.69165100	0.73198874	675.03	<.0001
Error	32	0.03470000	0.00108438		
Corrected Total	63	22.72635100			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	entrob Mean
0.998473	1.775074	0.032930	1.855125

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	1.15963350	0.38654450	356.47	<.0001
gun	7	19.31126600	2.75875229	2544.09	<.0001
pakyon*gun	21	2.22075150	0.10575007	97.52	<.0001

Dependent Variable: Toplam Kolif.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	38.41557500	1.23921210	1502.08	<.0001
Error	32	0.02640000	0.00082500		
Corrected Total	63	38.44197500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	kolif Mean
0.999313	1.186587	0.028723	2.420625

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	2.35812500	0.78604167	952.78	<.0001
gun	7	35.03317500	5.00473929	6066.35	<.0001
pakyon*gun	21	1.02427500	0.04877500	59.12	<.0001

Dependent Variable: Kuf

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	32.85128694	1.05971893	1069.75	<.0001
Error	32	0.03170000	0.00099062		
Corrected Total	63	32.88298694			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	kuf Mean
0.999036	1.269745	0.031474	2.478781

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	8.63978269	2.87992756	2907.18	<.0001
gun	7	20.97617044	2.99659578	3024.95	<.0001
pakyon*gun	21	3.23533381	0.15406351	155.52	<.0001

Dependent Variable: L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	934.4937387	30.1449593	49.87	<.0001
Error	32	19.3416722	0.6044273		
Corrected Total	63	953.8354109			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	L Mean
0.979722	1.991244	0.777449	39.04339

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	125.0252602	41.6750867	68.95	<.0001
gun	7	585.7108040	83.6729720	138.43	<.0001
pakyon*gun	21	223.7576745	10.6551274	17.63	<.0001

Dependent Variable: Lactobasil

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	84.22804375	2.71703367	1672.02	<.0001
Error	32	0.05200000	0.00162500		
Corrected Total	63	84.28004375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	lacto Mean
0.999383	1.235950	0.040311	3.261563

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	8.33296875	2.77765625	1709.33	<.0001
gun	7	72.14679375	10.30668482	6342.58	<.0001
pakyon*gun	21	3.74828125	0.17848958	109.84	<.0001

Dependent Variable: Maya

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	11.47836244	0.37026976	440.27	<.0001
Error	32	0.02691200	0.00084100		
Corrected Total	63	11.50527444			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	maya Mean
0.997661	1.189179	0.029000	2.438656

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	3.32551181	1.10850394	1318.08	<.0001
gun	7	6.60604919	0.94372131	1122.14	<.0001
pakyon*gun	21	1.54680144	0.07365721	87.58	<.0001

Dependent Variable: Myoglobin

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	5.96394316	0.19238526	14.39	<.0001
Error	32	0.42791648	0.01337239		
Corrected Total	63	6.39185964			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	miyo Mean
0.933053	7.988124	0.115639	1.447637

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	3.38742045	1.12914015	84.44	<.0001
gun	7	1.54015598	0.22002228	16.45	<.0001
pakyon*gun	21	1.03636674	0.04935080	3.69	0.0005

Dependent Variable: O₂

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	15877.12092	690.30961	2073.26	<.0001
Error	24	7.99100	0.33296		
Corrected Total	47	15885.11193			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	O ₂ Mean
0.999497	1.292656	0.577025	44.63875

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	2	15702.77199	7851.38599	23580.7	<.0001
gun	7	74.59059	10.65580	32.00	<.0001
pakyon*gun	14	99.75835	7.12560	21.40	<.0001

Dependent Variable: pH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	4.93511153	0.15919715	639.93	<.0001
Error	32	0.00796076	0.00024877		
Corrected Total	63	4.94307230			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pH Mean
0.998390	0.268558	0.015773	5.873060

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	0.23074066	0.07691355	309.17	<.0001
gun	7	4.43564773	0.63366396	2547.15	<.0001
pakyon*gun	21	0.26872314	0.01279634	51.44	<.0001

Dependent Variable: Piseudomanas

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	124.3485438	4.0112433	269.66	<.0001
Error	32	0.4760000	0.0148750		
Corrected Total	63	124.8245438			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	piseud Mean
0.996187	3.014459	0.121963	4.045937

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	13.8721063	4.6240354	310.86	<.0001
gun	7	100.7617937	14.3945420	967.70	<.0001
pakyon*gun	21	9.7146438	0.4626021	31.10	<.0001

Dependent Variable: Su Tutma

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	0.37543598	0.01211084	20.69	<.0001
Error	32	0.01873240	0.00058539		
Corrected Total	63	0.39416838			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	su tutma Mean
0.952476	8.882620	0.024195	0.272383

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	0.08883372	0.02961124	50.58	<.0001
gun	7	0.27614404	0.03944915	67.39	<.0001
pakyon*gun	21	0.01045823	0.00049801	0.85	0.6454

Dependent Variable: Toplam Canlı Sayısı

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	123.5906727	3.9867959	505.65	<.0001
Error	32	0.2523062	0.0078846		
Corrected Total	63	123.8429789			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	canli Mean
0.997963	1.598562	0.088795	5.554687

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	12.7306116	4.2435372	538.21	<.0001
gun	7	104.3249251	14.9035607	1890.22	<.0001
pakyon*gun	21	6.5351360	0.3111970	39.47	<.0001

Dependent Variable: TBA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	2.70622929	0.08729772	150.65	<.0001
Error	32	0.01854297	0.00057947		
Corrected Total	63	2.72477226			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TBA Mean
0.993195	6.441914	0.024072	0.373680

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	0.04916070	0.01638690	28.28	<.0001
gun	7	2.60053802	0.37150543	641.11	<.0001
pakyon*gun	21	0.05653057	0.00269193	4.65	<.0001

Dependent Variable: Texture (Force)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	117.4741349	3.7894882	12.00	<.0001
Error	32	10.1066929	0.3158342		
Corrected Total	63	127.5808278			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	texF Mean
0.920782	14.55011	0.561991	3.862454

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pakyon	3	23.05085390	7.68361797	24.33	<.0001
gun	7	32.02255674	4.57465096	14.48	<.0001
pakyon*gun	21	62.40072427	2.97146306	9.41	<.0001



Resim 6.1. Kontrol (5.gün)



Resim 6.2. Map1(5.gün)



Resim 6.3. Map2(5.gün)



Resim 6.4. Vakum(5.gün)



Resim 6.5. Kontrol (10.gün)



Resim 6. 6. Map1(10.gün)



Resim 6. 7. Map2(10.gün)



Resim 6.8. Vakum(10.gün)



Resim 6.9. Kontrol (15.gün)



Resim 6. 10. Map1(15.gün)



Resim 6. 11. Map2(15.gün)



Resim 6.12. Vakum(15.gün)



Resim 6.13. Kontrol (20.gün)



Resim 6.14. Map1(20.gün)



Resim 6.15. Map2(20.gün)



Resim 6.16. Vakum(20.gün)



Resim 6.17. Kontrol (30.gün)



Resim 6.18. Map1(30.gün)



Resim 6.19. Map2(30.gün)



Resim 6.20. Vakum(30.gün)



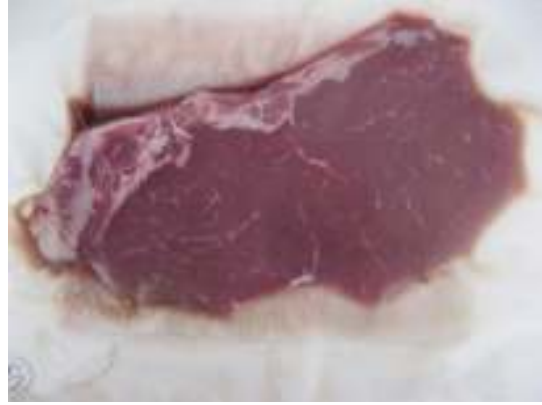
Resim 6. 21. Kontrol(35.gün)



Resim 6. 22. Map1(35.gün)



Resim 6. 21. Map2(35.gün)



Resim 6.22. Vakum(35.gün)

