



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKTİF NANO-AMBALAJ MATERYALİNİN ve AMBALAJLAMA
TEKNİĞİNİN DİLİMLENMİŞ PASTIRMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL KALİTESİNE ve RAF ÖMRÜNE
ETKİLERİ**

Gülsüm EROL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
EYLÜL-2014**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKTİF NANO-AMBALAJ MATERYALİNİN ve AMBALAJLAMA
TEKNİĞİNİN DİLİMLENMİŞ PASTIRMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL KALİTESİNE ve RAF ÖMRÜNE
ETKİLERİ**

Gülsüm EROL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
EYLÜL-2014

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKTİF NANO-AMBALAJ MATERYALİNİN ve AMBALAJLAMA
TEKNİĞİNİN DİLİMLENMİŞ PASTIRMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL KALİTESİNE ve RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ**

GÜLSÜM EROL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Zehra AYHAN danışmanlığında hazırlanan bu tez **10/09/2014** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Zehra Ayhan
Başkan

Prof. Dr. Mehmet Elmalı

Üye

Doç. Dr. Okan Eştürk

Üye

Kod No: 757

Prof. Dr. İsmail Hakkı KARAHA

Enstitü Müdürü

Bu çalışma TUBİTAK COST (Proje No: 111O333) ve Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 8561) tarafından desteklenmiştir.

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

10/09/2014

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Gölsüm EROL

ÖZET

AKTİF NANO-AMBALAJ MATERYALİNİN ve AMBALAJLAMA TEKNİĞİNİN DİLİMLENMiŞ PASTIRMANIN FİZİKSEL, KİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL KALİTESİNE ve RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ

Bu çalışmanın temel amacı üretimi zor ve maliyeti yüksek çok katlı ambalajlara alternatif olarak içerisinde nanokil eklenerek bariyer özelliği iyileştirilmiş ve aynı zamanda poli-beta-pinen (PßP) eklenerek antimikrobiyel özellik kazandırılmış nanomalzemenin, tüketime hazır dilimlenmiş pastırma raf ömrüne ve ürün kalitesine etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla dilimlenmiş pastırma örnekleri nanokompozit, PßP içeren nanokompozit ve PP esaslı çok katlı ambalaj malzemesi (kontrol) ile vakum, modifiye atmosfer (%50 CO₂, %50 N₂-aktif MAP) ve hava atmosferi (kontrol) altında ambalajlanmış, 6 ay boyunca +4°C’de depolanmış ve ürünün mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal kalitesi ve raf ömrü belirlenmiştir. Depolama süresince tüm uygulamalarda *Salmonella* spp, *Clostridium perfringens*, koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* patojenleri tespit edilmemiştir. Genel olarak ambalaj malzemesi ve atmosferin toplam aerobik mezofilik bakteri üzerinde depolama süresince çok önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı açısından 5. günden itibaren tüm uygulamalarda bakteriyel yükte başlangıç değerine (7.09 log kob/g) göre yaklaşık 1-2 log kob/g artış olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 180. gününde PßP içeren nanomalzemede ambalajlanan pastırmanın toplam bakteri yükünün aktif MAP ve vakum uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla yaklaşık 1-2 log daha düşük olduğu görülmüştür. Pastırmada baskın mikroflorayı oluşturan *Micrococcus/Staphylococcus*’ların 180. günde tüm uygulamalarda 7.32-9.24 log kob/g arasında olduğu tespit edilmiştir. Maya-küf sayısında 120. güne kadar önemli bir değişim gözlenmezken 150. günden itibaren nanokompozit malzemenin tüm uygulamalarında ve PßP içeren nanokompozit malzemenin vakum dışındaki uygulamalarında hızlı bir artış gözlenmiştir. Depolama süresince kırmızılık değerinin (a*) en iyi muhafaza edildiği uygulamalar çok katlı malzemenin tüm uygulamaları olmuştur. Ürün doku sertliği (maksimum kesme kuvveti, N) genel olarak depolama süresince artış eğilimi göstermiştir. Dilimlenmiş pastırmada tüm uygulamalarda depolama süresince önemli bir nem kaybı görülmemiş olup kullanılan ambalaj malzemelerinin düşük su buharı geçirgenliği ile ilişkilendirilmiştir. Pastırmanın başlangıç pH’sı 5.90 ve 180. günde 5.74-5.89 arasında olup, pastırma için mevzuatta yer alan maksimum pH 6 değerinin altındadır. Depolama süresince her üç malzemenin vakum uygulamalarında TBARS değerlerinin MAP uygulamalarına kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Depolama başlangıcında pastırma örneklerinde karbonil içeriği 3.38 nmol/mg olarak belirlenmiş ve 180 gün boyunca tüm uygulamalarda çok yüksek olmamakla birlikte artış eğilimi görülmüştür. Dilimlenmiş pastırma için duyusal nitelikler açısından en iyi sonuçlar çok katlı malzemenin tüm uygulamalarında ve PßP içeren nanomalzemenin vakum uygulamasında alınmıştır. PßP içeren nanomalzemenin pastırma üzerindeki antimikrobiyel etkinliği özellikle vakum uygulamasında daha fazla görülmüştür. PßP içeren nanomalzemenin vakum uygulamasında elde edilen 150 günlük raf ömrü, malzemenin üretim kolaylığı ve ekonomik olması göz önüne alındığında ticari olarak çok katlı malzemeye alternatif olarak kabul edilebilir bulunmuştur.

2014, 85 Sayfa

Anahtar Kelimeler: pastırma, nanomalzeme, MAP, aktif ambalajlama, raf ömrü

ABSTRACT

EFFECTS of ACTIVE NANO-PACKAGING MATERIAL and PACKAGING TECHNIQUE on PHYSICAL, CHEMICAL, MICROBIAL and SENSORY QUALITY and SHELF LIFE of SLICED PASTRAMI

The aim of this study was to investigate the effects of nanopackaging materials with improved barrier properties by nanoclay and antimicrobial properties by poly-beta-pinene (PβP) on the quality and shelf life of sliced salami as an alternative to the multilayered materials having complex production technique and high cost. For this purpose, sliced salami was packaged using nanocomposite films, nanocomposite films with PβP and multilayered material (control) under vacuum, active MAP (50% CO₂ and 50% N₂) and air atmosphere (control) and packaged products were stored at 4°C for 6 months, and microbiological, physical, chemical and sensory quality and shelf life of product were determined. *Salmonella* spp. *Clostridium perfringens* and coagulase positive *Staphylococcus aureus* were not detected in the products during storage time. In general, there are no significant effects of packaging material and atmosphere on the total mesophilic aerobic bacteria. Total aerobic bacteria increased 1-2 log CFU/g during storage period comparing to initial bacterial load (7.09 log CFU/g). Total aerobic bacteria of sliced salami packaged with PβP containing nanomaterial under active MAP and vacuum was 1-2 log CFU/g less than the other applications on the storage day of 180. *Micrococcus/Staphylococcus* as dominant microflora of pastrami was determined in the range of 7.32-9.24 log CFU/g at all applications at the end of the storage. Although there was no significant increase in yeast and mold count for the storage of 120 days, it increased for all applications of nanocomposite film and PβP containing nanomaterial except vacuum after 150 days. Product color (redness, a* value) was best preserved under all atmospheres of multilayered material. In general, product texture (maximum cutting force, N) was tended to increase with increased storage time. There was no significant moisture loss observed at all applications which is related to the low water vapor permeability of packaging materials used. The initial pH was 5.90 and was ranged 5.74-5.89 on 180. day which is less than pH 6 suggested for pastrami by national codex. TBARS of pastrami under vacuum were lower than that of MAP applications. The initial carbonyl content of the product was determined as 3.38 nmol/mg and slight increase was observed during storage period for all applications. The best results were obtained for sliced products at all applications of multilayer material and vacuum application of PβP containing nanomaterial in terms of sensory attributes tested. The antimicrobial effect of PβP on the pastrami was determined higher under vacuum than the other MAP applications suggesting direct contact of the material with the food surface. The shelf life of 150 days obtained by using PβP containing nanomaterial under vacuum was comparable to the shelf life of 150 days provided by multilayer material as considering low cost and easier production technique of active nanomaterial for preservation of sliced Turkish pastrami.

2014, 85 pages

Key Words: pastrami, nanomaterial, MAP, active packaging, shelf life

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma TÜBİTAK-COST (111O333) ve kısmi olarak da Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (8561) tarafından desteklenmiştir. TÜBİTAK'a bu projeye vermiş olduğu maddi destekten ve yüksek lisans bursundan dolayı çok teşekkür ederim.

Bu çalışmada kullanılan nanomalzemelerin üretimini gerçekleştirdiğimiz ve İtalya'da bulunan CNR-ICTP kuruluşuna ve projeye katkı sağlayan Dr. Clara Silvestre, Dr. Sossio Cimmino ve Dr. Donatella Duraccio'ya vermiş oldukları her türlü bilimsel destek için teşekkür ederim.

Tez konumun belirlenmesinde ve laboratuvar çalışmamda maddi ve manevi konuda hiçbir desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zehra Ayhan'a, yapılan analizlerde emeği geçen yüksek lisans öğrencileri Murat Altan, Bengisu Toplu, Sevda Selin Demir ve lisans öğrencisi Melis Önal'a teşekkürlerimi sunarım.

Ambalaj materyallerinin yapımında emeği geçen ve laboratuvar çalışmamda tecrübelerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Okan Eştürk'e, duyusal analizlerimde panelist olarak yer alan Ali Tekin, Aslıhan Küçük, Ayşe Yıldız, Duygu Günal, Eaylettin Öztürk, Gül Özyılmaz, Mehmet İsa Özer, Ar.Gör. Yunus Emre Şekerli'ye çalışmama sağladıkları katkıdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde yer alan ve değerli görüşleri ile bana yol gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Mehmet Elmalı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Her zorlukta yanımda olup maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen biricik aile üyelerim Tahir Zeki Erol, Cemile Erol ve Cavit Erol'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜRLER	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Pastırma Üretimi	4
2.2. Pastırmanın Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	5
2.3. Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP) Tekniği	9
2.4. Antimikrobiyel Ambalajlama ve Terpenler	13
2.5. Nanokompozitler.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Malzemeler.....	18
3.2. Nanokompozitlerin Üretimi	18
3.2.1. Nanomalzeme Üretimi	18
3.2.2. Aktif Nanomalzeme Üretimi.....	18
3.3. Nanomalzemelerde Kalınlık, OTR ve WVTR Ölçümleri.....	19
3.4. Torba Ambalajların Hazırlanması.....	19
3.5. Sızdırmazlık Testi (Boya Penetrasyon Testi).....	19

3.6. P��P İçeren Malzemenin Antimikrobiyel Etkinliğinin Test Edilmesi (ASTM 2149-10).....	20
3.6.1. Bakteriyel İnokulumun ve Filmlerin Hazırlanması	20
3.6.2. Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesi	20
3.6.3. Logaritmik/Yüzde Bakteriyel Azalma Oranının Hesaplanması	21
3.7. Antimikrobiyel P��P Difüzyonunun Belirlenmesi	21
3.8. Raf �mr� çalışması.....	23
3.8.1. �r�n İşleme ve Ambalajlama Yöntemleri	23
3.8.2. Tepe Boşluğu Gaz Analizi	24
3.8.3. Mikrobiyolojik Analizler	24
3.8.3.1. <i>Salmonella</i> spp.	24
3.8.3.2. <i>Clostridium perfringens</i> (Sülfit indirgeyen).....	26
3.8.3.3. <i>Staphylococcus aureus</i> (Koagülaz pozitif).....	26
3.8.3.4. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı	27
3.8.3.5. Maya-Küf Sayımı.....	27
3.8.4. Fiziksel Analizler	28
3.8.4.1. Renk Analizi.....	28
3.8.4.2. Doku (Tekstür) Analizi	28
3.8.5. Kimyasal Analizler.....	28
3.8.5.1. Nem İçeriği Tayini	28
3.8.5.2. pH Tayini	29
3.8.5.3. Lipit Oksidasyonu	29
3.8.5.4. Protein Stabilitesi (Karbonil İçeriği).....	31
3.8.6. Duyusal Değerlendirme	32
3.8.7. İstatistiksel Analizler.....	33

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Nanomalzemelerde Kalınlık, OTR ve WVTR Sonuçları.....	34
4.2. Torba Ambalaj Üretimi ve Sızdırmazlık Testi Sonuçları	35
4.3. PßP içeren Malzemenin Antimikrobiyel Etkinliğı.....	37
4.4. PßP İçeren Malzemedan PßP Difüzyonu	38
4.5. Raf Ömrü Çalışması.....	41
4.5.1. Ambalaj Tepe Boşluğu Gaz Oranları.....	41
4.5.2. Mikrobiyolojik Kalite	44
4.5.3. Fiziksel Kalite	49
4.5.3.1. Renk Değışimi.....	49
4.5.3.2. Tekstür Değışimi	53
4.5.4. Kimyasal Kalite.....	56
4.5.4.1. Nem İçeriğı.....	56
4.5.4.2. pH.....	57
4.5.4.3. Lipit Oksidasyonu	59
4.5.4.4. Protein Stabilitesi	62
4.5.5. Duyusal Kalite.....	65
4.5.6. Raf Ömrü.....	71
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	74
6. KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	82
EK 1 DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU	83
EK 2 PASTIRMA ÜRETİM AKIŞ ŞEMASI.....	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Pastırmanın üretim aşamaları.....	6
Şekil 2.2.	Poli-beta-pinenin (PβP) kimyasal yapısı.....	14
Şekil 2.3.	Nanoteknolojinin gıda ve gıda ambalajlama endüstrisindeki potansiyel uygulamaları.....	17
Şekil 3.1.	PβP standardının farklı konsantrasyonlardaki absorban değerleri	22
Şekil 3.2.	TBARS kalibrasyon eğrisi	31
Şekil 3.3.	BSA kalibrasyon eğrisi	32
Şekil 4.1.	Hazırlanan torba ambalajda ısı yapıştırma yapılan ve sızdırmazlık testinin yapıldığı kenarlar	36
Şekil 4.2.	Sızdıran torba ambalaj kaynak yerine örnek.....	37
Şekil 4.3.	Sızdırmayan torba ambalaj kaynak yerine örnek.....	37
Şekil 4.4.	Farklı ekstraksiyon sürelerinde ekstrakte edilen PβP konsantrasyonu (5 dk-10 gün)	40
Şekil 4.5.	Farklı ekstraksiyon sürelerinde ekstrakte edilen PβP konsantrasyonu (5 dk-120 dk)	40
Şekil 4.6.	Ambalajlanan gıda ile temas eden antimikrobiyel filmde, depolama ekstrakte edilen PβP konsantrasyonu.....	41
Şekil 4.7.	Farklı ambalaj materyali ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama sürecinde ambalaj tepe boşluğunda ölçülen oksijen oranları (%). (M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE, MAP1: %21 O ₂ %79 N ₂ , MAP2: %50 CO ₂ %50 N ₂).....	43
Şekil 4.8.	Farklı ambalaj materyali ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama sürecinde ambalaj tepe boşluğunda ölçülen karbondioksit oranları (%). (M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE, MAP1: %21 O ₂ %79 N ₂ , MAP2: %50 CO ₂ %50 N ₂).....	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	PβP standardının farklı konsantrasyonlardaki absorbands değerleri	22
Çizelge 4.1.	Üretilen filmlerde kalınlık, OTR ve WVTR değerleri.....	34
Çizelge 4.2.	Ambalaj materyalinin torba ambalaja dönüştürülmesi için uygulanan ısı yapıştırma sıcaklıkları	36
Çizelge 4.3.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	47
Çizelge 4.4.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince maya-küf sayısı.....	48
Çizelge 4.5.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince renk parametrelerinin (L*, a*) değişimi	51
Çizelge 4.5.	(Devamı) Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince renk parametrelerinin (b*, C*) değişimi.....	52
Çizelge 4.6.	Renk kriterlerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri	53
Çizelge 4.7.	Tekstür kriterlerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri	54
Çizelge 4.8.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince tekstür (sertlik ve sıklık) değişim.....	55
Çizelge 4.9.	Dilimlenmiş pastırmanın depolama başlangıcındaki ve sonundaki % nem miktarları	56
Çizelge 4.10.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince pH değişimi	58
Çizelge 4.11.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince TBARS değişimi (mg MDA/kg)	61
Çizelge 4.12.	Kimyasal niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri	63
Çizelge 4.13.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince karbonil içeriği (nmol DNPH/mg protein).	64
Çizelge 4.14.	Duyusal niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri.....	67
Çizelge 4.15.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (genel görünüş ve renk) değerlendirme sonuçları	68
Çizelge 4.15.	(Devamı) Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (koku ve tekstür) değerlendirme sonuçları..	69
Çizelge 4.15.	(Devamı). Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (tat ve genel ürün beğenisi) değerlendirme sonuçları.....	70

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA	: Varyans analizi
EVOH	: Etilen Vinil Alkol
MAP	: Modifiye Atmosferde Paketleme
MDA	: Malonaldehit
OTR	: Oksijen geçiş hızı
PA	: Polyamid
PE	: Polietilen
PP	: Polipropilen
PβP	: Poli-beta-pinen
TBA	: Tiyobarbütirik Asit
TBARS	: Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeleri
WVTR	: Su buharı geçiş hızı

1.GİRİŞ

Geleneksel bir et ürünümüz olan pastırma sağlıklı kasaplık büyükbaş hayvan gövde etlerinden usulüne göre ayrılan (söküm) parçaların teknolojik işlemlerden geçirilerek izin verilen katkı maddeleri ile hazırlanıp kurutulduktan sonra çemenlenmesi ve yeniden kurutulması ile elde edilen kemiksiz et ürünüdür (Yalanca, 2009). Uzun süreli akınlara ve savaşlara giden askerlerin besinsiz kalmamak için yanlarına aldıkları ve daha uzun süre dayanması için tuzlanan bu geleneksel ürünün kökeninin Orta Asya Hunları olduğu ve Selçuklular tarafından Anadolu'ya getirildiği bilinmektedir (Gökalp ve ark., 1999). Bilinen en eski et dayandırma yöntemi olan tuzlama ve güneşte kurutma tekniği ile üretilen etlere dünyanın birçok yerinde rastlamak mümkündür. Bu şekilde elde edilen et ürünlerine, Güney Afrika ülkelerinde Biltong, Güney Amerika'daki Charque, İsviçre'deki Bundnerfleisch, Doğu Afrika ve Somali'de Odka, Etiyopya'da Qwanta, Nijerya'da Kilishi ve Kızılderililerin törenlerde yedikleri Pemmican adı verilen et ürünleri ve Türklere özgü pastırma örnek gösterilebilir (Yücel,1993 ; Gökalp ve ark. 2002).

Kuru kürlenlen jambon gibi ürünlerde 18 ay gibi uzun üretim süreleri üründe tuz miktarının %11 düzeylerine çıkmasına neden olmaktadır (Coutron, 1996). İtalyan jambonu gibi ürünlerde tuz miktarları %5-9 arasında (Coutron-Gambotti ve ark., 1999) değişmekte olup, pastırmada son üründe kuru maddede %8.5'i geçmemesi öngörülmektedir (Anonim, 2002).

Günümüzde değişen yaşam tarzı, teknolojik gelişmeler ve zamanın verimli kullanılmasına ilişkin beklentiler doğrultusunda geleneksel ambalajlama sistemlerinin geliştirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle çalışma hayatından arta kalan zamanı verimli kullanmak amacıyla kullanıma hazır ve dilimlenmiş ürünlere talep artmıştır. Et ve et ürünlerinin paketlenmesinde vakum paketlenme, modifiye atmosferde paketlenme, aktif özellikle antimikrobiyel paketlenme, yenilebilir film paketlenme ve akıllı paketlenme gibi birçok teknoloji kullanılmaktadır (Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

Gıdaların muhafazasında her ürün kendi kimyasal yapısı doğrultusunda geliştirilen teknoloji ile raf ömürleri artırılmaya, duyuşal, fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Son zamanlarda tüketicilerin minimal

işlenmiş ve tüketime hazır ürünlere olan taleplerinin artması, bu konuda yapılan çalışmalara yön vermiştir.

Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) son 20 yılda, taze ve minimal işlenmiş gıdalar ile et ve et ürünlerinin muhafazasında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu yöntemle ortama gaz karışımı verilerek gıdayı çevreleyen ambalaj atmosferinin bileşimi değiştirilmektedir (Skandamis ve Nychas, 2002). Modifiye atmosferde paketlemenin prensibi, ambalaj ortamındaki havanın yerine gaz veya gaz karışımları verilerek baskın mikrofloranın metabolizmasını yavaşlatmak, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmektir (Erdinç ve Acar, 1996; Üçüncü, 2000; Sivertsvik ve ark., 2002; Özoğul ve ark., 2006). Bütün bu etkiler göz önüne alındığında MAP ve soğuk depolama ile dilimlenmiş salam ve pastırma gibi et ürünlerinin kalitesi önemli düzeyde korunabilir ve raf ömrü uzatılabilir (Moller ve ark. 2000; Eştürk ve Ayhan, 2009).

Etler ve et ürünleri mikroorganizmaların gelişip çoğalabilmeleri için uygun ortamlardır. Bu tür gıdalar yüksek nem içerikleri, azotlu besin öğeleri, mineral ve diğer gelişme faktörlerince zengin olmalarının yanında belli oranda fermente olabilir karbonhidrat (glikojen) içermeleri ve pH değerlerinin birçok mikroorganizmanın gelişmesine elverişli olması nedeniyle mikrobiyel gelişme sonucu kolayca bozulma niteliği taşımaktadırlar. Et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında ve güvenliğinin artırılmasında antimikrobiyel etki gösteren filmlerle ambalajlanması etkili bir yöntemdir. Antimikrobiyel gıda ambalaj materyallerinin kullanımı ile mikroorganizmaların gelişim fazı yavaşlamakta ve lag fazı uzatılmaktadır (Cutter, 2006). Beta-pinenin polimerizasyonu ile elde edilen poli-beta-pinenin ambalaj filmine katılarak özellikle nanoboyutlu malzemelerde antimikrobiyel etkinliğin belirlenmesi ve gıdalarda bu malzemenin test edilmesine yönelik bilimsel çalışmaya rastlanılmamıştır.

Tüketime hazır et ürünlerinin ambalajlanmasında, bariyer özellikleri nedeniyle çoğunlukla çok katlı (lamine) ambalaj malzemeleri kullanılmaktadır. Bu nedenle oksijen ve su buharı geçirgenliği düşük malzemelerin seçimi önemlidir. Bu amaçla, PVDC veya EVOH gibi bariyer materyalleri içeren çok katlı ambalaj malzemeleri tercih edilmektedir. Ancak PVDC ve EVOH içeren çok katlı ambalaj malzemeleri pahalıdır ve çevre dostu değildir. Lamine edilmiş malzemelerin geri dönüşümü günümüz teknolojisi ile mümkün değildir. Bu nedenle bariyer özellikleri geliştirilmiş nanomalzemelerin çok

katlı malzemelere alternatif olma potansiyeli araştırmaya değer görülmektedir. Gıda ambalajlamada nanoteknolojinin hızla geliştiği alan nanokompozitlerdir. Nanokompozitler nanoboyutta partiküllerin ambalaj malzemesine dolgu materyali olarak eklenmesiyle elde edilmektedir. Bu partiküller metal, metal oksitler, nanotüpler, fiber ya da nanokil olup malzemenin özellikle fiziksel, termal ve bariyer özelliklerini modifiye etmektedirler (Anonymous, 2008).

Bu çalışmada ticari olarak et ve et ürünlerinin ambalajlanmasında kullanılan çok katlı malzemelere alternatif olarak nano ve antimikrobiyel özellik kazandırılan ambalaj materyallerinin etkin olarak kullanılabilirliği, dilimlenmiş pastırmanın mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenerek test edilmiş ve raf ömrü belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Pastırma Üretimi

Pastırma, sığır karkaslarının belirli bölgelerinden büyük parçalar halinde çıkarılan etlerin, bir veya iki aşamada tuzlanması, baskılanması, kurutulması ve çemenlenmesiyle elde edilen kürlenmiş bir et ürünüdür (Gökalp ve ark. 2002; Anonim 2002). Pastırma üretim aşamalarına Şekil 2.1.'de yer verilmiştir. Pastırma üretiminde özellikle 3–6 yaş arası inek, tosun ve “toksa” adı verilen erkek mandaların etleri tercih edilmektedir. Pastırmalık hayvanın kanı iyice akıtılarak kesimi gerçekleştirilir ve yüzümü yapılır. Daha sonra hayvanın etleri boyun ve omuz, sırt, göğüs ve karın ile but olmak üzere 4 parçaya ayrılır ve bu parçalardan elde edilen pastırmalık etlerin kemikleri blok halinde çıkarılır (söküm). Pastırmalık etlerin tendonları, fasiaları, lenf yumruları ve fazla yağları ayrılarak tıraşlanıp biçimlendirilir (açım) (Uğuz, 2007).

Pastırma üretiminde “tuzlama” olarak bilinen üretim aşaması, aslında “kürleme” işlemidir. Kürleme işleminde et, tuz ile birlikte nitrit ve/veya nitrat ile muamele edilerek kararlı kırmızı bir renk oluşturulması amaçlanır (Forrest ve ark., 1975). Tuzlama işleminde 1 kg et başına 80 -100 g tuz esas alınmaktadır. Yıkama işlemi uygulanmayan proseslerde ise tuz miktarı azaltılabilmektedir (30-50 g NaCl/kg et). Kürlemede daha ziyade nitrat-tuz karışımı (örneğin 10 kg NaCl + 100 g KNO₃) tercih edilmektedir. Ancak, nitratın etkisini yavaş göstermesi ve fazla kullanılması halinde karsinogenik etkiye neden olduğu konusundaki tartışmalar nedeniyle kullanımı kısıtlanmıştır. Nitritli kürleme (%99,5 NaCl+%0,5 NaNO₂) tuzu da kullanılmaktadır. Nitritin tuz ile birlikte kullanımı ülkemizde gittikçe yaygınlaşmaktadır. Kürleme karışımlarına şeker de ilave edilebilmektedir (Aksu ve Kaya, 2002). Türk Gıda Mevzuat'ında et ürünlerinde en fazla 150 mg sodyum nitrit ve 300 mg sodyum nitrat kullanımına izin verilmektedir (Sağlam, 2000).

Kurutma ve denkleme aşamalarında; birinci kurutmada pastırmalar yerden 1.5–2.0 metre yüksekliğe aralarında yeterince aralık bırakılarak asılır ve pastırma yazı olarak adlandırılan Ekim-Kasım aylarında 2–3 gün, soğuk havada 10–15 gün kurutulur. Daha sonra pastırmalar birinci denkleme işlemine alınır. Etler enine ve boyuna olacak şekilde üst üste dizilir ve yüzeyine 24 saat süreyle 0.9–1.0 kg/cm² basınç uygulanır. İkinci kurutma da pastırmalık etler güneşli havalarda 1–3 gün, soğuk havalarda 8–10 gün süreyle kurutulmak üzere asılırlar. İkinci kurutmada pastırma yüzeyindeki yağlar

güneşin etkisiyle erir ve bu olaya terleme denir. İkinci kurutma sonucunda pastırmalık etler ikinci denkleme alınır. Terleme halinde bulunan etlerin yağları böylece etin içine nüfuz ederken baskının etkisiyle de bir miktar daha su kaybederler. Üçüncü kurutmada ise pastırmalık etler sıcak havada 3-5 gün soğuk havada 10-15 gün son kurutmaya tabi tutulurlar (Tekinşen ve Doğruer, 2000).

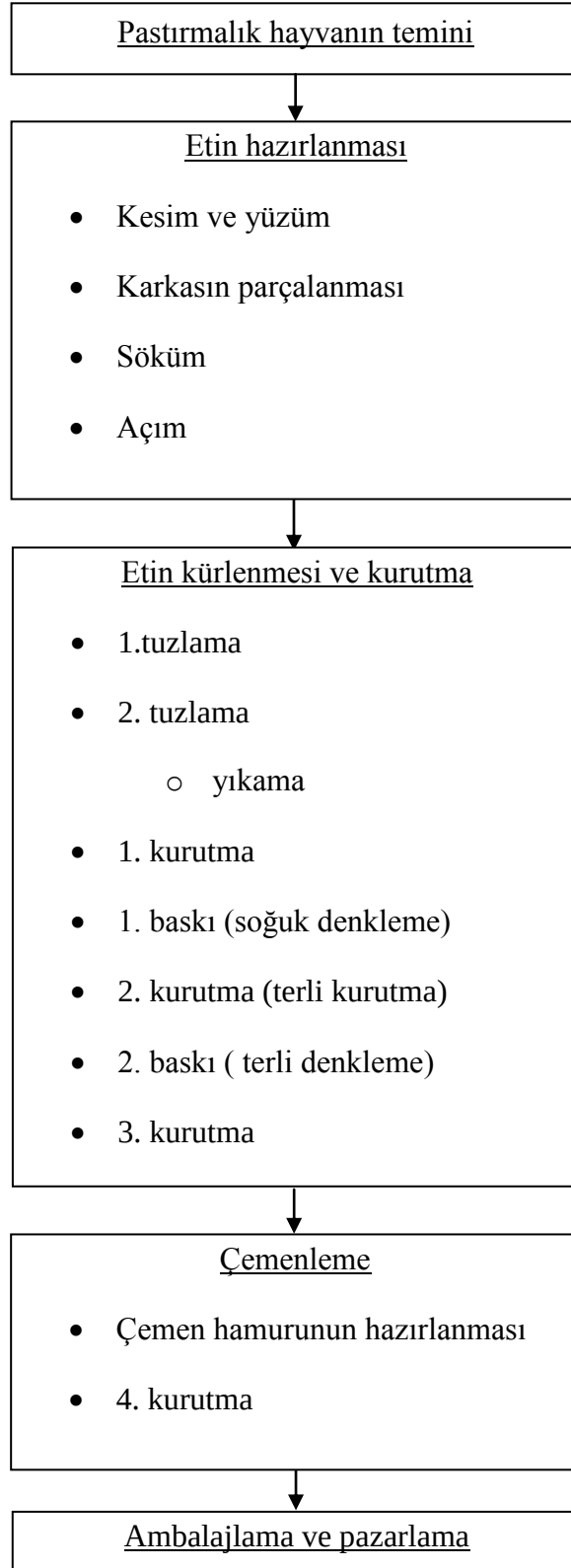
Prosesin son aşaması olan çemenleme ile pastırmaya karakteristik tat, aroma, renk ve lezzeti kazandırılır. Aynı zamanda çemen pastırmanın yüzeyini kaplayarak istenilenden fazla kurumasını engelleyerek tekstürel anlamda da pastırma üzerinde koruyucu özellik gösterdiği gibi kabuk etkisi yaparak küflenmeye karşı da korumaktadır. Çemen hamurundaki sarımsağın bakterisit ve fungisit özelliği sayesinde bozulmalara karşı pastırma üzerinde koruyucu etki yaratmaktadır. Çemen kalınlığı 2-4 mm arasında ideal kalınlık olarak belirlenmiştir (Anonim 1991; Tekinşen ve Doğruer 2000).

Çemen karışımı (hamuru), buy otundan (çemen otu *Trigonella foneum-graecum*) elde edilen tozun sarımsak, acı ve tatlı kırmızıbiber ile yeterli miktarda suyla yoğurulup belli bir kıvama getirilmesiyle elde edilir (Anonim, 2007). Günümüzde kullanılan çemen tozu ise saf olmayıp, buğday ve burçak unlarıyla karıştırılarak kullanılmaktadır. Pastırma üzerindeki çemen hamurunda oluşabilecek çatlamları önlemek amacıyla toplam miktarları %15'i geçmeyecek şekilde yumurta akı, nişasta, buğday unu ve burçak unu kullanılabilir (Anonim, 1991).

2.2. Pastırmanın Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliğinde (2012/74) pastırma için çemen hariç olmak üzere, nem miktarı kütleye en çok %45, pH değeri en yüksek 6.0, tuz miktarı kuru maddede kütleye en çok %7 ve çemen miktarı kütleye en çok %10 olarak belirtilmiştir. İyi bir pastırmada ise pH'nın 5.50, a_w 'nin ise 0.88 civarında olması istenmektedir (Gökalp ve ark., 2002).

Pastırma üretiminde kürlenme ve kurumaya bağlı olarak başlıca lipidlerin ve proteinlerin yer aldığı lipolitik, proteolitik ve oksidatif değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler sonucu elde edilen pastırma olgunlaşmış bir et ürünüdür. Proteoliz reaksiyonları, olgunlaşmış et ürünlerinde gözlenen ve son ürün tekstüründe, tat ve lezzetinde etkili olan önemli biyokimyasal değişimlerden biridir. Bu tip ürünlerde



Şekil 2. 1. Pastırmanın üretim aşamaları (Öztan 1999; Gökalp ve ark. 2002)

meydana gelen proteolitik değişmeler; ürün formülasyonu, starter kültür, üretim koşulları gibi faktörlerden etkilenmektedir (Toldra, 1998).

Proteoliz, etlerin olgunlaştırılması esnasında meydana gelen en önemli biyokimyasal değişmelerden birisidir. Kas proteinleri, olgunlaştırma boyunca yoğun proteolize maruz kalmakta ve önce kas enzimleri tarafından polipeptidlere, daha sonra da peptidazlar vasıtasıyla küçük peptidlere hidroliz olmaktadır. Proteolizin son aşamasında, etin yapısında bulunan ya da bakteriyel orijinli aminopeptidazlar serbest aminoasitleri oluşturmaktadır. Bu serbest aminoasitler ürünün karakteristik lezzeti üzerine katkıda bulunmaktadır (Toldra ve ark., 1997).

Proteoliz reaksiyonlarını gerçekleştiren enzim sistemleri kas ve mikrobiyel orijinelidir. Kas orijinli enzimler genellikle fermentasyonun başlangıcında etkili iken, mikrobiyel kaynaklı enzimler mikroorganizmaların inhibisyonuna kadar etkili olmaktadır. Proteoliz reaksiyonları boyunca proteinler gerek kas enzimlerinin gerekse mikrobiyel proteinazların etkileri ile polipeptidlere daha sonra peptidlere ve aminoasitlere parçalanmaktadır. Aminoasitlerin mikrobiyel metabolizması sonucu tat ve koku üzerine etkili birçok bileşen oluşmaktadır (Toldra ve ark., 1997). Ayrıca meydana gelen peptid reaksiyonları ve peptidlerin diğer bileşenlerle özellikle yağlar ve karbonhidratlarla reaksiyonları sonucu uçucu aroma bileşenleri oluşmaktadır.

Pastırma ve benzeri kuru kürlenmiş parça halinde işlenen et ürünlerinde üretim aşamalarının bir sonucu olarak son üründe yer alan yüksek tuz oranı, yüksek pH ve düşük a_w gibi fizikokimyasal karakteristikler ile çevre koşulları gibi faktörlerin ürün yüzeyindeki mikroorganizma yüküne etkisi kontrol edilememektedir (Martin ve ark., 2004). Kas aminopeptidazların kürleme maddeleri ve serbest aminoasitler tarafından inhibe edildiği belirlenmiştir (Toldra ve ark., 1993). Buna rağmen serbest aminoasit konsantrasyonunun üretimin son safhasına kadar artmaya devam ettiği tespit edilmiştir (Cordoba ve ark., 1994). Bunun sonucu doğal mikroflorada yer alan mikroorganizma popülasyonunun pastırma ve benzeri ürünlerde karakteristik özellikler üzerine etkili olduğu düşünülmüştür (Uğuz, 2007).

Pastırma ve benzeri kuru kürlenmiş parça halinde işlenen et ürünlerinde olgunlaşmanın başlangıç aşamasında gerçekleşen proteoliz reaksiyonları sonucu protein yapısında olmayan azotlu maddelerin arttığı bildirilmiştir (Toldra ve ark., 1997). Bu

durumun starter kültür yerine antibiyotik katılan ürünlerde de görülmesi, kas enzim sistemlerinin aktivitesi sonucu oluştuğu fikrini ortaya çıkarmıştır.

Pastırmalarda mikrofloranın belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, baskın mikroflorayı genelde yüksek tuz konsantrasyonuna dirençli mikrokok ve stafilokoklar ile psikrofil özellikteki laktik asit bakterilerinin oluşturduğu bildirilmektedir (Yalanca, 2009). Pastırma mikroflorasında bulunan *Lactobacillus* spp.'nin ürün kalitesi üzerinde önemli derecede etkilerinin olmadığını bildiren araştırmacılar bulunmasına karşın, salamura tipi et ürünlerinde *Lactobacillus* spp. ile *Micrococcus* spp.'nin pastırma mikroflorasında yer aldığı ve ürünün duyu ve mikrobiyolojik kalitesini düzelttiği belirtilmektedir (Lücke, 1986; Molina ve ark., 1989). Buna ilaveten pastırma örneklerindeki pH değerleri ile *Lactobacillus* spp. düzeyleri arasında bir ilişki olduğu vurgulanmıştır (El-Khateib ve ark., 1987).

Pastırmada genel olarak *Lactobacillus* spp.'nin ortalama olarak 10^5 - 10^7 kob/g düzeyinde olduğu ve buna ilaveten üretim teknolojisi gereği, çemenleme işlemi dışında pastırmaya benzerlik gösteren kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünlerinde de baskılayıcı mikroflorayı *Lactobacillus* spp. ile mikrokok/stafilokokların oluşturduğu bildirilmektedir (Katsaras ve ark., 1996).

Pastırma üretiminin ilk aşaması olan kürlenme esnasında tuzun yanı sıra nitrat ve nitrit de kullanılmaktadır. Kürlenme yardımcı maddesi olarak nitrat kullanıldığı zaman nitratın nitrite indirgenmesi için nitrat redüktaz aktivitesine sahip bakterilere ihtiyaç duyulmaktadır (Löcke, 1985; Lautenschlager, 1998). Nitrat redüktaz, intraselüler bir enzimdir ve nitratı nitriti indirgemektedir. *Micrococcaceae/Staphylococcaceae* (*Micrococcus/Staphylococcus*) familyası üyelerinin parça halinde kür edilmiş et ürünlerinde nitrat redüktaz, katalaz (+), lipolitik ve proteolitik özelliklerinden dolayı yararlanılabileceği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin de lipolitik ve proteolitik aktivitelerinin olması bu bakterilerin kür aroması oluşumunda da rol oynadıklarını göstermektedir (Schiefer ve Schöne, 1978; Liepe ve Parobic, 1984; Hammes, 1986; Löcke, 1986; Kröckel, 1995; Katsaras ve ark., 1996; Jessen, 1995).

Bazı araştırmacılar pastırmalarda üretim teknolojisi gereği kullanılan tuz ve kurutma işlemleri neticesinde düşen a_w değerleri sonucunda mikroorganizmaların gelişiminin baskılandığını, buna ilaveten üretimde kullanılan sarımsağın

konsantrasyonuna bağılı olarak enterobakterilerin, *Salmonella*'ların, *S. aureus*'un ve *C. perfringens*'in gelişimini baskıladığını bildirmektedirler (Mantis ve ark., 1978; Mantis ve ark., 1979; El-Khateib ve ark., 1984; El-Khateib ve ark., 1987; Kotzekidou ve Lazarides, 1991) .

2.3. Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP) Tekniğı

Modifiye atmosferde paketlemenin temel prensibi, ambalaj ortamındaki havanın yerine gaz veya gaz karışımları verilerek baskın mikrofloranın metabolizmasını yavaşlatmak, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve mikrobiyolojik bozulmaları geciktirmektir (Erdinç ve Acar, 1996; Üçüncü, 2000, Sivertsvik ve ark., 2002; Özoğul ve ark. 2006).

Et ve et ürünlerinin muhafazası ele alındığında etin paketlenmesi ile kontaminasyon engellenmekte, bozulma geciktirilmekte, ağırlık kaybı azaltılmakta ve MAP'ta kullanılan oksijen sayesinde miyoglobinin oksimiyoglobin formuna dönüşmesi nedeniyle tüketici tarafından istenen parlak kırmızı renk sağlanmaktadır (Kerry ve ark., 2006).

Gıdaların raf ömrünü artırmak için modifiye atmosfer kullanımı yeni bir teknik değildir. 19. yüzyılda bilim adamları CO₂ değerinin yükselmesi ve O₂ değerinin azaltılmasıyla çabuk bozulan gıdalarda katabolik reaksiyonların yavaşladığı ve aerobik mikroorganizmaların gelişiminin azaldığını keşfetmişlerdir. 1920-1930'lu yıllarda meyve, sebze, balık ve etin raf ömrünü artırmak için modifiye atmosfer kullanımı üzerine temel çalışmalar yürütülmüştür (Smith ve ark., 1990). Karbondioksit, bakteriostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle gıdaların modifiye atmosferde paketlenmesinde son derece önemli bir yere sahiptir (Üçüncü, 2000). Karbondioksit, MAP'da paketlenmiş et ve et ürünlerinde direkt antimikrobiyel etkiye sahiptir (Rao ve Sachindra, 2002). Bir kültür ortamında veya gıda sisteminde mikroorganizmalar üzerinde karbondioksitin engelleyici etkisi, kısmi basınç, konsantrasyon, başlangıçtaki gaz hacmi, sıcaklık, asitlik, su aktivitesi, mikroorganizmaların türü, mikrobiyel gelişme evresi ve kullanılan gelişme ortamı gibi birçok faktöre bağılıdır. Maksimum antimikrobiyel etki için, MAP ürününün depolama sıcaklığı mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. Çünkü CO₂ çözünürlüğü sıcaklığın yükselmesiyle önemli düzeyde azalmaktadır (Farber, 1991).

Yapılan bir çalışmada dilimlenmiş pastırmanın raf ömrüne sıcaklığın ve MAP'ın etkileri araştırılmış, uygun modifiye atmosfer altında 150 gün boyunca 4 ve 10 °C'de dilimlenmiş pastırmanın çok katlı malzeme kullanılarak muhafaza edilebileceği gösterilmiştir (Aksu ve ark., 2005). Gök ve ark (2008) yaptıkları çalışmada dilimlenmiş ve dilimlenmemiş pastırma örneklerini modifiye atmosfer, vakum ve hava atmosferi kullanılarak paketlenmiş ve raf ömrüne etkilerini araştırmışlardır. Dilimlemenin pastırmanın mikrobiyolojik özelliklerini önemli düzeyde etkilemediği belirlenmiştir. Artan depolama süresi ile aerobik mezofilik bakteri sayısında azalma olduğu gözlenirken, belirli depolama günlerinde MAP uygulanan örneklerde vakum ve aerob paketlere göre daha az maya- küf gözlenmiştir. Dilimlenmiş jambon için uygulanan farklı modifiye atmosferlerin ve vakum uygulamanın duyuşal özellikler açısından önemli bir farklılığa yol açmadığı gözlenirken hiçbir uygulamanın mikrobiyolojik olarak risk oluşturmadığı gözlenmiştir (Parra ve ark., 2010).

O'Sullivan ve ark. (2011) MAP uygulanmış bifteklerde CO₂ konsantrasyonunun duyuşal özelliklere etkisini araştırmışlardır. Kullandıkları CO₂ konsantrasyonları şöyledir; %100 CO₂; %50 O₂/% 20 CO₂/%30 N₂; %70 O₂/%30 CO₂; %80 O₂/%20 CO₂. Biftekler 15 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilmiş ve istenmeyen lezzet, lipid oksidasyonu lezzeti, pH, renk ve damlama kaybı açısından değerlendirilmiştir. %50 O₂/% 20 CO₂/%30 N₂ gaz kombinasyonunun kullanıldığı uygulamada lezzet açısından en iyi sonuç elde edilmiştir. Böylece bu ambalajda kullanılan gaz kompozisyonunun bifteğin duyuşal özelliklerini optimize etmek için en uygun gaz kompozisyonu olduğu belirtilmiştir.

Oksijen (O₂), genellikle aerobik bakterilerin gelişmesini teşvik etmekte ve oksijene hassasiyetlerinde çok geniş bir değişim olmasına rağmen, anaerobik bakterilerin gelişimini engellemektedir. MAP uygulanmış ette, O₂'nin temel fonksiyonlarından birisi, oksijenlenmiş formunda (oksimiyoglobin) miyoglobini korumaktır. Düşük oksijen seviyesi (<%0.5), et ve et ürünlerinde kahve ya da kahve/gri renk değişimine yol açmaktadır. Diğer taraftan, oksijenin yüksek konsantrasyonları, özellikle yağ içeriği fazla olan ürünlerde oksidatif mekanizmadan dolayı ransiditeye sebep olabilmektedir. Etin kırmızı renginin korunması ve metmiyoglobinin oluşumuyla meydana gelen kahverengileşmeyi geciktirmek ve azaltmak için oksijen kullanılmalıdır.

MAP’da oksijen kullanımı aerobik bozulma bakterilerinin gelişimini engellemek için mümkün olduğu kadar düşük ayarlanmalıdır (Sivertsvik ve ark, 2002, Farber, 1991). Et ve et ürünlerinde tüketici açısından öncelikli kalite parametrelerinden birisi ürünün ambalaj içindeki rengidir. Düşük düzeydeki oksijen hızlı bir metmiyoglobin oluşumuna neden olmakta ve bu da kürlenmemiş etlerde kahverengileşme ya da çiğ ette yeşillenmeye yol açmaktadır (Rao ve Sachindra, 2002). Ancak et ve et ürünleri için yüksek oksijen içeriği raf ömrünü azaltan en büyük etkenlerden birisidir. Lipid oksidasyonu ve proteolitik aktivitenin azaltılmasında düşük oksijenli modifiye atmosferde paketlenmenin başarılı olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (O’Sullivan ve ark., 2003).

Azot (N_2), antimikrobiyel aktivitesi olmayan, tatsız, inert bir gazdır. Karbondioksitle karşılaştırıldığında su ve yağdaki düşük çözünürlüğünden dolayı dolgu gazı olarak kullanılmaktadır. MAP uygulanmış bir gıdada azotun (N_2) varlığı, CO_2 ’nin yüksek konsantrasyonları kullanıldığı zaman meydana gelebilen ambalaj çökmesini önleyebilmektedir. Azot ayrıca ambalajlarda oksijenin yerini alarak, oksidatif acılaşmayı geciktirmekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Farber, 1991; Özoğul ve ark., 2006).

Karbonmonoksit, miyoglobin ile birleşerek oksimiyoglobinden daha stabil olan parlak kırmızı renkli karboksimiyoglobin pigmentini oluşturmaktadır. %0.4 CO konsantrasyonu ete parlak kırmızı renk vermek için yeterlidir (Rao ve Sachindra, 2002). Karbonmonoksitin toksik etkiye sahip olması nedeniyle birçok ülkede ticari olarak kullanımına izin verilmemektedir. Ancak, ABD’de marulun kararmasını önlemek için ve Norveç’te kırmızı etin perakende ambalajlanmasında kullanılmasına yasal olarak izin verilmiştir (Mullan ve McDowell, 2003).

Gıdaların dayandırılma yöntemlerini tamamlayan ve raf ömürleri üzerine olumlu etkisi olan MAP tekniği günümüz teknolojisiyle birleştiğinde gıda muhafaza yöntemleri arasında geniş bir yer edinmektedir. MAP’ın ürünün potansiyel raf ömrünü %50-400 oranında artırma, ekonomik kayıpları azaltma, ürünlerin daha uzak mesafelere daha az dağıtım masraflarıyla ulaşımlarını sağlama ve yüksek kaliteli ürün temin etme gibi avantajları vardır (Farber, 1991).

Lund ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada modifiye atmosfer paketlenme ile antioksidan kullanımının pişirilmeye hazır köfte örneklerinde protein ve lipid

oksidasyonuna etkisini 4°C’de 6 gün depolama süresince araştırmışlardır. Kullandıkları katkı maddeleri biberiye ekstraktı ve askorbat/sitrat karışımı, kullandıkları atmosferler ise % 100 N₂, % 80 O₂/20% N₂’dir. Kullanılan ambalaj materyali ise PP’dir. Kullanılan ambalaj atmosferinde O₂’nin yüksek olduğu örneklerde hem lipid hem de protein oksidasyon ürünlerinin yüksek olduğu kaydedilmiştir. Her iki antioksidan sisteminde de lipid oksidasyonu inhibe edilirken protein oksidasyonu inhibe edilememiştir. Bunun aksine askorbat/sitrat karışımının protein oksidasyonunu teşvik ettiği gözlenmiştir. Biberiye ekstraktının α - tokoferol varlığını koruduğu ya da yenilediği, ambalaj atmosferlerinin ise α - tokoferol istikrarı üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir. Yüksek O₂ kullanılan atmosferde her iki antioksidan sistemi de etin taze kırmızı rengini korumada katkı sağlamış ancak askorbat/sitrat karışımı biberiye ekstraktından daha etkili olmuş, %100 nitrojen kullanılan paketlerde antioksidanların renk üzerine bir etkisi görülmemiştir.

Öztürk ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada baharatlı köfte karışımlarında modifiye atmosfer paketlemenin ürünün oksidasyonu ve rengi üzerine etkilerini araştırmışlardır. %33 CO₂ ve %1-3 oranında O₂ ile kullanıldığında köftelerde oksidasyon, mikrobiyel üreme ve kötü renk oluşumunun engellendiği rapor edilmiştir.

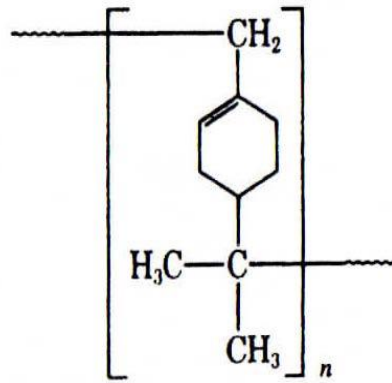
Vakum ambalajlama bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemidir. Bu işlemde gıda maddeleri uygun ambalaj materyaline konulduktan sonra, paket içerisindeki hava vakumla boşaltılır ve hermetik (hava sızdırmaz) bir kapatma yapılır. Bu yöntem genellikle et ürünlerinin muhafazasında kullanılmaktadır. Vakum ambalajlamada vakum içerisinde çok az da olsa O₂ kalır. Ancak pakette kalan düşük orandaki O₂ kısa sürede aerobik mikroorganizmalarca kullanılır ve CO₂ üretilir. İyi vakum paketleme koşulları altında O₂ %1’den daha aşağı azaltılırken, doku ve mikrobiyel solunumdan üretilen CO₂ değeri paket içerisinde %10-20’ye yükselir. Bu koşulları gösteren bazı çalışmalarda düşük O₂ miktarı ve CO₂’nin yükselmesi etlerde bozulma yapan aerobik mikroorganizmaların özellikle *Pseudomonas* ve *Alteromonas* türlerinin gelişimini önleyerek taze etin raf ömrünü artırmıştır (Kılınç ve Çaklı, 2001). Bu tip ürünlerde, paket içerisinde hava kalmadığı için bakterilerin çoğalması ve ürünlerin oksidasyonu önlenmiş olmaktadır. Bu ürünlerde pH ve su aktivitesi gibi diğer faktörlere de bağlı olarak *Lactobacillus* türleri, anaerobik ve fakültatif türler gelişebilmektedir (Kılınç ve Çaklı, 2001; Keles, 1998; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

2.4. Antimikrobiyel Ambalajlama ve Terpenler

Aktif ambalajlanan gıdanın raf ömrünü uzatmak, gıda güvenliğini geliştirmek ve duyu kaliteyi sürdürmek amacıyla paketlenme koşullarının değiştirilmesine dayanan bir paketlenme sistemidir (Quintavalla ve Vicini, 2002). Aktif ambalajlamanın temel amacı, doğal yollarla gıdanın kalitesini ve güvenliğini arttırmaktır. Aktif ambalajlama teknolojisi, şu sistemlerden oluşmaktadır; Oksijen tutucular, karbondioksit düzenleyiciler, nem düzenleyiciler, antioksidan kullanımı ve antimikrobiyel ambalajlamadır. Aktif ambalajlama tekniğinde, gıda kalitesini arttırmak ve gıda güvenliğini sağlamak amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de antimikrobiyel ambalajlamadır.

Antimikrobiyel ambalajlamada, antimikrobiyel maddeler, paketlenmede kullanılan film içerisine katılabileceği gibi, küçük paketçikler halinde ambalaj içerisine de yerleştirilebilmektedir. Ancak son zamanlarda üzerinde yoğun çalışılan konulardan biri gıdanın antimikrobiyel etki gösteren filmlerle ambalajlanmasıdır (Appendini ve Hotchkiss, 1998). Et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında ve güvenliğini artırılmasında etkili bir yöntemdir. Quattara ve ark. (2000a, 2000b), kitosan matris içine çeşitli organik asitler ve uçucu yağlar dahil edilmiş antimikrobiyel filmleri vakum paketlenmiş kürlenmiş etlerde doğal mikroflorada bulunan bakteriler (laktik asit bakterileri ve *Enterobacteriaceae*) ve ürün yüzeyine inoküle edilmiş bakteriler (*Lactobacillus sakei* ve *Serratia liquefaciens*) üzerine etkilerini araştırmışlardır. 4°C’de 21 günlük depolama sonunda filmlerin laktik asit bakterileri üzerine herhangi bir etkisi olmamasına rağmen *Enterobacteriaceae* ve *Serratia liquefaciens*’in büyümesi geciktirilmiş veya tamamen inhibe edilmiştir. Ayrıca en etkili inhibisyon etkisinin bologna gibi ürün yüzeyinde su aktivitesi düşük ürünlerde görüldüğü kaydedilmiştir. Siragusa ve Dickinson (1993), sığır eti karkasları üzerinde organik asit içeren aljinat kaplamaların *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* ve *E. coli* üzerinde inhibe edici etkilerinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Antimikrobiyel maddelerin kullanımı, mikrobiyel popülasyonu kontrol altına almakta ve spesifik mikroorganizmaları hedefleyerek yüksek ürün güvenliği ve kalitesi sağlamaktadır (Quintavalla ve Vicini, 2002). Antimikrobiyel gıda ambalajlama materyallerinin kullanımı ile mikroorganizmaların gelişim fazı yavaşlamakta ve lag fazı uzatılmaktadır (Cutter, 2006).

Bu tez çalışmasında antimikrobiyel madde olarak poli beta pinen kullanımı araştırılmıştır. PβP terpenik bir reçinedir (Şekil 2. 2.). Terpenler, doğal ürünlerin en yaygın gruplarından biri olan isopirene birimlerinden oluşan moleküllerdir. Bitkilerde ve hayvanlarda birçok farklı işlevleri bulunurken gıdalarda da aroma bileşenleri olarak önemlidirler. Örneğin turuncgiller, tarçın ve diğer baharat aromaları birkaç terpen ile karakterize edilir. Limonene ve citral (her ikisi de limonda bulunur), camphor, pinene (çam ağaçları), eugenol (karanfil), anethol, timol, geraniol (gül) ve mentol en yaygın bilinen terpenlerdir (Umay, 2007).



Şekil 2.2. Poli-beta-pinenin (PβP) kimyasal yapısı

Monoterpenlerin antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma olmasına rağmen monoterpenlerden beta-pinen ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Beta-pinenin antimikrobiyel ve biyolojik aktivitesinin olduğu bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada Hindistan cevizinden izole edilen beta-pinenin patojenik *E.coli* O157 üzerinde antibakteriyel etkisinin olduğu ortaya konulmuştur (Takikawa ve ark., 2002). Diğer bir çalışmada ise eugenol, alfa-pinen ve beta-pinenin bulaşıcı endokardit (kalp içzarı iltihabı) gram pozitif bakteriler (*Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyogenes*) üzerindeki inhibitör etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçları eugenol, beta-pinen ve alfa-pinenin yoğun antimikrobiyel potansiyelinin olduğunu göstermiştir. Eugenol ve beta-pinen inhibitör etkisini 8 saat içinde inoküle edilen mikroorganizmaların tamamını elimine ederek göstermiştir. Bu süre alfa-pinende 24 saat olarak belirlenmiştir (Leite ve ark., 2007). Bir başka çalışmada ise alfa-pinenin 0.3-2.5 mg/ml konsantrasyonda güçlü ile orta düzeyde antibakteriyel ve antifungal etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Humeriah ve ark., 2010).

2.5. Nanokompozitler

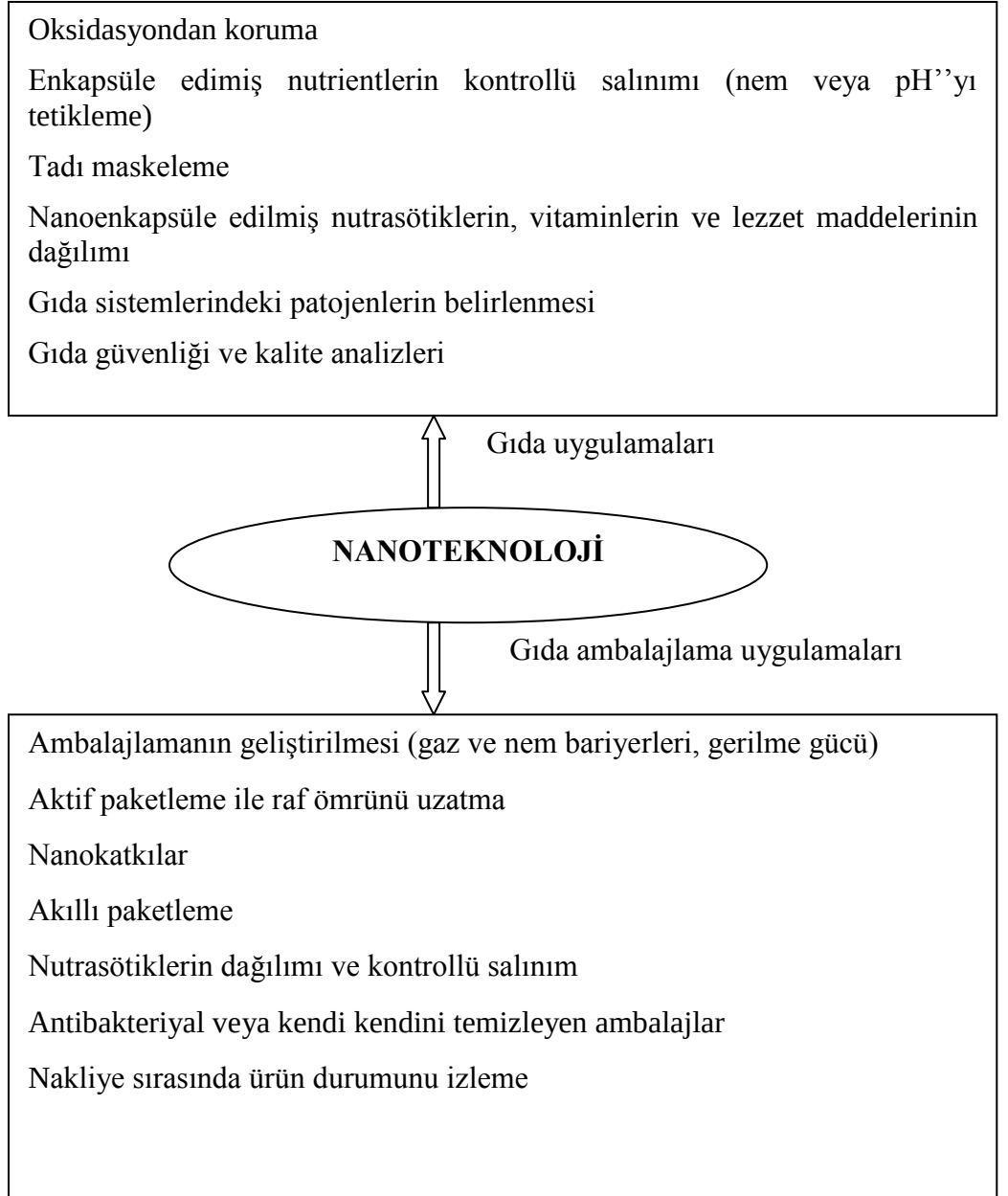
Nanoteknoloji maddeler üzerinde 100 nanometre ölçeğinden küçük boyutlarda gerçekleştirilen işleme, ölçüm, tasarım, modelleme ve düzenleme gibi çalışmalarla maddeye atom ve molekül seviyesinde gelişmiş veya tamamen yeni fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler kazandırmayı hedefleyen bilim ve teknoloji alanıdır (Tarhan ve ark., 2010). Günümüzde nanomalzemeleri ve uygulamalarını hemen hemen her sektörde görmek mümkündür. Özellikle ilaç, elektronik ve otomasyon sektöründe yaygın kullanımları vardır.

Son yıllarda gıda sektöründe de nanomalzemeler konusunda araştırmalara oldukça sık rastlanmaktadır. Nanoteknolojinin gıdalarda kullanım potansiyeli Şekil 2.3.'de verilmiştir. Çabuk bozulan gıdaların raf ömürleri atmosferik oksijenin kimyasal etkisi ve aerobik mikroorganizmaların gelişimi ile oluşmaktadır. Bu faktörlerin her biri tek başına veya birbiri ile bağlantılı olarak renk, tat ve kokuda değişiklikler meydana getirerek gıdaların kalitesinde bozulmaya neden olurlar (Kılınç ve Çaklı, 2001). Gıdaların bozulmasını geciktirmek amacıyla yapılan soğukta muhafaza tekniklerinin yanında ambalajlama tekniklerinin de uygulanması gıdaların tazeliklerinin daha uzun süre korunmasını sağlamaktadır (Kılınç ve Çaklı, 2004). Bu bozulma etmenlerine karşı gıdaların MAP veya vakum ambalajlama uygulamaları ile oksijenin etkisi kısmen önlenmektedir. İşte bu durumda geçirgenlik özellikleri iyileştirilmiş ve antimikrobiyel özellik kazandırılmış nanomalzemelerin kullanımı raf ömrü üzerinde olumlu sonuçlar vermektedir (Sürengil ve Kılınç, 2011).

Nanoparçacık ilavesi ile elde edilen nanokompozit filmler (nanokompozitler) meyve-sebze, et ve et ürünleri, deniz ürünleri ve şekerleme sektöründe geniş kullanım alanı bulmaktadır (Şahin ve Bayizit, 2008). Antimikrobiyel katkılar ilave edilmiş nanomalzemelerin ürün yüzeyinin ambalaj malzemesiyle temas edebildiği peynir, fırıncılık ürünleri ve dilimlenmiş et ürünleri gibi yüzey bozulmalarına duyarlı ürünlerin sarılması veya vakum ambalajlanmasında kullanılmasının yararlı olacağı bildirilmiştir (Anonymous, 2008).

Fernandez ve ark. (2009) kanatlı göğüs etinde %1 AgNO₃ emdirilmiş petleri MAP tekniğiyle birlikte kullanmış, bu pedlerin mezofilik ve laktik asit bakterilerinin oluşturduğu bileşiklerin emilmesinde çok etkili olduklarını kaydetmişlerdir. Selüloz lifleri adsorbe edilmiş nanogümüş pedleri sığır eti için MAP'ta emici ped olarak

kullanıldığında ise toplam aerobik bakteri ve *Pseudomonas spp.* seviyeleri önemli ölçüde azalırken, *enterobakterilerin* gümüş varlığında sayılabilir sınırın altında kaldığı gözlenmiş ancak laktik asit bakterilerinin önemli ölçüde etkilenmediği belirtilmiştir. Bu çalışmalar gümüş bazlı nanoteknolojinin kullanıldığı pedlerin özellikle sağlıklı emici pedler yerine mikrobiyolojik üremenin önlenmesinde potansiyele sahip olduklarını göstermektedir (Fernandez ve ark., 2010; Ayhan, 2013).



Şekil 2.3. Nanoteknolojinin gıda ve gıda ambalajlama endüstrisindeki potansiyel uygulamaları (Sürengil ve Kılınç, 2011).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Malzemeler

Bu çalışmada kullanılan nanomalzemelerin üretiminde hammadde olarak PP (Polipropilen, PPR 3221, Total Petrochemicals, Feluy, Belçika), kil (Dellite® 67G, Laviosa Chemistry Mining Inc, Livorno, İtalya) ve poli-beta-pinen (Piccolyte® S115, Hercules Incorporated, Brunswick, GA, USA) kullanılmıştır. Kontrol olarak kullanılan çok katlı malzeme (PP/PA/EVOH/PE) Süperfilm firmasından (Gaziantep) temin edilmiştir. Nanomalzemelerin üretimi, üretilen malzemelerde kalınlık, oksijen geçiş hızı(OTR) ve su buharı geçiş hızı (WVTR) ölçümleri CNR-ICTP (Pozzuoli, İtalya)'de gerçekleştirilmiştir.

3.2. Nanokompozitlerin Üretimi

3.2.1. Nanomalzeme Üretimi

Nanomalzeme üretimi için %1 nanokil ve %99 PP içeren karışım hazırlanıp, iyice karıştırıldıktan sonra çift vidalı ekstruderden (Collin Teach-Line Twin screw kneader ZK25T/SCD15, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) geçirilerek (kovan sıcaklıkları sırasıyla 200, 190, 180, 180, 190°C; vida hızı 50 rpm) plastik şerit elde edilmiştir. Elde edilen plastik şerit, pelletleyici (Collin Teach-Line Pelletizer171T, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) ile pellet haline getirilip elde edilen pellet, ekstruder (Collin Teach-Line Extruder E20T/SCR15, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) cihazı ile ekstrüde (kovan sıcaklıkları sırasıyla 160, 180, 180, 180, 180°C; vida hızı 60 rpm) edilmiştir. Ekstrüderden çıkan plastik şerit Collin Teach-Line Chill Roll CR72T (Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) cihazından geçirilerek film haline getirilmiştir.

3.2.2. Aktif Nanomalzeme Üretimi

Aktif nanomalzeme üretimi için %1 nanokil, %5 PβP ve %94 PP içeren karışım hazırlanıp, iyice karıştırıldıktan sonra çift vidalı ekstruderden (Collin Teach-Line Twin screw kneader ZK25T/SCD15, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) geçirilerek (kovan sıcaklıkları sırasıyla 160, 180, 190, 185, 180°C; vida hızı 50 rpm) plastik şerit elde edilmiştir. Elde edilen plastik şerit, pelletleyici (Collin Teach-Line Pelletizer171T, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) ile pellet haline getirilmiştir. Elde edilen

pellet, ekstruder (Collin Teach-Line Extruder E20T/SCR15, Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) cihazı ile ekstrüde (kovan sıcaklıkları sırasıyla 160, 180, 180, 180, 180°C; vida hızı 60 rpm) edilmiştir. Ektrüderden çıkan plastik şerit Collin Teach-Line Chill Roll CR72T (Dr. Collin GMBH, Ebersberg, Almanya) cihazından geçirilerek film haline getirilmiştir.

3.3. Nanomalzemelerde Kalınlık, OTR ve WVTR Ölçümleri

Üretilen malzemelerin kalınlığı dijital mikrometre ile farklı bölgelerde yapılan 10 ölçümün ortalaması alınarak belirlenmiştir. Üretilen nano-filmlerde WVTR (ASTM E96) OTR (ASTM D3985, 2002) ExtraSolution MultiPerm (Pisa, İtalya) cihazı kullanılarak yapılmıştır. OTR, 23°C’de %0 bağıl nemde ve WVTR ise 38°C’de %90 bağıl nemde 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Film (50 cm²) iki çember arasına yerleştirildikten sonra nitrojen ve su buharı alttaki çemberden, nitrojen ise üstteki çemberden girmiştir. Su buharı difüzyonu zirkonyum oksit sensörü ile ölçülmüştür. Oksijen geçiş oranının saptanmasında ise aynı cihazda su buharı yerine oksijen kullanılmıştır.

3.4. Torba Ambalajların Hazırlanması

Çalışmada üretilen iki farklı nanokompozit (%1 nanokil içeren PP-nanokompozit ve %1 nanokil + %5 PßP içeren PP-aktif nanokompozit) ve kontrol olarak PP esaslı çok katlı malzeme (PP/PA/EVOH/PE) kullanılmıştır. Ambalaj malzemeleri 36×10.5 cm boyutlarında kesilmiş ve nanokompozit filmler torba kaynak makinesi ile 120°C’de, çok katlı malzeme ise 145°C’de yapıştırılarak torba ambalaj haline dönüştürülmüştür. Torba ambalajlar hazırlandıktan sonra %96’lık etil alkol ile iç yüzeyi dezenfekte edilmiş ve aseptik ortamda 30°C sıcaklık uygulanarak kurutulmuştur. Etil alkol ile dezenfeksiyonun etkinliği ambalaj iç yüzeylerinde swab testi ile toplam bakteri sayısına bakılarak belirlenmiştir. Hazırlanan toplam 270 torba her bir ürünün ambalajlanması için hazır hale getirilmiştir.

3.5. Sızdırmazlık Testi (Boya Penetrasyon Testi)

CNR-ICTP’de hazırlanan iki farklı nanomalzeme ve çok katlı film 10 × 20cm boyutlarında kesilmiş torba kaynak makinesi ile üç tarafı ısı olarak kapatılmıştır. Her bir film için optimum ısı kapatma sıcaklıkları ön denemelerle belirlenmiştir. Burada

kriter olarak torba ambalajın sızdırmazlığı esas alınmıştır. Ambalaj sızdırmazlığı için görsel test metodu ve boya penetrasyon testi uygulanmıştır.

Görsel test metodunda ambalaj kaynak yeri; boşluklar, kırışıklıklar, kaynak dikiş yerinin düzgünlüğü ve çok katlı ambalajlarda katlardan en az birinde görülebilecek ayrılmalar için görsel olarak ve büyüteç altında incelenmiştir.

Boya penetrasyon test metodunda 0.5 g kırmızı renkli bir boya olan Rhodamine B (Merck, Darmstadt, Germany) 100 ml isopropanol içinde çözündürüldükten sonra süzölmüş ve boya çözeltisi hazırlanmıştır. Isıl olarak yapıştırılan torba ambalaj ortadan ikiye kesilmiş ve kullanılacak boya kaynak yerinin iç tarafına şırınga ile 1 damla uygulanıp belli bir süre bekletildikten sonra boyanın dışarıya sızıp sızmadığı büyüteç altında görsel olarak kontrol edilmiştir. Her bir malzeme için hazırlanan 5 torba ambalajın 3 farklı kaynak yerinde test tekrar edilmiş ve sonuçlar negatif (sızdırmaz) ve pozitif (sızdıran) olmak üzere kaydedilmiştir. Boya penetrasyon testi FDA-BAM'a göre yapılmıştır (Arndt, 2001).

3.6. PβP İçeren Malzemenin Antimikrobiyel Etkinliğinin Test Edilmesi (ASTM 2149-10)

3.6.1. Bakteriye İnokulumun ve Filmlerin Hazırlanması

Test organizması olarak *Escherichia coli* ATTC 25922 suşu kullanılmıştır. Tryptic Soy Broth (Merck 105459) besiyerinde 35±2 °C'de 18 saat çalkalamalı olarak geliştirilen *E. coli* kültürünün yoğunluğu spektrofotometrik olarak (475 nm) absorbansı 0.28±0.02 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kültürün dilüsyonu için taze hazırlanmış steril 0.3 mM KH₂PO₄ (pH 7.2±0.1) tamponu kullanılmıştır. PβP içeren nanokompozit film ve sadece nanokil içeren nanokompozit film (kontrol) steril koşullarda 25 cm² büyüklüğünde parçalar kesilerek çalışma aşamasına kadar steril petri kaplarında saklanmıştır.

3.6.2. Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesi

Antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesi çalışmalarında %0.01 oranında DC Q2-5211 (Dow Corning) surfaktan maddesini içeren taze hazırlanmış steril 0.3mM KH₂PO₄ (pH 7.2±0.1) tamponu kullanılmıştır. Optik yoğunluğu ayarlanan *E.coli* kültürü surfaktanlı tampon kullanılarak hücre yoğunluğu 1.5-3.0×10⁵ kob/ml olacak şekilde

seyreltilmiştir. Dilüsyonu yapılan hücre süspansiyonu 50 ± 0.5 ml hacimlerde steril 250 ml hacimli erlenlere eklenmiştir. Bir erlene kontrol amacıyla film eklenmemiştir (inokulum kontrolü), diğer her bir erlene daha önce hazırlanmış filmlerden steril koşullarda birer adet eklenmiş ve erlenler çalkalayıcıda (180 rpm) 1 saat $\pm$ 5 dak. inkübe edilmiştir. 1 saat sonundaki bakteriyel konsantrasyonu belirlemek amacıyla seri dilüsyon yapılmış ve her bir dilüsyondan 3 tekrarlı olacak şekilde PCA (Plate count agar)(Merck 105463) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 35 ± 2 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda petrilerdeki koloniler sayılmış ve sonuçlar kob/ml olarak belirlenmiştir. Ayrıca kontrol amacıyla her bir petriden temsilen birer koloni alınıp Eosin Methylene-blue agar (Merck 101347) ortamına ekilerek *E. coli* doğrulaması yapılmıştır

3.6.3. Logaritmik/Yüzde Bakteriyel Azalma Oranının Hesaplanması

Bakteriyel azalmanın logaritmik ya da yüzde hesaplanması aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır;

$$\text{Log}_{10} \text{ azalma} = \text{Log}_{10}(B) - \text{Log}_{10}(A) \text{ ya da}$$

$$\% \text{ azalma (CFU/ml)} = [(B-A/B)] \times 100$$

A = poli-beta-pinen+nanokil içeren filmin bulunduğu erlendeki kob/ml

B = kontrol olarak nanokil içeren filmin bulunduğu erlendeki kob/ml (ASTM E 2149-10, 2010).

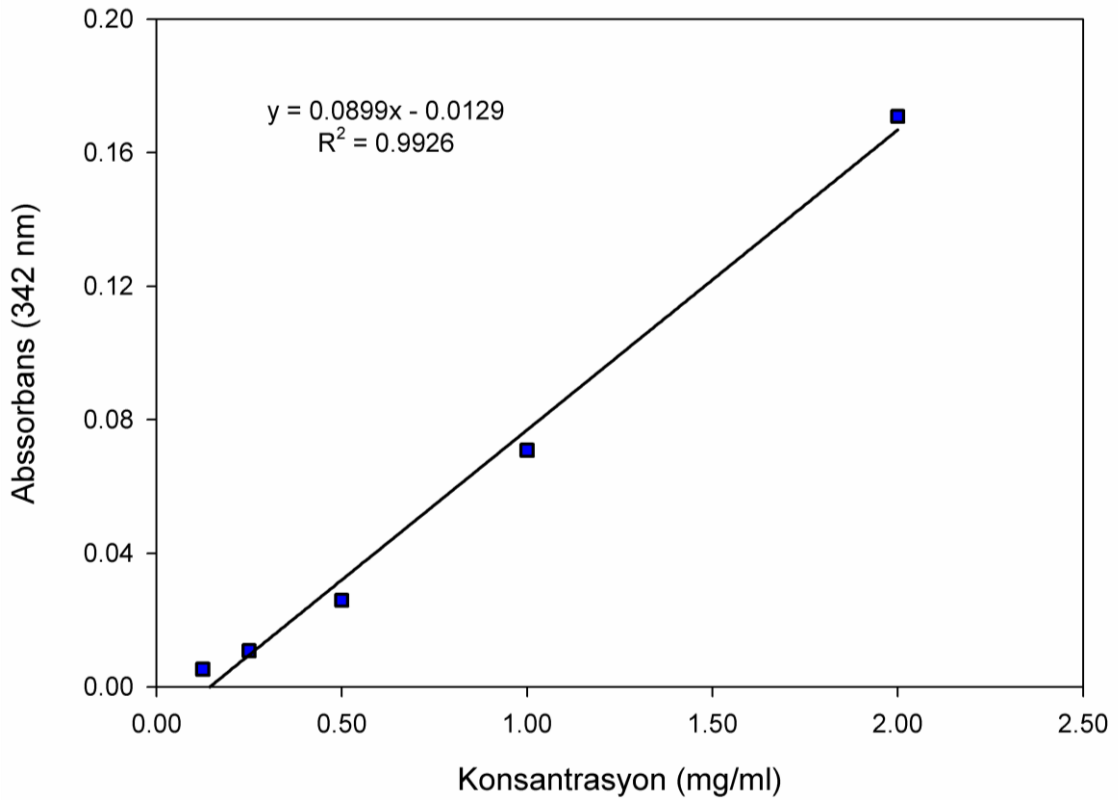
3.7. Antimikrobiyel PßP Difüzyonunun Belirlenmesi

PßP’nin (Piccolyte® S115, Hercules Incorporated, Brunswick, GA, USA) UV spektrumunu elde etmek amacıyla hazırlanan 0.5 mg/ml’lik standart çözelti ile 200-800 nm arasında dalga boyu taraması yapılmış ve elde edilen UV spektrumundan PßP maksimum absorbans verdiği dalga boyu 342 nm olarak belirlenmiştir. PßP kalibrasyon eğrisini elde etmek için 50 mg PßP 25 ml petrol eterde çözülerek 2 mg/ml’lik stok çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltilerden 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0 mg/ml’lik standart seri çözeltiler hazırlanmış ve UV spektrofotometre (UV-160A, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile 342 nm’de absorbans değerleri okunmuştur (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. PβP standardının farklı konsantrasyonlardaki absorbands değerleri

Konsantrasyon (mg/ml)	Absorbans
0.125	0.0053
0.250	0.0108
0.500	0.0259
1.000	0.0709
2.000	0.1708

Hazırlanan PβP kalibrasyon eğrisinden PβP konsantrasyonları hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisinden elde edilen regresyon eşitliği $y = 0.0899x - 0.0129$, R^2 değeri ise **0.9926** olarak bulunmuştur (Şekil 3.1)



Şekil 3. 1. PβP standart kalibrasyon eğrisi

P  P difüzyon katsayısının Fick'in ikinci kanuna göre Sadıkoğlu ve ark. (2006)'nın yaptığı çalışma dikkate alınarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla PP/nanokil/ P  P içeren filmde 2  2 cm boyutlarında kesit alınmış ve filmler 10 ml petrol eter içeren 100 ml'lik cam şişelere daldırılmıştır. Filmler petrol eterde oda sıcaklığında ($25\pm0.5^{\circ}\text{C}$) 5 dakika ile 10 gün arasında değişen süre aralıklarında bekletilmiştir. Petrol eterin düşük kaynama noktası nedeniyle buharlaşma sonucu petrol eter kaybını önlemek için şişelerin a  zı test süresince kapalı tutulmuştur. Ekstraktların P  P konsantrasyonu UV spektrofotometre ile 342 nm'de elde edilen absorbans değerleri   l      erek regresyon eşitliğinden hesaplanmıştır. şahit olarak PP/nanokil filmde hazırlanan örnekler kullanılmıştır. Çalışma 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Antimikrobiyel ambalaj malzemesinden (PP/nanokil/P  P) gıdaya gerçekleşebilecek P  P difüzyonunu belirlemek amaçıyla depolama süresince tanımlanan analiz günlerinde dilimlenmiş et ürünleriyle temas eden filmde 2  2 cm boyutlarında kesilen film örnekleri saf su ile durulandıktan sonra petrol eter ile 25°C 'de 10 dakika süre (  n çalışma ile belirlenmiştir) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraktın absorbansı UV-VIS spektrofotometre kullanılarak 342 nm'de   l       ve P  P konsantrasyonu şekil 3.1'deki standart eğri kullanılarak hesaplanmıştır.

3.8. Raf   mr   çalışması

3.8.1.   r  n   şleme ve Ambalajlama Yöntemleri

Çalışmada 6-14 kg'lık %100 dana eti içeren Maret seçme pastırma aynı partiden ve   retimden hemen sonra Migros A.ř. (Antakya) tarafından prosten 1 gün önce temin edilmiş ve $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Aynı partiden gelen Maret marka seçme pastırma laboratuvarında hijyenik koşullar altında 1.5 mm kalınlığında olacak şekilde dilimleme makinesi (Scharfen es 300, Almanya) ile dilimlenmiştir. Dilimlenmiş pastırma önceden hazırlanan ve dezenfekte edilen 3 farklı torbaya 150 g olacak şekilde yerleştirilmiştir.   r  n içeren torba ambalajlar tek odalı ambalajlama makinesi (Reepack rv 300, İtalya) ile kombine edilen        gaz mikseri (KM60-3, Witt, Almanya) kullanılarak vakum, %50 CO₂ %50 N₂ ve hava atmosferi (%21 O₂ %79 N₂) altında ambalajlanmıştır. Ambalajlanmış pastırma örnekleri ise $+4^{\circ}\text{C}$ 'de %50 bağıl nemde 6 ay depolanmış ve 0, 5, 10, 20, 30, 60,

90, 120, 150 ve 180. günlerde kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.8.2. Tepe Boşluğu Gaz Analizi

Ambalaj içerisindeki O₂ ve CO₂ oranları paket açılmadan film yüzeyine yapıştırılan septumdan bir iğne ile girilmek suretiyle gaz analizörü (PBI Dansensor, Ringsted Danimarka) kullanılarak belirlenmiştir. Her torbadan tek ölçüm yapılmış ve her bir uygulama için 3 ölçümün ortalaması alınmıştır. Vakum uygulanan torbalarda tepe boşluğu olmadığı için gaz ölçümü yapılmamıştır.

3.8.3. Mikrobiyolojik Analizler

“Türk Gıda Kodeksinin Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği” (29 Aralık 2011) esas alınarak pastırmada (kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünleri altında) 0. günde dilimleme ve ambalajlama sonrası koagülaz pozitif stafilokoklar (*S. aureus*), sülfid indirgeyen anaerob bakteri *Clostridium perfringens* ve *Salmonella* spp. test edilmiştir. Ayrıca depolamanın 90. ve 180. gününde *S. aureus* ve *Clostridium perfringens* belirlenmiştir. Depolamanın başında ve depolama süresince ise ürünlerde maya küf ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı tespit edilmiştir.

3.8.3.1. Salmonella spp.

Ön Zenginleştirme

25 g pastırma steril stomacher torbasına tartılmış ve üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su eklenmiş ve karıştırıldıktan sonra 16-22 saat 37±1°C’de inkübasyona bırakılmıştır.

Zenginleştirme

İnkübasyondan sonra 0.1 ml ön zenginleştirme süspansiyonu 10 ml S×2 sıvı besiyeri içerisine aktarılmış 41.5±1°C’de 22-26 saat inkübe edilmiştir.

Zenginleştirme Sonrası

İnkübasyondan sonra 1 ml Mueller-Kauffmann Tetrathionate (MKTT) (Oxoid CM0343) sıvı besiyerinden, 10 ml M sıvı besiyerine aktarılmıştır. Başka bir M sıvı besiyeri tüpüne, 1 ml Rappaport Vassiliadis Soy (RVS) (Merck 107700) besiyerinden aktarılmıştır. MKT ve RVS sıvı besiyerleri 16-20 saat 41.5±1°C’de inkübe edilmiştir.

İhtiyaç duyulan miktarda reaktif buzdolabından çıkarılmış ve oda sıcaklığına gelmesi için 30 dakika bekletilmiştir. Test edilecek her numune, kontrol ya da standart için bir “SLM” sribi (*Salmonella Stribi*) ve “SLM SPR®” (SPR®’lerin iç kısmı *Salmonella*-spesifik yüzey antijenlerine doğrudan karşı antikorlar ile kaplanmıştır) kullanılmıştır. VIDAS test cihazından cihazın test kodu olarak “SLM” seçilmiş, standart ‘S1’ (saflaştırılmış ve inaktive edilmiş *Salmonella* antijeni + koruyucu + protein stabilizörü) ile tanımlanmış ve iki kez test edilmiştir. Patojenin pozitif kontrolü için ‘C1’ (saflaştırılmış ve inaktive edilmiş *Salmonella* antijeni + koruyucu + protein stabilizörü), negatif kontrolü için ‘C2’ (TRIS tamponlanmış tuz (TBS) (150 mmol/l)-Tween pH 7.6 + koruyucu) seçilmiştir. Cihaz hazırlandıktan sonra zenginleştirme işlemi yapılan sıvı besiyerleri homojenize edilmiştir. Son zenginleştirme besiyerinden stripteki numune kuyucuğuna 0.5 ml aktarılmış ve VIDAS Heat and Go cihazı (VIDAS Mini, Fransa) kullanılarak 15±1 dakika ısıtılmıştır. Sürenin sonunda strip cihazdan çıkarılmış ve 10 dakika soğutulmuştur. SPR ve strip, VIDAS cihazına yerleştirilmiş ve test başlatılmıştır. Test basamakları cihaz tarafından otomatik olarak yapılmış ve yaklaşık 45 dakika içerisinde sonuç elde edilmiştir. Test tamamlandığında sonuçlar cihaz tarafından otomatik olarak analiz edilmiştir. Test edilen her bir numune için reaktif sribinin okuma küvetindeki floresans iki kez ölçülmüştür. İlk okuma SPR substrat içine girmeden önce, substrat küvetinin arka plan okumasıdır. İkinci okuma substrat SPR’nin iç kısmında kalan enzimle inkübasyondan sonra alınmıştır. Bağlı Floresans Değeri en son sonuçtan boş okumanın çıkartılması ile hesaplanmıştır. Her bir numune için elde edilen bağlı floresans değeri VIDAS cihazları tarafından aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir:

$$\text{Test Değeri} = \text{Numune bağlı floresans değeri} / \text{Standart bağlı floresans değeri}$$

Elde edilen test değeri yorumlanırken 0.23 test değeri eşik değer olarak kullanılmıştır. Elde edilen test değeri 0.23’e eşit veya büyük ise sonuç pozitif, 0.23’ten küçük ise negatif olarak değerlendirilmiştir. Eşik değerinden küçük test değerine sahip sonuçlar, numunede *Salmonella* spp. antijeni olmadığını ya da tespit limitinin altında *Salmonella* antijen konsantrasyonunun olduğunu göstermektedir. Eşik değerine eşit ya da büyük test değerlerine sahip numunelerin varlığı *Salmonella* ile kontamine olduğunu göstermektedir. (VIDAS® *Salmonella* (SLM), 2010).

3.8.3.2. *Clostridium perfringens* (Sülfite indirgeyen)

25 g pastırma örneği tartılarak steril stomacher torbasına konulmuş ve üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su eklenerek düşük hızda 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Homojenattan seri dilusyonlar hazırlanarak yumurta sarısı emülsiyonu (Merck 103784) ve D-sikloserin (Oxoid SR0088E) içeren yüzeyleri kurutulmuş Tryptose Sülfite Cycloserine agar (TSC) (Merck 111972) petrilere 0.1 ml yayma ekim yapılmıştır. Yayılan sıvı absorbe edildikten sonra üzerine D-sikloserin içeren 10 ml TSC agar dökülmüştür. Agar katılaştıktan sonra petri kutuları anaerobik inkübasyon için gerekli materyalleri içeren (Merck 113829 ve 115112) anaerobik kavanoza (Merck 116387) yerleştirilerek 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon süresi sonucunda TSC agarda gelişen siyah koloniler muhtemel *C. perfringens* kolonisi olarak değerlendirilmiş ve doğrulama testine geçilmiştir.

Doğrulama testinde seçilen koloniler Thioglycollate broth (Merck 108190) ortamına alınarak anaerob koşullarda 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Inkübasyon sonrasında Thioglycollate broth kültüründen alınarak doğrulama testi yapmak amacıyla kaynar suda 15 dakika bekletilerek degaze edilen Laktoz Jelatin besiyerine ekim yapılmış ve 37°C'de 48 saat anaerobik inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrasında laktoz fermentasyonu ve jelatin hidrolizi kontrol edilmiştir. Laktozu fermente eden ve jelatini hidrolizleyen koloniler *C. perfringens* kolonisi olarak değerlendirilmiştir (Anonim, 2000; Erol ve ark., 2008).

3.8.3.3. *Staphylococcus aureus* (Koagülaz pozitif)

25 g pastırma örneği tartılarak steril stomacher torbasına konulmuş ve üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su eklenerek düşük devirde 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Homojenattan seri dilusyonlar hazırlanarak yumurta sarısı tellürit emülsiyonu (Merck 103785) içeren Baird-Parker agar (Merck 105406) besiyerlerine ekim yapılmıştır. Ekim işlemi 9 cm'lik 3 petri kutusuna 1 ml eşit hacimlerde yayılacak şekilde yapılmıştır. Ekim sonrası petriler 48 saat süreyle inkübatörde 37°C'de inkübe edilmiştir. Analiz gününde her bir uygulama için 3 torbadan alınan örneklerden 2 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır. Inkübasyon sonrasında Baird-Parker agarda tipik lesitinaz pozitif kolonilere rastlanmamakla beraber sonucun kesinleştirilmesi

amacıyla siyah veya gri tonlarda, parlak ve konveks görünümlü koloniler sayılmış ve 5 koloni seçilerek doğrulama testine geçilmiştir (Baumgart, 1997; Anonim, 2000a).

Doğrulama testinde, seçilen koloniler Brain Heart Infusion Broth (Merck 110493) besiyerine ekilerek 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası kültürden 0.1 ml alınarak içerisinde 0.3 ml plazma (Merck 113306) bulunan tüplere ilave edilmiş ve 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Belirli aralıklarla ve 24. saat sonunda tüplerde pıhtı oluşumu kontrol edilmiştir (Lancette ve Tatini, 1992; Anonim, 2000a). Çalışma esnasında *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) standart suşu kontrol olarak kullanılmıştır.

3.8.3.4. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

25 g pastırma örneği steril stomacher torbasına tartılmış ve üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su eklenmiş ve karıştırıldıktan sonra seri dilusyonlar hazırlanmıştır. Seri dilusyonlardan 0.1 ml alınmış ve önceden hazırlanmış PCA (Plate Count Agar) (Merck 118412) besiyeri üzerine cam çubukla yayılmıştır. Her dilusyon için 2 paralel petriye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Hazırlanan petriler 35°C’de 48 saat inkübe edilmiştir. Sonuçlar log kob/g (koloni oluşturan birim (CFU)) olarak verilmiştir Her analiz gününde her bir uygulama için 3 torbadan alınan örneklerden 2 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır (Maturin ve Peeler, 2001).

3.8.3.5. Maya-Küf Sayımı

25 g pastırma örneği steril stomacher torbasına tartılmış ve üzerine 225 ml tamponlanmış peptonlu su eklenmiş ve karıştırıldıktan sonra seri dilusyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan seri dilusyonlardan 0.1 ml alınmış ve önceden hazırlanmış Rose Bengal Chloramphenicol (RBC) (Merck 100467) agar üzerine cam çubukla yayılmıştır. Her dilusyon için 2 paralel petriye yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 25°C’de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Sonuçlar log kob/g (koloni oluşturan birim (CFU)) olarak verilmiştir. Her analiz gününde her bir uygulama için 3 torbadan alınan örneklerden 2 paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır (Tournas ve ark., 2001).

3.8.4. Fiziksel Analizler

3.8.4.1. Renk Analizi

Minolta (CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ve CIE L*a*b* ölçeği kullanılarak dilimlenmiş pastırma örneklerinin rengi ölçülmüştür. Her analizden önce cihaz illuminant C'ye ayarlanmış ve standart beyaz yansıtıcı levha kullanılarak kalibre edilmiştir. Belirlenen analiz günlerinde L*, a* ve b* değerleri her bir uygulama için üç ambalajdan alınan 15 pastırma diliminde (her bir torbadan 5 dilim) ölçülmüş ve 15 ölçümün ortalaması hesaplanmıştır. Ayrıca renk doygunluğu (C*)^{*} değeri de hesaplanmıştır. C*, parlaklık (L*) ekseninden dik uzaklıktır ve $C^*=(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır.

3.8.4.2. Doku (Tekstür) Analizi

Doku analizinde sertlik (firmness) ve dayanıklılık (toughness) ölçülmüştür. TA-XT Plus (Stable Micro System, İngiltere) cihazı ve Warner/Blatzer (HDP/BS) bıçak seti kullanılmıştır. Uygun test hızı ve penetrasyon mesafesi ön denemelerle 5 mm/s test hızı ve 40 mm penetrasyon mesafesi olarak belirlenmiştir. Sertlik, maksimum kesme kuvveti (N) ve dayanıklılık, pik alanı (N/s) olarak ifade edilmiştir. Analiz günlerinde her uygulama için renk analizinde kullanılan toplam 15 pastırma diliminde (her bir torbadan 5 dilim) ölçüm yapılmış ve her bir ürün için 15 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.8.5. Kimyasal Analizler

3.8.5.1. Nem İçeriği Tayini

Dilimlenmiş pastırmada nem analizi AOAC (2000) metoduna göre depolamanın ilk gününde (0. gün) ve son gününde (180. gün) her bir uygulamada 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Kurutma kapları 100±2°C'de 2 saat kurutulup sabit tartıma getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur. Hassas terazide daraları alınan kaplara homojen hale getirilmiş 5 g örnek hassas olarak tartılmıştır. 100±2°C'de sabit ağırlık elde edilinceye kadar yaklaşık 18 saat kurutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına getirilmiş ve tartılmıştır. Nem miktarı ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki yöntemle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Nem} = (A - B) * 100 / A$$

$$\% \text{ Kurumadde} = B * 100 / A$$

A: Örneğin yaş kütlesi (g) B: örneğin kuru kütlesi (g)

3.8.5.2. pH Tayini

10 g pastırma örneği 90 ml saf su ile karıştırılarak homojenize (Heidolph SilentCrusher M, Almanya) edilmiştir. Karışımın pH değeri WTW-315i pH metre (Weilheim, Almanya) kullanılarak kaydedilmiştir. Her analiz gününde her bir uygulama için 3 torbadan alınan 2'şer örnekte pH ölçümü yapılmış ve toplam 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.8.5.3. Lipit Oksidasyonu

Depolama süresince lipit oksidasyonu tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi ile belirlenmiştir (Lee ve ark., 1999; Öztürk ve ark., 2010). 10 g pastırma örneği tartılmış ve %5'lik 34 ml TCA ve 1 ml %7.2'lik BHT solüsyonu eklenmiş ve 2 dk boyunca yüksek devirde homojenizatör (Heidolph SilentCrusher M, Almanya) ile homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım filtre kağıdı (Whatman No. 4) ile 50 ml'lik balon jojeye filtre edilmiş ve TCA çözeltisi ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltinin 5 ml'si, 5 ml 0.02 M TBA çözeltisi ile test tüpünde karıştırılmış ve renk oluşumu sağlamak için 80°C'de 20 dk su banyosunda inkübe edilmiştir. 532 nm'de kör çözeltiye karşı UV-spektrofotometre (UV-160A, Shimadzu, Kyoto, Japan) ile ölçüm yapılmıştır. Standard kalibrasyon eğrisi malonaldehit standardı olarak TEP (1,1,3,3-tetraethoxypropane)'in farklı konsantrasyonları ile elde edilmiştir (Şekil 3.2). 532 nm'de okunan absorbans değerleri ekstraksiyon katsayısı (K_{ekst}) ile çarpılarak TBARS değerleri (mg MDA/kg örnek) ifade edilmiştir. Her analiz gününde her bir uygulama için 3 torbadan alınan 2'şer örnekte ölçüm yapılarak elde edilen 6 ölçümün ortalaması alınmıştır.

Geri kazanımın hesaplanması

10 g örneğin içine 5 ml 5×10^{-8} mol/5 ml'lik TEP konsantrasyonundan ilave edilmiştir. (TEP ilave edilmiş örnek). Aynı paralelden 10 g örnek alınmıştır. (TEP ilave edilmemiş örnek). Bu iki örneğe de 34 ml % 5'lik TCA solüsyonu ve 1 ml BHT solüsyonu eklenmiş ve 2 dk boyunca yüksek devirde homojenize edilmiştir. Whatman

No.4 filtre kağıdı ile 50 ml'lik balon jöjeye filtre edilmiş ve hacim %5'lik TCA çözeltisi ile tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltinin 5 ml'si ile 5 ml 0.02 M'lık TBA çözeltisi test tüpünde karıştırılmış ve renk oluşumu sağlamak için 20 dk boyunca 80 °C su banyosunda inkübe edilmiştir. Şahit olarak 5 ml 5×10^{-8} mol/5 ml'lik TEP çözeltisi kullanılmıştır. 20 dakikanın sonunda solüsyon 532 nm'de şahit çözeltiye karşı UV spektrofotometrede ölçülmüştür. TEP ilave edilmiş ve TEP ilave edilmemiş örneklerin absorbens değeri ölçülerek geri kazanım aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$P(\%) = [(A_3 - A_1) / A_2] \times 100$$

A_3 = TEP ve örneği içeren filtratın absorbens değeri

A_1 = Örneğin absorbens değeri

A_2 = TEP'in absorbens değeri

Ekstraksiyon katsayısının hesaplanması (K_{ekst})

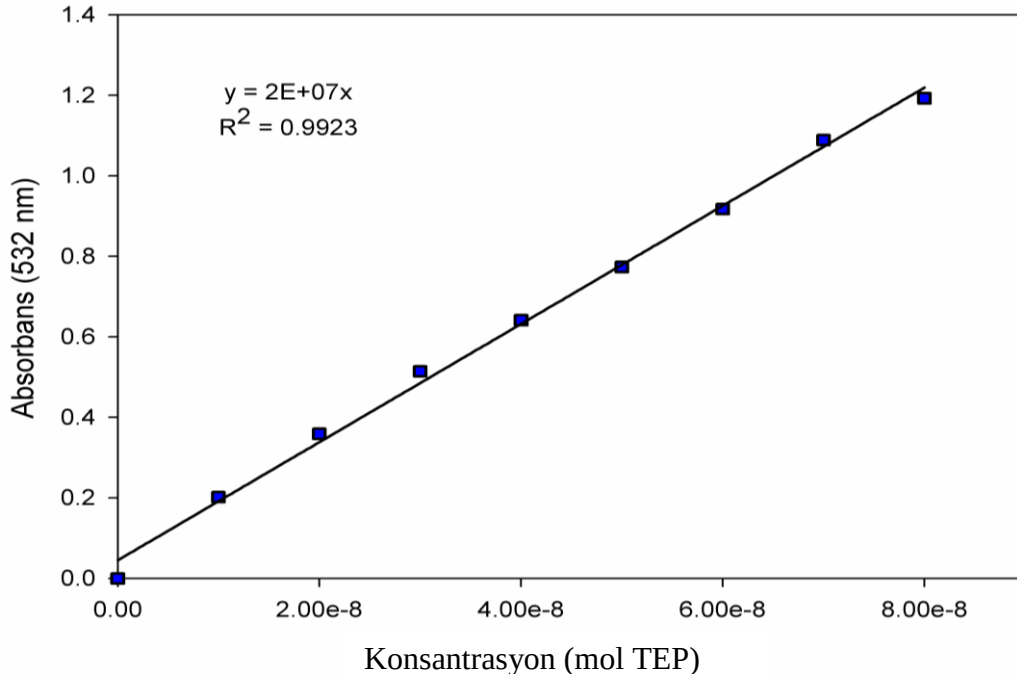
TBARS değeri, absorbens değerinin sabit bir değer olan ekstraksiyon katsayısı, K_{ekst} ile çapılması sonucu elde edilmiştir. K_{ekst} aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$S = \text{TEP'in 5 ml filtrattaki mol sayısı} (1 \times 10^{-8} - 8 \times 10^{-8})$$

$$72.063 \text{ g/mol} = \text{MDA'in molekül kütlesi}$$

E = Numune ağırlık eşdeğeri, 50 ml filtrattan 5 ml örnek alındığında 10 g örnek için E , 1 dir.

$$P = \% \text{ Geri kazanım}$$



Şekil 3. 2. TBARS kalibrasyon eğrisi

3.8.5.4. Protein Stabilitesi (Karbonil İçeriği)

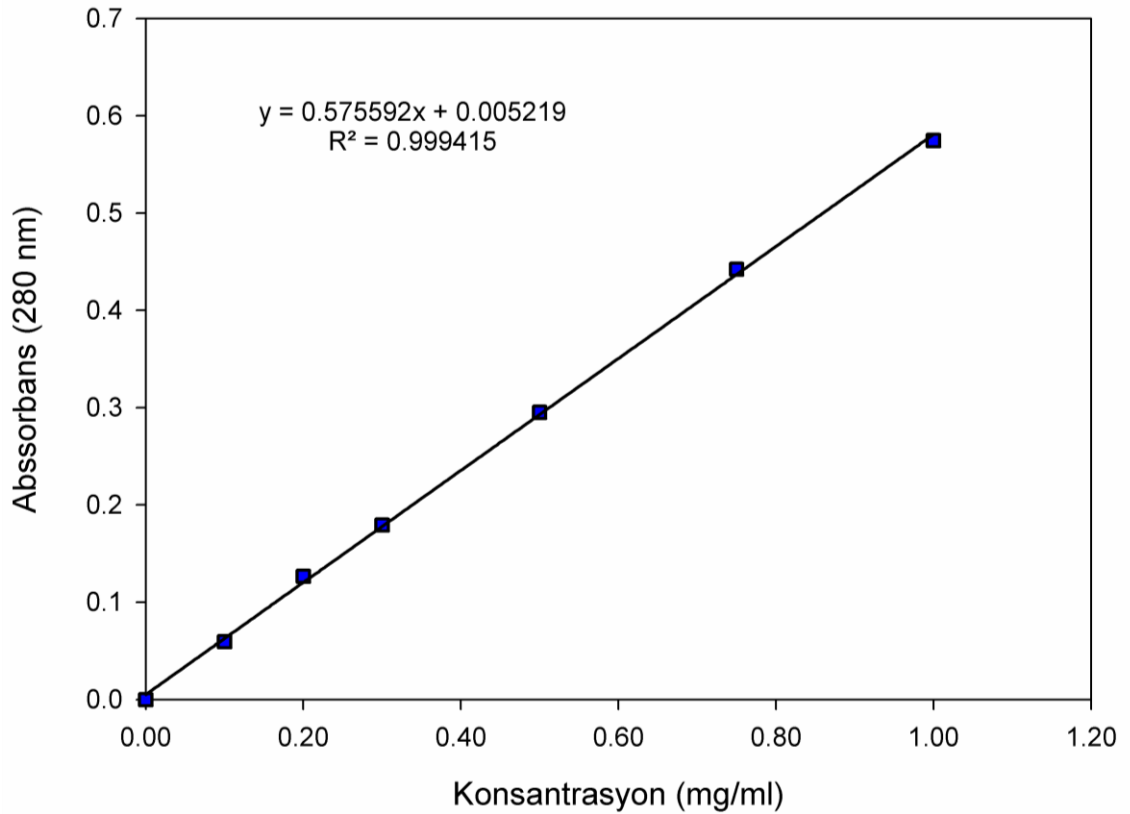
Protein oksidasyonunun belirlenmesi iki prosedürden oluşmuştur: (1) Karbonil içeriğinin belirlenmesi (2) protein miktarının belirlenmesi (kontrol vialı). 1 g dilimlenmiş pastırma örneği 10 ml 0.15 M KCl çözeltisi içinde düşük hızda 1 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen ekstraktan 2 farklı eppendorf tüpüne 0.1 ml aktarılmıştır. Üzerine 1 ml %10'luk TCA çözeltisi eklenmiş ve 5000 rpm'de 5 dk santrifüj (Hettich Mikro 22, Almanya) edilmiştir. Üst faz (berrak kısım) ayrılmış ve pellet (çökelti) tüpte bırakılmıştır. Tüplerden birine 1 ml 2 M'lık HCl çözeltisi eklenmiş, diğerine ise 1 ml %0.2 (w/v) 2,4 dinitrofenilhidrazin (DNPH) içeren 2 M'lık HCL çözeltisi eklenmiştir. İki örnek de oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiş ve her 15 dk'da karıştırılmıştır. Her iki örneğe de 1 ml %10'luk TCA çözeltisi eklenerek 5000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş ve berrak üst faz ayrılmıştır. Pelletler 1:1 oranında etanol:etil asetat çözeltisi eklenerek yıkanmış ve 10000 rpm'de 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Bu aşama 3 kez tekrarlanmıştır. Örnekler 1.5 ml 20 mM sodyum fosfat içeren 6M'lık guanidine HCl tampon çözeltisi eklenerek 5000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası DNPH ile muamele edilen örneklerde 370 nm, HCl ile

muamele edilen örnekler 280 nm dalga boylarında absorbans ölçülmüş ve karbonil konsantrasyonu aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır. Standart olarak BSA (Bovin Serum Albumin) kullanılmıştır (Şekil 3.3). (Mercier ve ark., 1998; Zakrys-Waliwander ve ark., 2012).

$$\text{nmol DNPH/mg protein} = \left(\frac{A}{0.022 \text{ nmol}^{-1} \times m_{\text{mg protein}}} \right)$$

BSA kalibrasyon eğrisi

0.1 g BSA tartılıp 10 ml distile suda çözündürülmüştür. Çözeltiden 1ml alınmış ve 9ml G-HCl eklenerek stok çözelti hazırlanmıştır (1000 µg/ml).



Şekil 3. 3. BSA kalibrasyon eğrisi

3.8.6. Duyusal Değerlendirme

Dilimlenmiş pastırma örneklerinin depolama süresince duyusal değerlendirmesi 12 kişilik panelist grubu ile yapılmıştır. Her uygulama için oda sıcaklığında 1 pastırma

dilimi tüm panel üyelerine dağıtılmıştır. Panelistlerden genel görünüş, renk, koku, tekstür ve tat yoğunluklarını değerlendirilmeleri istenmiştir. Genel görünüş, renk, koku, tekstür ve tat sırasıyla şu şekilde kategorize edilmiştir: 1=yapışkan, 5=kabul edilebilir, 9=taze; 1=soluk, 5=kabul edilebilir, 9=pembe/kırmızı; 1=güçlü kötü koku, 5=kabul edilebilir/hafif kötü koku, 9= kendine has koku; 1=sert/kuru, 5=kabul edilebilir, 9=normal/tipik doku; 1=ransit/bozuk, 5=kabul edilebilir, 9=normal/tipik tat. Ürünün genel kabul edilebilirliği 9 noktalı hedonik ölçekte değerlendirilmiştir. Burada 9=çok beğendim ve 1=hiç beğenmedim olarak alınmıştır. Duyusal değerlendirme formu Ek1.'de yer almaktadır.

3.8.7. İstatistiksel Analizler

Tüm deneysel uygulamalar 3 tekrarlı yapılmıştır. Deneysel veri ANOVA (3-yönlü ANOVA) ve Duncan çoklu kıyaslama testleri ile 95% güvenlik düzeyinde analiz edilmiştir. İstatistiksel yazılım olarak windows için SAS (sürüm 8.02, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Deneysel faktörlerin (ambalaj filmi, atmosfer ve depolama süresinin) ve bunların etkileşimlerinin kalite parametreleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Nanomalzemelerde Kalınlık, OTR ve WVTR Sonuçları

Gıda ambalajlamada kullanılan polimerik malzemelerin oksijen ve su buharı geçirgenliği ürün kalitesini muhafaza etme ve raf ömrünü sağlama açısından önemli olan iki kriterdir. PP’de $1.88 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ olarak tespit edilen WVTR, %1 nanokil ilave edildikten sonra yaklaşık %24 oranında azalmış ve $1.43 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ ’e düşmüştür. %1 nanokil +%5 PβP içeren malzemede ise WVTR, PP’ye göre %31 oranında azalmış ve $1.30 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ olarak belirlenmiştir. Nanokil ve PβP ilavesi WVTR’yi önemli düzeyde düşürmüştür. Üretilen her iki nanomalzemede de su buharı geçiş hızı oldukça düşük düzeylerde. Üretilen nanomalzemelerin WVTR’si çalışmada kontrol olarak kullanılan çok katlı malzemeden daha düşük düzeyde tespit edilmiştir.

PP’ye %1 oranında nanokil katılması OTR’nin yaklaşık %10 düzeyinde azalmasına neden olurken, %1 nanokil ve %5 PβP katılması ile OTR’de %25’lik bir azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). OTR ölçümleri 23°C’de %0 bağıl nemde elde edilen değerler olup, ürün depolama sıcaklığı olarak seçilen 4°C’de malzemelerde gerçekleşecek geçirgenlik değerlerinin bu değerlerin altında olması beklenmektedir.

Çizelge 4.1.Üretilen filmlerde kalınlık, OTR ve WVTR değerleri

Malzeme Çeşidi	Kalınlık (Mikron)	OTR ($\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$)	WVTR ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$)
PP	93.2±4.5a	1410±59a	1.88±0.06a
PP-nanokil	88.6±3.2bc	1280±1.5b	1.43±0.02c
PP-nanokil-PβP	92.5±5.9ab	1060±35.4c	1.30±0.09d
PP/PA/EVOH/PE*	115	2	4

*Çok katlı malzemenin kalınlık, OTR ve WVTR değerleri Superfilm (Gaziantep) tarafından temin edilmiştir.

Günümüzde farklı polimerlere nanokil eklenmesiyle oksijen ve su buharı geçirgenliğinin düşürüldüğü bilinmektedir. Gıda ambalajlamada kullanılan polimerler içine nanokil parçaları eklenerek %75’e kadar oksijen geçirgenliği düşürülebilmektedir. Bu polimerler içerisinde en düşük OTR değerinin nanopolietilenterafitalat (nano-

PET)'ta olduğu yapılan çalışmalarla kaydedilmiştir (Cava ve ark., 2006; Lagaron ve ark., 2007). Yapılan yakın tarihli bir çalışmada ise kil eklenen PP'de oksijen geçirgenliği neredeyse %100 azaltılmıştır (Priolo ve ark., 2010). Pereira de Abrey ve ark. (2007) gıda ambalajlarında en yaygın kullanılan poliolefin (PP ve PE) filmlerin içine nanopartiküllerin ilavesiyle hem mekanik özelliklerin hem de bariyer özelliklerinin iyileştirildiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada nano PP malzemenin OTR değerı normal PP'ye kıyasla %22; nano PE filmin OTR değerı ise normal PE'ye göre %12.5 daha düşüktür (Pererira de Abrey ve ark., 2007). LDPE içine nano dolgu uygulandığında ise nanoLDPE'nin normal LDPE'ye kıyasla OTR ve WVTR değerleri sırasıyla %2.1 ve %28 daha düşük kaydedilmiştir (Avella ve ark., 2007). Yang ve ark. (2010) PE filmlere nanodolgu (Ag, TiO₂ ve kaolin) ilave ederek OTR ve WVTR değerlerini normal PE'ye kıyasla düşürmüşlerdir (Yang ve ark., 2010).

Et rnlerinin ticari olarak ambalajlanmasında kullanılan esnek malzemeler arasında PA/LDPE, PA/EVOH/LDPE, PP/EVOH/LDPE ve LDPE/EVOH/LDPE gibi çok katlı malzemeler yer almaktadır. Bu çalışmada kontrol olarak seçtiğimiz çok katlı malzeme (PP/PA/EVOH/PE) ise OTR açısından oldukça düşük değerlere sahip olup, ticari olarak kullanılan diğer malzemelerle kıyaslanınca da geçirgenlik değerleri oldukça düşüktür. Ancak bu malzeme hem pahalı hem de geri dönüştürülmesi mümkün olmayan bir malzemedir.

4.2. Torba Ambalaj retimi ve Sızdırmazlık Testi Sonuçları

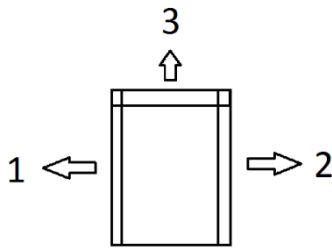
Nanomalzemeler ve çok katlı malzeme 3 kenarından ısıl yapıştırma uygulanarak torba ambalaja dönüştürülmüştür. Nanomalzemeler için ısıl yapıştırma sıcaklığı 100-125°C arasında, çok katlı malzeme içinse 130-145°C arasında denenmiştir. Görsel test ve sızdırmazlık test sonuçları dikkate alınarak 2 farklı nanomalzeme için optimum yapıştırma sıcaklığı 120°C ve çok katlı malzeme için 145°C olarak önerilmiştir (izelge 4.2).

Çizelge 4.2. Ambalaj materyallerinin torba ambalaja dönüştürülmesi için uygulanan ısı yapıştırma sıcaklıkları

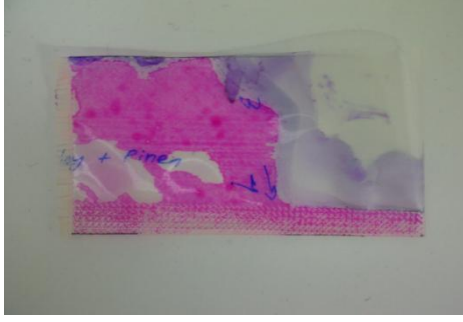
Malzeme çeşidi	Test edilen ısı yapıştırma sıcaklığı aralığı (°C)	Önerilen optimum yapıştırma sıcaklığı (°C)
PP-nanokil	100-125	120
PP-nanokil-PβP	100-125	120
PP/PA/EVOH/PE	130-150	145

Hazırlanan torba ambalajlarda Şekil 4.1’de görüldüğü gibi yapıştırma 3 kenarda yapılmış, önce kaynak yerleri görsel olarak incelenmiş ve her 3 kenar boya penetrasyon testine tabi tutularak sızdırmazlık testi yapılmıştır. Görsel test metodunda ambalaj kaynak yeri; boşluklar, kırışıklıklar, kaynak dikiş yerinin düzgünlüğü ve çok katlı ambalajlarda katlardan en az birinde görülebilecek ayrılmalar için gözle ve büyüteç altında incelenmiştir.

Nano-PP (PP-nanokil) ve aktif nano-PP (PP-nanokil-PβP) torbalarda 120°C’de 3 s yapılan ısı yapıştırma sonucu elde edilen kaynak yerlerinin %33’ünün sızdırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Aynı sıcaklıkta yapıştırma süresi 4 s’ye çıkarıldığı zaman torbaların %100’ünün de sızdırmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Bu nedenle her iki nanomalzeme için optimum yapıştırma sıcaklığı 120°C’de 4 s olarak önerilmiştir. Çok katlı malzemede ise optimum yapıştırma sıcaklığı 140°C’de 3 s olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Hazırlanan torba ambalajda ısı yapıştırma yapılan ve sızdırmazlık testinin yapıldığı kenarlar



Şekil 4. 2. Sızdıran torba ambalaj kaynak yerine örnek



Şekil 4. 3. Sızdırmayan torba ambalaj kaynak yerine örnek

Boya penetrasyon testi sızıntı tespitinde kolaylıkla uygulanabilir ve pahalı değildir, ambalaja basınç uygulanması gerekmez çünkü sıvı penetrasyonu kapılar hareket ile sağlanır. Boya penetrasyon testi aseptik endüstrisinde elektrolitik test sonrası doğrulayıcı test olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Boya penetrasyon testinde kullanılan Rhodamine B kapılar hareket ile kaynak yerine hızlı bir şekilde penetre olmuş ve kaynak yeri gözle görülebilir bir şekilde boyanın rengini almıştır (Şekil 4.2). Ancak sızdırmayan ambalaj kaynağında Şekil 4.3’de görüldüğü gibi herhangi bir boya tespiti olmamıştır.

4.3. PβP içeren Malzemenin Antimikrobiyel Etkinliği

Yapılan önceki çalışmalarda timol ve carvacrol gibi monoterpenlerin antimikrobiyel etkinlikleri agar disk difüzyon yöntemiyle belirlenebilirken (Ramos ve ark., 2012) bu yöntemle PβP içeren nanokompozit filmlerin antimikrobiyel etkinliği belirlenemediğinden, filmlerin antimikrobiyel etkinliği ASTM E2149-10 yöntemine göre yapılmıştır. ASTM E2149-10 standart bir test yöntemi olup, serbest olarak difüze olmayan, immobilize edilmiş antimikrobiyel madde içeren örneklerin antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

ASTM E2149-10 test yöntemi sonucunda PβP +nanokil içeren filminden kaynaklı bakteri sayısındaki azalma logaritmik ve yüzde olarak hesaplanmıştır. PβP içeren nano-malzeme nanokil içeren malzemeye kıyasla (kontrol) test mikroorganizması üzerinde logaritmik olarak 1.33'lük, yüzde olarak ise %24.3'lük bir azalmaya yol açmıştır. Daha önce yapılan bir çalışmada eugenol, alfa-pinen ve beta-pinenin gram pozitif bakteriler üzerine antimikrobiyel etkisi olduğu kaydedilmiş (Leite ve ark., 2007), bu çalışma ile de PβP içeren malzemenin antimikrobiyel olduğu ve bu etkinin kontak etki olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Galluci ve ark. (2009)'ın yaptıkları çalışmada 9 monoterpenin antimikrobiyel aktiviteleri ve aralarındaki sinerjistik etkileri, suda çözünürlükleri ve H⁺ bağlama kapasitelerini araştırmışlar ve terpenlerin tek başlarına ya da kombinasyonlar halinde mikroorganizmalara karşı etkili olduklarını tespit etmişlerdir. Timol ve carvacrol'ün bakterisidal etki gösterdiği, geraniol/mentol ikilisinin *S. aureus* ve *B. cereus*'a karşı ve timol/menthol ikilisinin ise *B. cereus*'a karşı tamamen sinerjistik etki gösterdikleri belirlenmiştir. Eugenol/geraniol ise *B. cereus*'a karşı kısmi sinerjistik etki göstermişlerdir. Bu çalışma ile fenolik bileşiklerin antimikrobiyel etkinlik açısından en aktif terpenler olduğu belirlenmiş ve sinerjistik terpenlerin antimikrobiyel aktivite açısından gıdaların korunmasında diğer antimikrobiyel maddelere alternatif olabilecekleri belirtilmiştir.

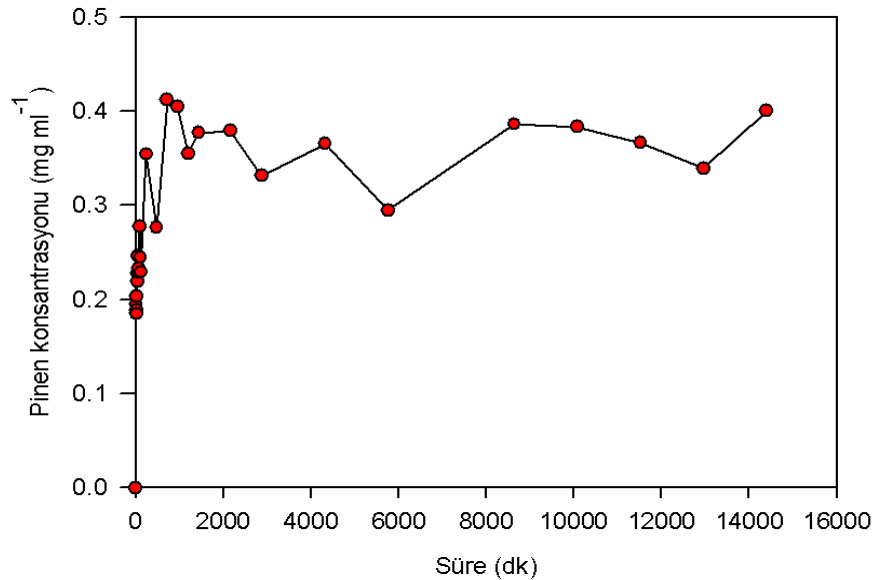
4.4. PβP İçeren Malzemedan PβP Difüzyonu

PβP difüzyonunun belirlenmesinde çözücü olarak yapılan ön denemelerde isopropanol, etil alkol, kloroform, toluen, hekzan, asetonitril, aseton ve petrol eteri gibi bir seri çözücü kullanılmış ve en iyi çözücünün toluen, kloroform ve petrol eteri olduğu tespit edilmiştir. Toluene, kloroform ve petrol eterinde çözölen PβP 'in absorpsiyon spektrumları incelenerek, maksimum absorbans verdiğı dalga boyu belirlenmeye çalışılmıştır. PβP sadece petrol eterinde çözöldüğünde belirgin bir maksimum absorbans verdiğı dalga boyu tespit edilebilmiştir. Bu nedenle PβP'in malzemedan difüzyonu testinde çözücü olarak petrol eteri seçilmiştir.

PP/nanokil/PβP filminden hazırlanan ekstraktların (5 dk-10 gün) PβP konsantrasyonu Şekil 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. PβP konsantrasyonu ekstraksiyon başlangıcında hızlı bir artış göstermiş ve 5 dk sonra 0.19 mg/ml, 10 dk sonra ise 0.20 mg/ml düzeyine ulaşmıştır. PβP konsantrasyonu 120 dk'lık ekstraksiyon sonrasında yavaş bir şekilde artarak 0.23 mg/ml'ye ulaşırken, 240 dk sonrasında PβP

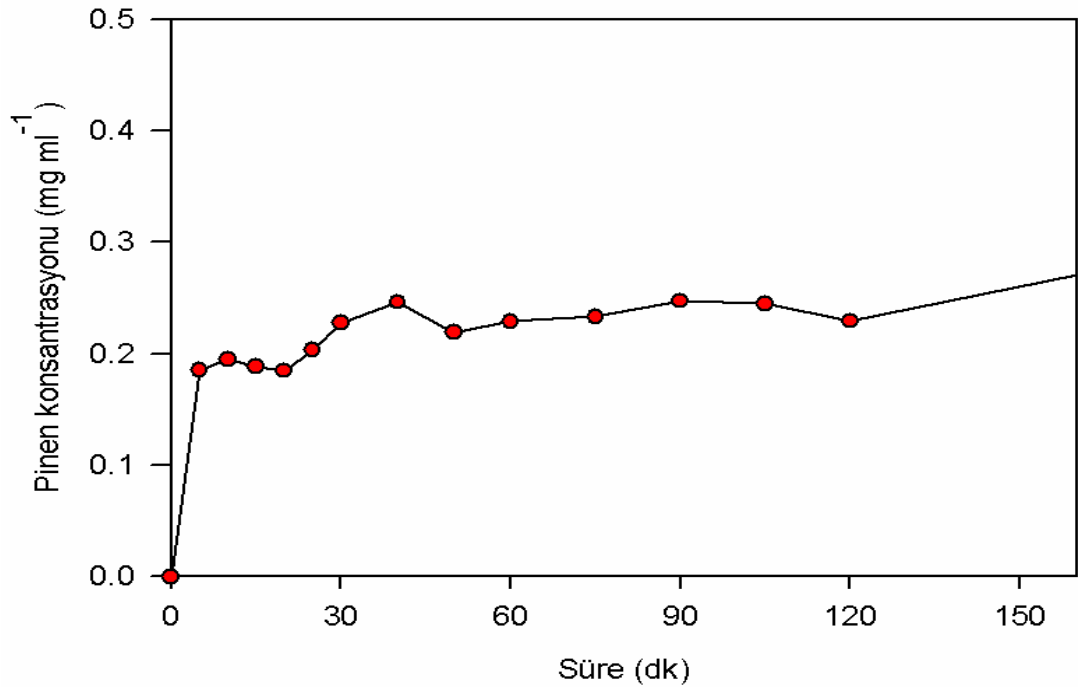
konsantrasyonu 0.35 mg/ml'ye yükselmiş ve 240 dk-10 günlük zaman sürecinde değerler genel olarak 0.35-0.40 mg/ml arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.4). Kısa ekstraksiyon süresi uygulandığında (≤ 120 dk) P β P konsantrasyonunda önemli bir değişim olmadığı ve 0.19-0.24 mg/ml arasında olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). Bu nedenle ambalaj malzemesinden gıdaya geçen P β P difüzyonunu belirlemek amacıyla gıda ile temas eden filmlerden alınan örnekler için 10 dk ekstraksiyon süresi uygulanmıştır.

PP/nanokil/P β P filminden alınan kesitteki (2 $\times$ 2 cm) P β P konsantrasyonunun yaklaşık 20 mg olduğu hesaplanmıştır. Ambalaj malzemesinden gıdaya geçebilecek P β P difüzyonunu belirlemek için yapılan çalışma sonuçlarına göre, film kesitinde bulunan P β P'in yaklaşık %1'i petrol eter ekstraktına geçmektedir (Şekil 4.4-4.5). Ayrıca, süreye bağlı olarak P β P konsantrasyonunda lineer bir artış olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, ambalaj malzemesinden P β P difüzyonunun önerilen modele göre hesaplanamayacağı belirlenmiştir. Malzemenin antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesi için kullanılan agar difüzyon yönteminden sonuç alınamaması, buna karşın serbest olarak difüze olmayan antimikrobiyel madde içeren örneklerin antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemden sonuç alınması, P β P'in difüze olmadığına işaret etmektedir.

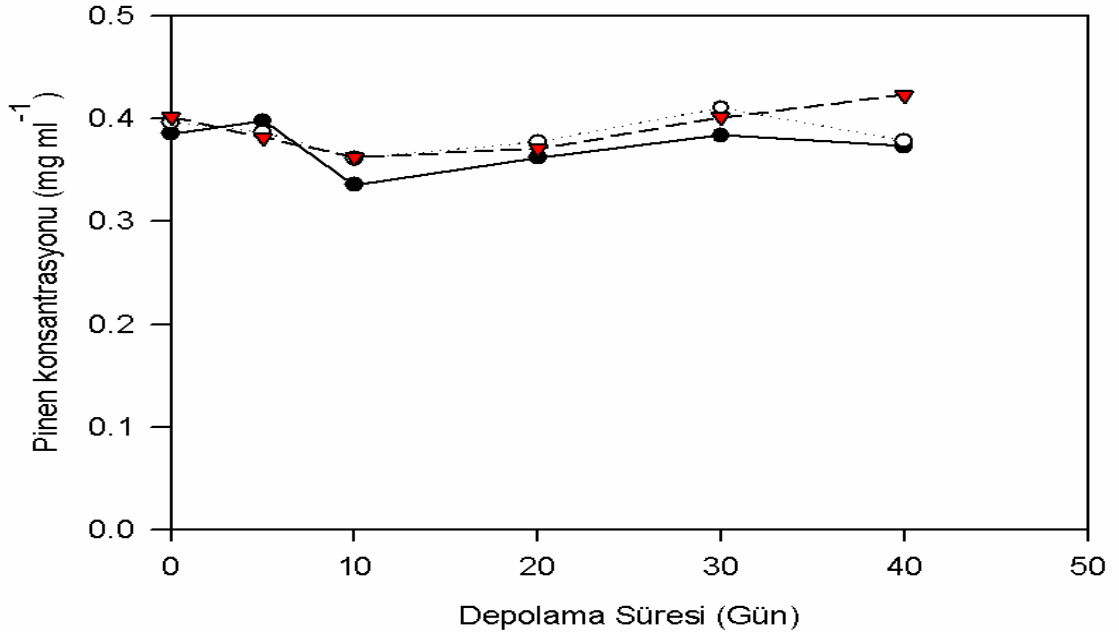


Şekil 4.4. Farklı ekstraksiyon sürelerinde ekstrakte edilen P β P konsantrasyonu (5 dk-10 gün)

Tanımlanan analiz günlerinde gıda ile temas eden antimikrobiyel filmlerden alınan örneklerin petrol eter ekstraktındaki PβP konsantrasyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Depolama süresince ambalaj malzemesinden ekstrakte edilen PβP konsantrasyonunun önemli bir değişim göstermediği ve 0.34-0.42 mg/ml arasında olduğu görülmüştür. Ambalajlama sonrası poli-beta-pinen içeren filminden alınan kesitlerden ekstrakte edilen PβP konsantrasyonları ambalajlama öncesi konsantrasyonu ile karşılaştırıldığında, PβP konsantrasyonunda difüzyon nedeniyle bir azalma olmadığı görülmüştür. Ambalaj malzemesine ilave edilen PβP’in gıdaya difüze olmadığı ve yüzey etkili olduğu sonucuna varılmıştır. PβP içeren malzemenin antimikrobiyel etkinliğinin agar difüzyon yöntemiyle belirlenememesi, bunun yerine ASTM metodu (serbest olarak difüze olmayan veya immobilize edilmiş antimikrobiyel madde içeren örneklerin antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesi) ile antibakteriyel etkinliğin belirlenmesi de PβP’in difüze olmadığını desteklemektedir.



Şekil 4.5. Farklı ekstraksiyon sürelerinde ekstrakte edilen PβP konsantrasyonu (5 dk-120 dk)



Şekil 4.6. Ambalajlanan gıda ile temas eden antimikrobiyel filminden, depolama ekstrekte edilen PβP konsantrasyonu

4.5. Raf Ömrü Çalışması

4.5.1. Ambalaj Tepe Boşluğu Gaz Oranları

Pastırma içeren ambalajların tepe boşluğundaki %O₂ ve %CO₂ gaz oranlarının 180 günlük depolama boyunca değişimi sırasıyla Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Gaz ölçümü değerlendirmesi yalnızca MAP uygulanan ambalajlar için yapılmış olup, vakumlu ambalajlarda tepe boşluğu bulunmaması nedeniyle gaz ölçümü gerçekleştirilmemiştir.

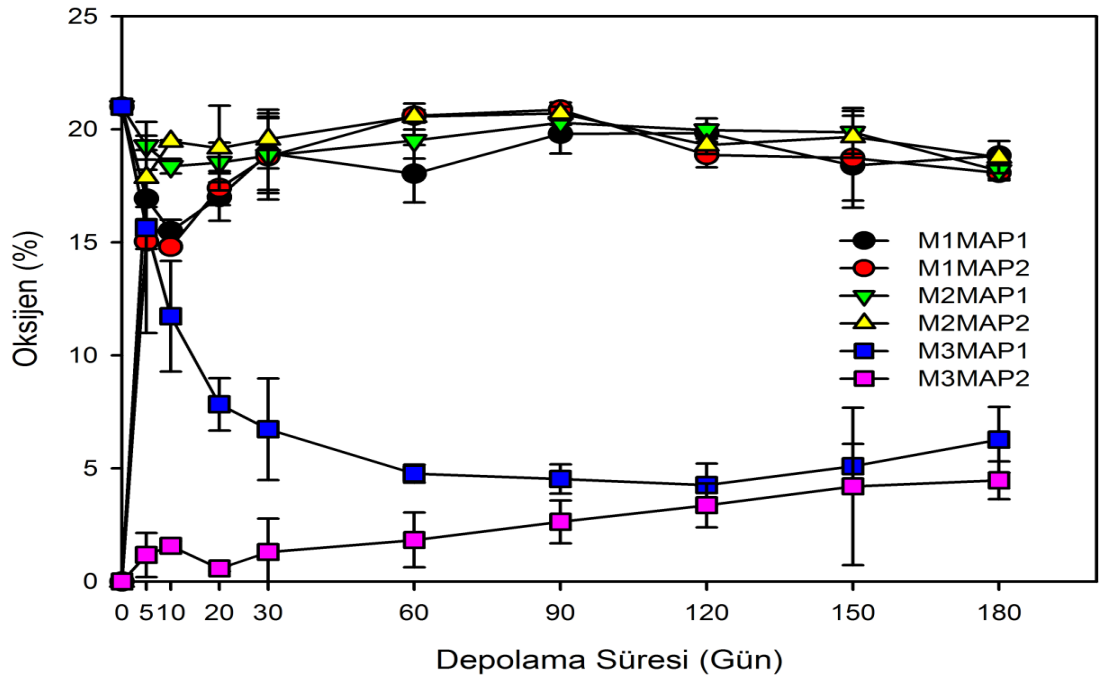
M1 (PP-nanokil) ve M2 (PP-nanokil/PβP)’nin MAP1 (hava atmosferi: % 21 O₂) uygulamasında O₂ oranı %21 ile başlamış ve çok az düzeyde düşüş görülmekle birlikte, genellikle hava atmosferine yakın O₂ oranı depolama boyunca devam etmiştir. M3 (çok katlı malzeme)’ün MAP1 uygulamasında ise 0. günde % 21 olan O₂ oranı depolama boyunca kademeli olarak azalmış, 30. günde % 6.7’ye, 60. günde % 4.8’e, 120. günde %4.3’e düşmüş ve 180. günde çok az düzeyde artış ile % 6.3 olarak belirlenmiştir. Çok katlı malzemenin OTR’sinin çok düşük olduğu göz önüne alındığında, yani ambalaj malzemesinden dış atmosfere geçişin ihmal edilecek düzeylerde olduğu

düşünüldüğünde ambalaj içindeki oksijenin ürün tarafından kullanıldığı (kimyasal veya mikrobiyolojik faaliyetler için) ve bu nedenle oksijen oranının depolama boyunca azaldığı belirtilebilir. Bu durum Parra ve ark. (2012) kuru kürlenmiş jambonda yaptığı çalışma ile desteklenmektedir. Yapılan çalışmada depolama süresince tüm uygulamalarda O₂ seviyesinde düşüş görüldüğü kaydedilmiştir. M1 ve M2 malzemelerinde ise OTR'nin yüksek olması nedeniyle iç atmosferde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Belirli düzeyde oksijenin bu ambalajlarda da ürün tarafından kullanıldığı göz önüne alındığında, iç atmosferin dengede kalması azalan oksijen yerine dış atmosferden malzeme geçirgenliğine bağlı olarak içeriye oksijen geçişi ile açıklanabilir.

M1 ve M2'nin MAP2 uygulamasında ise O₂ oranı % 0 ile başlamasına rağmen depolamanın ilk 60 günlük sürecinde oksijen oranı hızla artmış ve 60. günde hava atmosferi oksijen seviyesine (%20-21) ulaşmış ve depolamanın geri kalan kısmında da önemli bir değişim gözlenmemiştir. M3-MAP2'de ise O₂ oranı 180 günlük depolama süresince % 4.5'e yükselmiştir. Bu durum M1 ve M2'de yüksek OTR'ye bağlı olarak ambalaj içine dış atmosferden oksijen geçişini, çok katlı malzemede (M3) ise bunun çok daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.7).

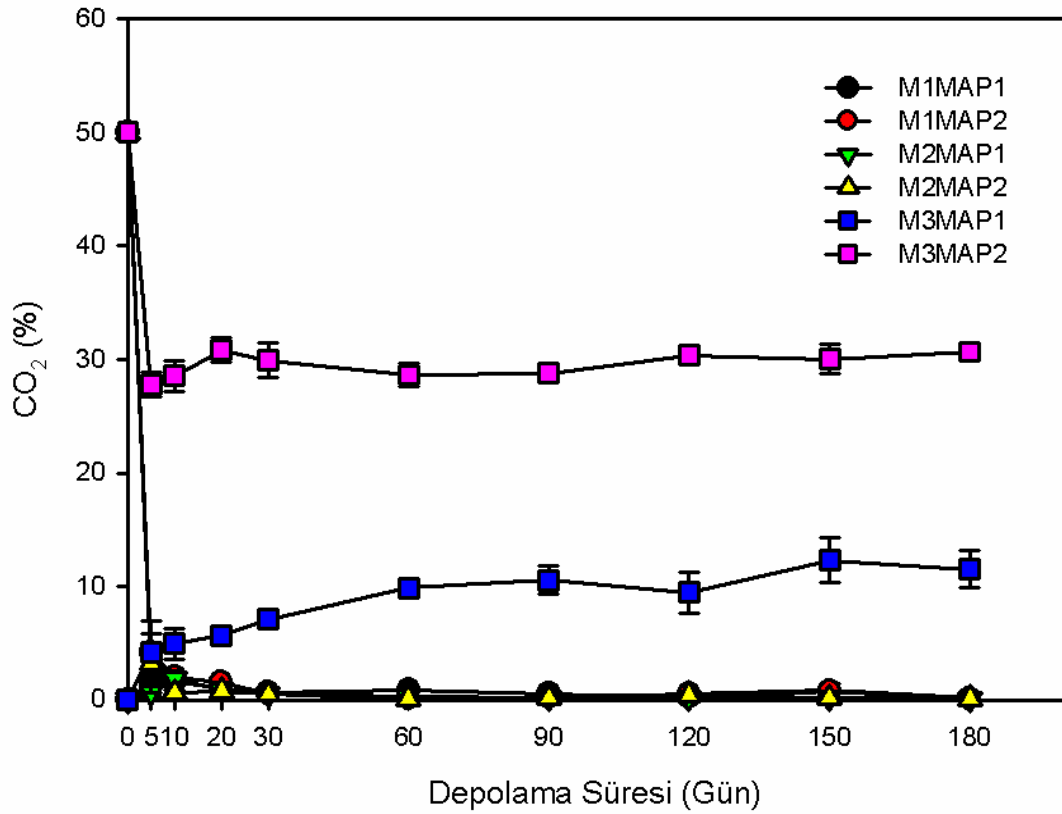
M1-MAP1'de (hava atmosferinde) % 0 ile başlayan CO₂ oranı depolama boyunca çok fazla bir değişim göstermemiş ve 10. günde % 1.6 seviyesine ulaşmış, depolamanın geri kalan sürecinde azalarak % 1'in altında tespit edilmiştir. M2-MAP1'de de CO₂ gazı benzer seyir izlemiştir.

M1 ve M2'nin MAP2 uygulamalarında ise %50 ile başlayan CO₂ oranı depolama boyunca hızla azalmış, özellikle 5. günde %5'in altına inmiş, M1'de depolamanın 20. gününden sonra M2'de ise depolamanın 10. gününden itibaren %1'in altında bir seyir izlemiştir. CO₂'nin bu malzemelerde hızla azalması hem CO₂'nin ürün yüzeyinde çözünmesi (Jakobsen, 2003) hem de malzemelerin CO₂TR'lerinin çok katlı malzemeye kıyasla yüksek olması ile ilişkilendirilebilir. M3-MAP1'de %0 ile başlayan CO₂ oranı depolama boyunca artış göstermiş ve 180. günde %11.5 olarak ölçülmüştür. Bu ambalajda başlangıç oksijen seviyesinin %21 olduğu ve oksijen oranının depolama boyunca azaldığı düşünüldüğünde aynı oranda artan CO₂ pastırmanın doğal mikroflorasını oluşturan bakterilerin mikrobiyel faaliyeti ile ilişkilendirilebilir.



Şekil 4.7. Farklı ambalaj materyali ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama sürecinde ambalaj tepe boşluğunda ölçülen oksijen oranları (%). (M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂)

M3-MAP2’de ise başlangıçta %50 olan CO₂ oranı 5. günde %27.8’e düşmüş ve depolamanın geri kalan sürecinde daha stabil bir seyir (%26-30 arası) izlemiştir. İlk 5 günlük süreçte meydana gelen hızlı düşüş, çok katlı malzemenin OTR’si gibi CO₂TR’sinin de düşük olduğu dikkate alındığında, CO₂’nin dilimlenmiş pastırmanın yüzeyinde çözünmesi ile açıklanabilir. CO₂ hem suda hem de yağda kolay çözünebilen bir gazdır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Farklı ambalaj materyali ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama sürecinde ambalaj tepe boşluğunda ölçülen karbondioksit oranları (%). (M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂)

4.5.2. Mikrobiyolojik Kalite

Farklı ambalaj materyalleri ve farklı atmosferler kullanılarak paketlenen dilimlenmiş pastırma örneklerinde 180 günlük depolama süresince toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı Çizelge 4.3'te ve toplam maya-küf sayısı Çizelge 4.4'te verilmiştir. Pastırma örnekleri toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı açısından değerlendirildiğinde tüm torbalarda 5. günden itibaren bakteriyel yükte başlangıç değerine (7.09 log kob/g) göre yaklaşık 1-2 log kob/g artış olduğu belirlenmiştir. Pastırma kendine özgü mikroflorası olan kürlenmiş bir et ürünüdür ve yapılan araştırmalarda pastırmanın doğal mikroflorasında toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının 10⁶-10⁸ kob/g düzeyinde olabileceği belirtilmiştir (El-Khateib ve ark., 1987; Ozdemir ve ark., 1999; Aksu ve Kaya, 2005). Genel olarak ambalaj malzemesi ve atmosferin toplam aerobik mezofilik bakteri üzerinde 180 günlük depolama boyunca çok önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda CO₂

içeren modifiye atmosfer koşullarının yüksek oksijen içeren MAP'lara göre kürlenmiş etlerin raf ömrünü arttırdığı bildirilmiş olup (Sorheim ve ark., 1997), bu çalışmada da 180 günlük depolama boyunca yüksek CO₂'nin ihtiva edildiği uygulama olan M3-MAP2'de diğer uygulamalara kıyasla toplam bakteri sayısının özellikle ilerleyen depolama sürecinde 1-2 log daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama boyunca çok büyük farklılık tespit edilmemekle birlikte, depolamanın 180. gününde PßP içeren nanomalzemede (M2) ambalajlanan pastırmanın toplam bakteri yükünün MAP2 ve MAP3 uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla yaklaşık 1-2 log daha düşük olduğu görülmektedir. Anıl (1988) vakum paketlenmiş farklı pastırma örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını 9.2×10^5 - 4.8×10^7 kob/g arasında kaydetmiş, ayrıca bu örneklerden bir tanesinde görülen 2.0×10^1 kob/g'lık koliform üremesini çemende kullanılan baharatlardan bulaşmış olabileceği ile ilişkilendirmiştir (Anıl, 1988). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde (2011) pastırma için toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı açısından bir limit verilmemiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda pastırmada baskın mikroflorayı *Laktobasiller* ve *Micrococcus/Staphylococcus* 'ların oluşturduğu belirtilmiştir (Aksu ve Kaya, 2001a,b). Çalışmanın 90. günde tüm uygulamalardaki *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının 6.68-8.22 log kob/g arasında (ortalama 7.5 log kob/g) olduğu tespit edilmiş olup farklı araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Özdemir ve ark., 1999; Aksu ve Kaya, 2001a,b). Depolamanın son gününde (180. günde) ise toplam *Micrococcus/Staphylococcus* sayısında yaklaşık 1-2 logaritmalık artış olduğu (7.32-9.24 log kob/g) ve uygulamalar arasında çok önemli bir farklılığın dikkat çekmediği görülmektedir.

Aksu ve Kaya (2001), 6 farklı işletmeden temin ettikleri pastırma örneklerini mikrobiyolojik olarak incelemiş ve sonuç olarak pastırmaların 10^3 - 10^7 seviyesinde laktik asit bakterisi, 10^4 - 10^7 düzeyinde *Micrococcus/Staphylococcus* içerdiğini ve Gram (-) mikrofloranın düşük olduğunu tespit etmişlerdir (Aksu ve Kaya, 2001).

Maya-küf açısından değerlendirilen pastırma örneklerinde tüm ambalaj materyalleri ve uygulamaları için 120. güne kadar önemli bir değişim gözlenmemiştir ve genel olarak maya-küf sayısı tüm uygulamalarda yaklaşık <2-2.95 log kob/g düzeyinde saptanmıştır. Ancak 150. günden itibaren M1'in tüm uygulamalarında M2'nin ise vakum dışındaki uygulamalarında maya-küf sayısı hızla artış göstermiştir

(5.24-7.15 log kob/g). Pastırma dilimlerinin yüzeylerinde 150. günde M1-MAP1 (2 ambalajda) ve M1-MAP3 (1 ambalajda) uygulamalarında gözle görülür küf üremesi tespit edilmiştir. 180. günde de ayrıca M1-MAP2 ve M2-MAP1 uygulamalarında gözle görülür küf üremesi görülmüştür. PBP içeren nanomalzemenin vakum uygulamasında ve çok katlı malzemenin MAP1 ve MAP2 uygulamasında maya küf sayısı 180. günde 2 log kob/g olarak tespit edilmiş, M3-MAP3'de ise 2.52 log kob/g seviyesine ulaşmıştır.

Daha önce yapılan çalışmalarda pastırmada maya-küf sayısı <2-5.76 log kob/g arasında verilmiş olup (El-Khateib ve ark., 1987; Kotzekidou ve Lazarides, 1991; Özdemir ve ark., 1999; Aksu ve Kaya, 2001a,b), bu çalışmada maksimum maya-küf sayısı M1-MAP2 uygulamasında 7.15 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Maya küf sayısı açısından çok katlı malzemenin tüm uygulamaları ile aktif nanomalzemenin vakum uygulamasının daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Gıda enfeksiyonları açısından büyük önem taşıyan *Salmonella* spp.'ye uygulamaların hiçbirinde rastlanmamıştır. Ayrıca çalışmanın başlangıcında (0. günde), 90. ve 180. günlerinde yapılan analizler sonucunda koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* (<1 log kob/g) ve sülfite indirgeyen anaerob *Clostridium perfringens* (<1 log kob/g) tespit edilmemiştir. Pastırmalarda üretim teknolojisi gereği kullanılan tuz ve kurutma işlemleri neticesinde düşen a_w değerleri sonucunda mikroorganizmaların gelişiminin baskılandığı, buna ilaveten üretimde kullanılan sarımsağın konsantrasyonuna bağlı olarak *Enterobakterilerin*, *Salmonellaların*, *S. aureus*'un ve *C. perfringens*'in gelişiminin baskılandığı belirtilmiştir (Mantis ve ark., 1978; Mantis ve ark., 1979; El-Khateib ve ark., 1984; El-Khateib ve ark., 1987; Kotzekidou ve Lazarides, 1991). İncelenen patojenler açısından ürünün Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne (2011) uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)											
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	7.09	8.16	8.76	8.63	8.37	8.22	7.93	7.81	7.64	7.37
	MAP2	7.09	8.51	8.37	8.89	7.98	7.99	8.25	7.96	7.91	8.28
	MAP3	7.09	8.15	8.89	8.33	7.73	8.07	7.71	8.30	8.28	8.93
M2	MAP1	7.09	8.18	8.75	8.61	8.46	8.29	7.38	8.34	7.73	9.28
	MAP2	7.09	8.20	8.29	8.09	8.33	7.40	7.79	7.88	8.18	7.70
	MAP3	7.09	8.65	8.75	7.98	8.43	7.85	7.54	8.19	7.86	7.89
M3	MAP1	7.09	8.79	8.88	8.27	8.73	8.60	8.26	7.43	8.12	8.05
	MAP2	7.09	8.59	8.63	8.59	7.64	8.71	8.18	7.89	7.67	7.69
	MAP3	7.09	8.77	8.18	8.32	7.78	8.39	8.38	7.76	8.26	9.23

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı <2 log kob /g: en düşük dilüsyonda üreyen koloni görülmemiştir.

(log kob/g: log (koloni görülmeyen en düşük dilüsyon × petriye aktarılan örnek hacmi (0.1 ml))

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Çizelge 4.4. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince maya-küf sayısı.

		Maya-küf sayısı (log kob/g)								
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150.gün	180. gün
M1	MAP1	2.23	2.12	2.26	2.40	2.00	2.43	2.00	5.52	5.61
	MAP2	2.23	2.00	2.06	2.06	2.17	2.42	2.12	6.98	7.15
	MAP3	2.23	2.22	2.79	2.06	2.00	2.43	2.00	3.58	4.45
M2	MAP1	2.23	2.00	2.34	2.26	2.00	2.00	2.12	6.34	6.29
	MAP2	2.23	2.12	2.50	2.00	2.00	2.22	2.00	4.96	5.24
	MAP3	2.23	2.22	2.40	2.00	2.00	2.12	2.00	2.00	2.00
M3	MAP1	2.23	2.00	2.48	2.26	2.00	2.12	2.00	2.60	2.00
	MAP2	2.23	2.36	2.12	2.95	2.00	2.43	2.00	2.00	2.00
	MAP3	2.23	2.00	2.40	2.17	2.00	2.00	2.00	2.00	2.52

Toplam maya-küf sayısı<2 log kob /g: en düşük dilüsyonda üreyen koloni görülmemiştir.

(log kob/g: log (koloni görülmeyen en düşük dilüsyon × petriye aktarılan örnek hacmi (0.1 ml))

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.3. Fiziksel Kalite

4.5.3.1. Renk Değişimi

Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince renk değişimi Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Ambalaj materyali, MAP ve depolama süresi ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin L^* , a^* , b^* , ve C^* değerleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Bütün faktörlerin ve etkileşimlerinin L^* , a^* , b^* ve C^* değerleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Ürün parlaklığı değeri (L^*) 0. günde 33.45 olarak tespit edilmiş ve 180 günlük depolama boyunca tüm uygulamalarda düşük düzeyde artış izlenmiştir. Depolama sonunda L^* değeri özellikle M2 ve M3 malzemelerinin vakum uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla daha düşük olma eğilimindedir. Gök ve ark. (2008) dilimlemenin pastırmanın rengi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmiştir.

Dilimlenmiş pastırmada kırmızılığı ifade eden pozitif a^* değeri tüm uygulamalarda depolamanın 5. gününde artış gösterirken, özellikle M1 ve M2 uygulamalarında daha sonraki günlerde düşmeye başlamış ve başlangıç değerinin altına düşerek kahverengileşmenin arttığı tespit edilmiştir. Aksu ve ark (2004) sıcaklığın L^* değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı halde a^* değeri üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. 10° C'de depolanan dilimlenmiş pastırma örneklerinde a^* değeri 4° C'deki örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Aksu ve ark, 2004). Bu durumun sıcaklığın etkisiyle artan TBARS değeri ve oksidasyona bağlı olabileceği belirtilmiştir. Yüksek oksijen ve karbondioksit geçirgenlikleri nedeniyle M1 ve M2'nin MAP2 uygulamasında (%50 CO₂, %50 N₂) depolamanın 5. gününden itibaren hava atmosferi uygulamasına yakın oksijen ve karbondioksit oranları ölçülmüş ve buna bağlı olarak depolama sonunda kırmızılık değerleri başlangıç değerlerinin altına düşmüştür. M3 malzemesinde ise MAP1'de depolama sonunda önemli bir değişim gözlenmezken, MAP2 ve MAP3 uygulamalarında meydana gelen artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çok katlı malzemenin (M3) kullanıldığı MAP1, MAP2 ve MAP3 uygulamaları 180 günlük depolama boyunca kırmızılık değerini en iyi muhafaza eden uygulamalar olmuştur. Et ürünlerinde renk değişimine neden olan en önemli etkenin ambalaj içindeki oksijen

miktarı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kırmızılıktaki azalmanın oksidasyon sonucu kahverengi pigmentlerin oluşumu ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Maviliği ifade eden negatif b^* değeri açısından uygulamaların belirgin bir etkisi tespit edilememiştir. b^* değeri depolama süresince hafif düzeyde azalma ve artışların olduğu doğrusal olmayan bir eğilim izlemiştir. Bu durum pastırma dilimlerinin yüzeylerinin renk açısından homojen olmaması ile ilişkilendirilebilir.

Dilimlenmiş pastırmada renk doygunluğunu ifade eden C^* değerinde depolama sonunda (180. günde) M1 malzemesinin tüm uygulamalarında başlangıç değerine göre azalma tespit edilmiştir. M2 malzemesinde ise vakum uygulaması dışında MAP1 ve MAP2’de depolama sonunda C^* değeri önemli düzeyde düşmüş ancak vakum uygulamasında önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Çok katlı malzemenin özellikle MAP2 ve MAP3 uygulamalarında depolama süresince renk doygunluğu değerinde artış gözlenmiştir.

Duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında çok katlı malzeme kullanılarak MAP1, MAP2 ve vakum altında muhafaza edilen pastırma dilimlerinin renk açısından 180 gün boyunca kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir. M1-MAP2 ve M2-MAP1 uygulamalarının renk açısından 60. gün boyunca kabul edilebilir olduğu, bu sürenin M1-MAP1 uygulamasında 90 gün, M2-MAP2 uygulamasında ise 120 gün olarak tespit edilmiştir. M1 ve M2’nin vakum uygulamaları ise renk açısından 120 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur.

Dilimlenmiş et ürünlerinde MAP’ın renk stabilitesi üzerine etkileri araştırılmış, özellikle artan O_2 yüzdesinin, ürün/tepe boşluğu hacimsel oranının ve ambalaj içindeki O_2 oranının renk kaybı üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmiştir (Jakobsen ve ark., 2004).

Yetim ve Çankaya (1998) dilimlenmiş pastırmalarda dilim kalınlığının renk değerlerini etkilediğini, 0.5 cm kalınlığındaki dilimlenmiş pastırmalarda L^* değerinin 31.03-33.13, a^* değerinin ise 9.47-10.21 olduğunu kaydetmişlerdir. Aksu ve ark (2005) depolama sıcaklığının L^* değerini etkilemediğini ancak a^* değeri üzerinde önemli etkisinin olduğunu, $10^{\circ}C$ ’de depolanan dilimlenmiş pastırma örneklerinde a^* değerinin $4^{\circ}C$ ’de depolanan örneklere kıyasla daha yüksek olduğunu kaydetmiştir (Aksu ve ark, 2005).

Çizelge 4.5. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince renk parametrelerinin (L^* , a^*) değişimi

L^*											
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	33.45±4.01Abcd	35.86±3.50ABCDab	32.57±4.98Bcde	30.60±3.06CDe	33.05±3.10BCDcde	31.71±2.14CDde	34.28±2.94BCDbcd	35.00±3.56Aabc	37.21±2.77ABa	36.05±2.55CDab
	MAP2	33.45±4.01Ac	38.51±5.60Aa	35.12±4.10ABbc	36.51±2.50Aab	38.05±2.34Aa	37.63±1.03Aab	36.05±3.10ABabc	35.78±3.09Aabc	37.50±2.41ABab	37.23±2.80BCab
	MAP3	33.45±4.01Abc	36.92±3.96ABCa	36.21±3.92Aa	34.89±4.43ABabc	32.61±3.17CDc	33.00±3.18Cbc	35.53±3.00ABCab	32.31±2.45Bc	36.60±2.79ABa	37.55±1.23BCa
M2	MAP1	33.45±4.01Acd	37.27±4.94ABab	32.45±3.34Bd	31.71±3.12Cd	35.24±3.64Bbc	35.06±3.09Bbc	37.94±2.71Aa	35.28±2.04Abc	37.96±1.77Aa	39.33±1.19Aa
	MAP2	33.45±4.01Abc	34.38±4.64BCDabc	36.49±3.37Aa	32.44±4.03BCc	34.95±3.02BCabc	32.79±3.13Cbc	33.58±3.85BCDbc	32.41±3.80Bc	35.56±2.77BCab	36.56±1.50BCDa
	MAP3	33.45±4.01Abc	33.04±4.16Dbcd	34.86±4.72ABabc	29.99±2.53CDe	32.48±2.60CDcde	30.66±3.03Dde	33.07±3.88CDbcd	30.54±2.49Bde	36.54±2.51ABa	35.50±3.14Dab
M3	MAP1	33.45±4.01Ab	33.73±4.47CDb	33.17±4.30ABbc	32.69±4.29BCbc	33.91±3.20BCb	35.07±1.99Bab	33.11±3.28CDbc	30.50±2.65Bc	33.98±3.16Cb	37.33±1.88BCa
	MAP2	33.45±4.01Acde	33.17±3.57Dde	34.31±4.29ABcde	32.67±4.35BCe	32.86±2.64BCDde	36.39±1.93ABab	35.33±3.72BCDbcd	35.02±2.28Abcde	35.97±1.43ABabc	38.05±1.38ABa
	MAP3	33.45±4.01Acd	35.08±3.29ABCDabc	33.50±4.81ABbcd	28.43±2.99De	31.20±3.26Dd	32.12±2.94CDd	32.67±3.03Dcd	32.51±3.67Bcd	36.22±3.01ABa	35.42±2.41Dab
a^*											
M1	MAP1	13.38±2.71Ab	16.71±4.53BCa	15.10±3.07BCa	12.40±1.78Dbc	11.49±0.77Dcd	11.42±2.08Dcd	10.59±0.59Cde	9.46±1.30Eef	8.41±0.89Df	9.46±1.18DEef
	MAP2	13.38±2.71Acd	17.89±3.74ABCa	16.39±2.09Bb	12.82±0.61CDd	14.64±2.37Bc	11.20±0.94De	10.74±0.83Ce	10.74±1.81DEe	10.84±0.90Ce	11.19±1.97BCe
	MAP3	13.38±2.71Acde	19.94±5.42Aa	15.85±3.10Bb	14.32±4.12BCbcd	12.83±2.02CDdef	15.07±1.71Bbc	11.42±1.41Cfe	12.19±2.00Cdef	11.10±1.57Cgf	9.14±0.55Eg
M2	MAP1	13.38±2.71Abc	17.76±4.34ABaC	12.66±2.07Cbcd	11.65±1.84Dede	12.83±1.80CDbc	13.46±1.39Cb	11.62±0.63Cede	12.32±2.26Cbcd	11.04±1.35Cde	10.29±0.60CDe
	MAP2	13.38±2.71Ab	15.53±3.27BCa	14.83±2.42BCa	12.21±1.41Dbc	12.24±1.99Dbc	12.12±1.63Dbc	10.71±1.58Cc	11.48±1.32CDc	10.72±1.08Cc	9.22±0.71Ed
	MAP3	13.38±2.71Abcd	19.91±3.36Aa	19.99±3.82Aa	12.37±3.33Dcd	14.85±3.77Bb	13.30±1.67Cbcd	11.31±1.15Cde	13.74±2.35Bbc	9.99±1.82Ce	11.37±1.81Bde
M3	MAP1	13.38±2.71Abcd	14.77±3.09CabC	14.46±3.24BCabc	12.49±1.82Dd	14.06±1.80BCbcd	14.93±1.15Bab	13.06±2.29Bcd	15.87±1.90Aa	14.19±1.30Babcd	15.10±1.06Aab
	MAP2	13.38±2.71Ad	18.05±2.59ABb	19.95±4.05Aa	15.47±2.25ABc	15.69±1.50ABc	15.57±1.30Bc	13.44±1.54Bd	14.18±1.84Bcd	15.15±1.18ABc	15.84±1.53Ac
	MAP3	13.38±2.71Ab	16.46±4.13BCa	16.75±3.95Ba	16.58±1.87Aa	16.85±2.23Aa	17.72±1.26Aa	15.67±1.36Aa	15.62±1.77Aa	16.00±2.54Aa	15.67±1.74Aa

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PßP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Çizelge 4.5 (Devamı). Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince renk parametrelerinin (b*, C*) değişimi

		b*									
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	-6.12±2.53Aab	-5.47±0.97Aba	-7.56±0.98Ecd	-7.45±1.05Ccd	-7.48±0.97Dcd	-8.10±0.55Dd	-6.50±0.79DEb	-5.92±1.06ABab	-6.04±0.67CDab	-6.89±1.45CDEbc
	MAP2	-6.12±2.53Ab	-4.81±1.34Aa	-5.92±1.74BCDab	-6.04±1.03ABab	-5.00±1.50Aab	-5.32±0.83Aab	-5.21±1.34ABab	-5.57±1.31Aab	-5.06±1.35BCab	-5.94±1.00Bab
	MAP3	-6.12±2.53Abc	-5.50±1.23ABab	-5.38±1.44ABab	-5.48±3.32Aab	-7.43±1.37Dc	-6.10±1.02ABCbc	-5.39±1.08ABCab	-7.16±1.25CDc	-4.70±1.18ABa	-7.28±0.32DEc
M2	MAP1	-6.12±2.53Acd	-5.65±0.92ABCbc	-7.05±1.59Dede	-7.26±1.36BCe	-6.40±1.29BCcde	-5.72±1.43ABbc	-4.72±0.89Aab	-5.50±1.38Abc	-3.83±0.75Aa	-4.93±0.85Ab
	MAP2	-6.12±2.53Aab	-5.92±1.29BCab	-5.61±1.09ABCab	-6.79±1.04BCbc	-5.96±1.27Bab	-7.58±0.97Dc	-6.72±1.56DEbc	-7.44±1.54Dc	-5.41±1.56BCDa	-7.54±0.96Ec
	MAP3	-6.12±2.53Abcd	-5.51±1.02ABab	-4.43±3.12Aa	-7.79±1.33Ce	-7.18±1.28CDde	-7.82±1.04De	-6.99±1.38Ecde	-6.52±1.63ABCDbcde	-5.59±2.01BCDabc	-6.42±1.16BCbcde
M3	MAP1	-6.12±2.53Aa	-6.57±1.24Cab	-6.90±1.77CDEab	-7.35±1.05Cb	-6.83±1.47BCDab	-6.15±0.63BCa	-6.79±1.27DEab	-7.13±1.26CDab	-6.39±1.30Dab	-6.09±0.77Ba
	MAP2	-6.12±2.53Abc	-5.72±1.56ABCab	-6.30±1.51BCDEbc	-6.92±0.93BCcd	-7.70±0.76Dd	-5.85±0.89ABabc	-5.92±1.36BCDabc	-6.16±1.37ABCbc	-4.97±0.84Ba	-5.87±0.76Babc
	MAP3	-6.12±2.53A	-6.09±1.31BCab	-6.45±1.18BCDEabc	-7.96±1.48Cd	-7.53±1.34Dcd	-6.72±1.30Cbc	-6.17±1.05CDEab	-6.89±1.71BCDbcd	-5.30±1.28BCa	-6.65±1.08BCDbc
		C*									
M1	MAP1	14.98±2.29Ab	17.68±4.22Aba	16.98±2.65Ba	14.52±1.63CDb	13.75±0.72Ebc	14.05±1.76Eb	12.45±0.67CDcd	11.22±1.15Ede	10.38±0.80De	11.77±1.39Dde
	MAP2	14.98±2.29Ab	18.57±3.75Aba	17.53±1.92Ba	14.21±0.49CDb	15.55±2.24CDb	12.44±0.73Fc	11.99±1.01Dc	12.18±1.68Ec	12.00±1.29Cc	12.73±1.75BCc
	MAP3	14.98±2.29Abc	20.76±5.26Aa	16.85±2.74BCb	15.78±3.62BCbc	14.92±1.70DEbc	16.30±1.51BCb	12.65±1.60CDde	14.21±1.74CDcd	12.12±1.49Ce	11.69±0.45De
M2	MAP1	14.98±2.29Ab	18.70±4.13Aba	14.59±1.99Cb	13.82±1.57Dbc	14.40±1.74DEb	14.70±1.28DEb	12.57±0.64CDcd	13.60±1.95Dbc	11.72±1.22Cd	11.44±0.67Dd
	MAP2	14.98±2.29Abc	16.70±3.09Ba	15.92±2.17BCab	14.03±1.16Dcd	13.69±1.76Ecd	14.34±1.51Ec	12.71±1.73CDde	13.78±1.03Dcd	12.06±1.56Ce	11.95±0.56CDe
	MAP3	14.98±2.29Abc	20.72±3.10Aa	20.74±3.59Aa	14.75±2.91CDbc	16.66±3.15BCb	15.48±1.47CDb	13.33±1.53Ccd	15.32±2.13BCb	11.61±1.81Cd	13.15±1.45Bcd
M3	MAP1	14.98±2.29Abc	16.23±3.00Bab	16.21±2.67BCab	14.53±1.88CDc	15.72±1.55CDbc	16.17±1.03BCab	14.77±2.32Bbc	17.46±1.74Aa	15.61±1.42Bbc	16.31±0.79Aab
	MAP2	14.98±2.29Ae	19.01±2.49ABb	21.01±3.87Aa	16.97±2.19Bcd	17.49±1.51ABc	16.66±1.27Bcd	14.71±1.88Be	15.55±1.55Bde	15.97±1.10Acde	16.92±1.36Acd
	MAP3	14.98±2.29Ac	17.67±3.78ABab	18.04±3.65Bab	18.47±1.69Aab	18.54±1.86A	19.00±1.02Aa	16.87±1.41Ab	17.13±1.93Aab	16.94±2.29Ab	17.07±1.60Ab

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PPR-nanokil, M2: PPR-nanokil-PBP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Çizelge 4.6. Renk kriterlerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri

Varyasyon kaynağı	L*	a*	b*	C*
Ambalaj materyali	<.0001	<.0001	0.0012	<.0001
MAP	<.0001	<.0001	0.0014	<.0001
Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP	<.0001	<.0001	<.0001	0.0032
Ambalaj materyali*Depolama süresi	0.0029	<.0001	0.0005	<.0001
MAP*Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP*Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

4.5.3.2. Tekstür Değişimi

Ambalaj materyali, MAP ve depolama süresinin ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin sertlik ve sıklık üzerindeki etkisi Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Sertlik (kesme kuvveti) ve sıklık (pik alanı) üzerinde tüm uygulamaların ve etkileşimlerinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince tekstür (sertlik ve sıklık) değişimi Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Pastırma dilimlerini kesmek için kullanılan maksimum kuvvet miktarında (sertlik) genel olarak uygulamaların önemli bir kısmında (M1-MAP2 ve M1-MAP3 hariç) depolamanın sonunda artış eğilimi olduğu dikkat çekmektedir. Depolamanın başında 63.52 N olarak belirlenen kesme kuvveti depolamanın 180. gününde 59.23-85.13 N arasında değerler almıştır. Kullanılan ambalaj malzemesi ya da farklı MAP uygulamalarının ürün doku sertliğine etkisi üzerine belirgin bir eğilim tespit edilmemiştir. Bunun pastırmanın homojen olmayan yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Seçme pastırma hayvanın farklı bölgelerinden gelen etlerden yapılmaktadır bu nedenle, homojen bir et dokusu söz konusu değildir.

Sıklık (N/s) olarak ifade edilen doku kriterinde ise dikkat çeken en önemli eğilim özellikle üç malzemenin de vakum uygulamalarında depolama sonunda ürün sıklığında görülen azalmadır ancak bu düşüş M2 ve M3 malzemelerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. M1 malzemesinde depolama sonunda tüm uygulamalarda

sıklık değerinin genel olarak başlangıç değerine kıyasla düşme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Genel olarak bakıldığında istatistiki olarak farklılıklar ortaya çıkmasına rağmen uygulamalar arasında ve depolama boyunca çok dikkat çekici genel bir eğilimin olmadığı görülmektedir.

Tekstür açısından pastırma dilimlerinin dokusunda sertleşme olup olmadığı duyusal olarak da tespit edilmeye çalışılmıştır. Tekstür duyusal değerlerinde depolama boyunca bir düşüş eğilimi görülmüş olmakla birlikte uygulamalardan yalnızca PβP içeren nano malzemenin hava atmosferi (M2-MAP1) uygulamasında pastırma dilimleri tekstür (sertlik) açısından 90. günde kabul edilebilir değer altındaki iken, çok katlı malzeme dışındaki malzemelerin diğer uygulamalarında bu süre 150 gün olarak tespit edilmiştir. Çok katlı malzemenin tüm uygulamaları ise 180. günde kabul edilebilir olarak belirlenmiştir.

MAP ve vakum paketlenmenin kuru kürlenmiş jambonun tekstürü üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Olgunlaşma sırasındaki su kaybının ve protein stabilitesinin sertlik üzerinde etkisinin olduğu ve bu parametrelerde depolama sırasında da değişimler olabileceği belirtilmiştir. Vakum ve N₂ içeren MAP uygulamalarında depolamanın ilk 3 haftasında nem kaybı meydana gelirken CO₂ ve N₂ içeren MAP uygulamasında nem kaybı olmamıştır. Dolayısı ile vakum ve nitrojenli MAP uygulamalarında tekstür değerlerinde artış görülürken diğer MAP uygulamasında önemli değişim gözlenmemiştir (Astiasaran ve ark., 2004; Monin ve ark., 1997).

Çizelge 4. 7. Tekstür kriterlerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri

Varyasyon kaynağı	Kesme kuvveti (N)	Pik alanı (N/s)
Ambalaj materyali	<.0001	<.0001
MAP	<.0001	<.0001
Depolama süresi	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*Depolama süresi	<.0001	<.0001
MAP*Depolama süresi	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP*Depolama süresi	<.0001	<.0001

Çizelge 4.8. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince tekstür (sertlik ve sıklık) değişimi

Sertlik (Maksimum Kesme Kuvveti, N)											
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	63.52±5.91Ade	68.53±6.15ABcd	70.19±8.58ABbc	66.42±8.19BCcde	62.45±7.79Ee	63.56±8.31Ede	76.20±6.60Ba	75.06±8.42Bab	76.88±4.57BCa	67.30±7.77CDcde
	MAP2	63.52±5.91Acde	67.64±6.66ABbcd	72.57±6.73Aab	65.86±9.07BCcd	74.90±8.75BCa	68.44±9.68CDEbc	61.65±6.85Dde	61.80±7.80Ede	65.77±6.24EFcd	59.23±8.63Ee
	MAP3	63.52±5.91Ab	62.33±5.73CDb	70.85±6.25ABa	64.05±9.52BCDb	65.44±6.79DEb	53.61±3.51Fc	62.97±7.01Db	64.54±5.79DEab	65.91±6.23EFab	61.91±8.79DEb
M2	MAP1	63.52±5.91Ac	60.04±3.52Dc	70.57±8.34ABb	69.76±6.42Bb	83.02±6.18Aa	84.75±6.52Aa	85.40±8.42Aa	86.68±7.31Aa	85.00±4.19Aa	85.13±7.48Aa
	MAP2	63.52±5.91Aef	64.79±5.99BCDdef	61.15±9.28CDf	60.82±8.30CDf	69.90±7.69CDbcd	73.14±5.25BCbc	68.43±8.35Cde	74.37±5.66Bb	74.17±4.64CDb	80.26±6.29ABa
	MAP3	63.52±5.91Acd	68.03±6.09ABbc	56.57±2.72De	58.92±5.54Dde	71.64±5.07Cab	65.82±9.81DEc	73.62±5.89BCa	67.18±9.70CDbc	67.56±5.26Ebc	66.09±6.79CDc
M3	MAP1	63.52±5.91Ac	66.41±4.17BCc	66.06±9.85BCc	79.22±6.87Aa	72.64±6.07Cb	71.47±9.13Cb	62.49±7.36Dc	60.85±5.28Ec	62.37±7.30Fc	77.83±5.93Ba
	MAP2	63.52±5.91Ad	71.99±9.97Ac	72.55±8.80Ac	81.61±7.61Aab	78.82±8.09ABb	76.95±2.79Bbc	72.95±7.85BCc	85.73±7.39Aa	79.13±4.45Bb	82.13±5.84ABab
	MAP3	63.52±5.91Ad	66.08±8.30BCcd	69.31±7.46ABbc	80.07±5.70Aa	72.01±7.02Cb	70.31±5.32CDbc	68.53±6.91Cbc	71.93±5.05BCb	72.17±5.05Db	70.55±6.20Cbc
Sıklık (Pik Alanı, N/s)											
M1	MAP1	70.99±6.55Ac	78.58±6.13Aa	77.90±8.87ABCa	77.31±9.82ABab	71.50±6.50EFbc	77.23±8.51BCab	76.44±6.33ABabc	74.71±4.94BC	77.47±8.28Aab	60.40±6.35Dd
	MAP2	70.99±6.55Ab	75.46±7.59ABab	79.94±9.41ABa	78.32±7.99Aba	74.49±9.62CDEab	69.46±5.93EFb	69.59±5.48DEb	70.02±8.23Cb	55.15±4.68Dc	55.68±6.94Dc
	MAP3	70.99±6.55Ac	70.57±7.02BCbc	79.53±8.80ABa	73.51±8.07BCbc	72.02±4.32EFbc	68.34±4.71Fc	74.39±6.38BCDb	70.63±8.90BCbc	57.45±3.62Dd	59.78±5.79Dd
M2	MAP1	70.99±6.55Acd	68.37±5.03Cd	73.92±6.29BCDc	73.46±5.32BCc	83.62±7.17Aab	80.64±5.92ABb	80.39±7.47Ab	85.72±6.52Aa	75.35±5.07ABc	83.78±7.55Aab
	MAP2	70.99±6.55Ab	72.94±5.80BCab	72.15±5.87CDab	71.03±3.98Cb	73.73±5.58DEab	73.88±2.00CDEab	71.27±6.36BCDab	75.97±4.09Ba	71.27±7.63Bab	71.04±6.84Cb
	MAP3	70.99±6.55Aabc	73.70±3.78Aba	69.08±8.47Dabcd	74.29±6.91BCa	67.91±6.10Fbcd	70.08±6.07DEFabc	72.85±6.39BCDab	69.22±9.77Cabcd	63.88±3.44Cd	67.04±8.34Ccd
M3	MAP1	70.99±6.55Acd	74.86±8.48ABbc	69.91±8.16Dde	80.45±4.22Aa	80.89±4.65Aba	75.49±3.59Cbc	64.98±8.94Ef	63.25±5.76Df	65.32±4.68Cef	76.72±6.04Bab
	MAP2	70.99±6.55Ac	75.02±6.84ABbc	83.08±9.23Aa	81.92±8.19Aa	78.98±4.01ABCab	83.36±6.68Aa	75.11±4.75BCbc	83.52±4.69Aa	72.02±4.65Bc	78.91±4.31Bab
	MAP3	70.99±6.55Acd	71.29±3.85BCcd	76.53±7.19BCabc	81.62±5.76Aa	77.17±7.06BCDab	74.53±8.49CDbcd	70.94±5.82CDcd	71.93±9.56BCbcd	71.00±6.90Bcd	69.68±5.02Cd

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.4. Kimyasal Kalite

4.5.4.1. Nem İçeriği

Depolamanın 0. gününde pastırmanın % nem miktarı 44.4 olarak belirlenmiş olup (Çizelge 4.9), bu değer Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği'ndeki (2012) “pastırmada nem miktarı en çok % 45 olmalıdır” ifadesine uygundur. Depolamanın 180. gününde yapılan nem analizlerinde bazı uygulamalarda nem oranı %45'in üzerinde tespit edilmiş olmasına rağmen hiçbir uygulamada 0. gün ve 180. gün değerleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Dilimlenmiş ürünlerde yüzey alanının artması nedeniyle ambalajsız koşullarda nem kaybı beklenebilir ancak su buharı geçirgenliği düşük malzemelerde muhafaza nem kaybını ve ürünün kuruyup sertleşmesini engellemektedir. Çalışmada kullanılan malzemelerin WVTR değerlerinin çok düşük olduğu göz önüne alındığında önemli bir nem kaybı ambalaja bağlı olarak gerçekleşmemiştir.

Çizelge 4.9. Dilimlenmiş pastırmanın depolama başlangıcında ve sonundaki % nem miktarları

Nem Miktarı (%)			
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	180. gün
M1	MAP1	44.4±5.7Aa	43.5±0.8Ca
	MAP2	44.4±5.7Aa	46.0±1.6Ba
	MAP3	44.4±5.7Aa	46.5±0.5Ba
M2	MAP1	44.4±5.7Aa	43.6±1.3Ca
	MAP2	44.4±5.7Aa	43.1±1.2Ca
	MAP3	44.4±5.7Aa	48.6±0.8Aa
M3	MAP1	44.4±5.7Aa	45.7±1.2Ba
	MAP2	44.4±5.7Aa	45.8±1.4Ba
	MAP3	44.4±5.7Aa	47.1±1.3Ba

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Anıl (1988) vakum paketlenmiş pastırma örneklerinde 20°C’de 3 aylık depolama uygulandığında %1.75’lik nem kaybı görüldüğünü kaydetmiştir. Bartowski ve ark. (1982) yaptıkları çalışmada MAP uygulanan et ürünlerinin vakum paketlenerek depolanan et ürünlerine oranla nem içeriğini daha iyi muhafaza ettiğini kaydetmişlerdir.

4.5.4.2. pH

Dilimlenmiş pastırmanın farklı ambalaj malzemesi ve atmosfer içinde pH değerinde meydana gelen değişim Çizelge 4.10’da verilmiştir. Dilimlenmiş pastırmada 0. günde pH 5.90 olarak tespit edilmiş ve depolama boyunca tüm uygulamaların pH değerinde çok az düzeyde bir değişim meydana gelmiş, 180. günde pH 5.74-5.89 değerleri arasında dağılım göstermiştir. Aksu ve Kaya (2004) dilimlenmiş pastırma örneklerinde MAP uygulandığında maksimum pH değerini (6.11) 90. günde kaydetmiş, bu durumu depolama süresince proteolizle oluşan azotlu bileşiklerin varlığıyla açıklamışlardır. Bunun yanı sıra Houben ve Von Dijk (2001) 28 gün boyunca 8°C’de depolanan dilimlenmiş jambonlarda (%50 N₂ + %50 CO₂) pH değerinin azaldığını kaydetmişlerdir.

Gök ve ark. (2008) dilimleme işleminin pastırmanın pH değeri üzerine etkisi olmadığını ancak depolama süresinin etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek pH değerini depolamanın 60. gününde kaydetmişler ve 60. günden sonra pH değerinde düşüş gözlemlemişlerdir. Bu düşüşün sebebinin mikroorganizmalar tarafından üretilen asitten kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde Rubio ve ark. (2007) depolama süresi uzadıkça *Salcichon* (kuru kürlenmiş İspanyol sosisi)’da pH’nın *Laktobasil* aktivitesine bağlı olarak azaldığını kaydetmişlerdir. Kaliteli bir pastırmada pH’nın 5.5’in altına düşmemesi gerektiği rapor edilmiştir (Aksu ve Kaya, 2001b), ayrıca Türk Gıda Kodeksi Et Ürünleri Tebliği’ne (2012) göre pastırmada maksimum pH’nın 6.0 olması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında depolama boyunca bu değerlere uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince pH değişimi

Ambalaj Malzemesi	pH										
	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	5.90±0.01Aa	5.83±0.01BCDbc	5.84±0.05Bbc	5.86±0.02Dab	5.79±0.03EFc	5.87±0.05BCab	5.79±0.07CDc	5.89±0.03Aa	5.73±0.08Dd	5.82±0.03ABCbc
	MAP2	5.90±0.01Aa	5.85±0.06ABCb	5.77±0.03Cd	5.84±0.06DEbc	5.78±0.01Fd	5.84±0.05BCbc	5.78±0.03Dd	5.84±0.01Bbc	5.80±0.01BCcd	5.82±0.01ABCbc
	MAP3	5.90±0.01Ab	5.79±0.04Dcd	5.84±0.04Bc	5.80±0.08EFc	5.83±0.09DEFc	5.98±0.02Aa	5.91±0.04ABb	5.80±0.03CDE	5.74±0.03Dd	5.74±0.01Dd
M2	MAP1	5.90±0.01Aa	5.88±0.04Aab	5.91±0.04Aa	5.86±0.04CDbc	5.91±0.03ABCa	5.92±0.02ABa	5.91±0.03ABa	5.83±0.01BCc	5.88±0.04Aab	5.84±0.03ABc
	MAP2	5.90±0.01Aab	5.87±0.04ABabc	5.94±0.08Aa	5.87±0.05BCDabc	5.93±0.06ABa	5.80±0.13Cc	5.86±0.12BCabc	5.82±0.01BCDbc	5.90±0.07Aab	5.82±0.02BCbc
	MAP3	5.90±0.01Aabc	5.80±0.02CDd	5.94±0.05Aab	5.93±0.01Aab	5.96±0.03Aab	5.91±0.02ABabc	5.96±0.03Aa	5.92±0.01Aabc	5.87±0.02Ac	5.89±0.14Abc
M3	MAP1	5.90±0.01Aa	5.80±0.00CDbcd	5.82±0.01Bbcd	5.77±0.03Fcde	5.85±0.08CDEab	5.82±0.10Cbcd	5.82±0.08CDbcd	5.84±0.02Bbc	5.73±0.05De	5.76±0.03CDde
	MAP2	5.90±0.01Aab	5.87±0.03ABabc	5.91±0.01Aab	5.91±0.01ABCab	5.92±0.03ABa	5.86±0.06BCbc	5.84±0.08BCDc	5.78±0.04Ed	5.85±0.03ABc	5.84±0.06ABc
	MAP3	5.90±0.01Aa	5.82±0.04CDb	5.81±0.07BCb	5.92±0.02ABa	5.88±0.05BCDa	5.81±0.06Cb	5.83±0.04CDb	5.79±0.01DEb	5.79±0.02CDb	5.83±0.01ABb

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.4.3. Lipit Oksidasyonu

Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan dilimlenmiş pastırmada depolama süresince meydana gelen lipit oksidasyonu değişimi TBARS (mg MDA/kg) olarak Çizelge 4.11’de verilmiştir. Ambalaj materyali*MAP*depolama süresi etkileşiminin dışındaki tüm uygulamaların ve ikili etkileşimlerinin TBARS üzerinde önemli düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Depolama başlangıcında dilimlenmiş pastırmada TBARS değeri 0.27 mg MDA/kg olarak tespit edilmiş olup, depolama süresince tüm uygulamalarda bu değerin farklı düzeylerde arttığı görülmüştür. TBARS değeri 180. günde 0.39-0.47 mg MDA/kg arasında değişim göstermiştir.

Dilimlenmiş pastırma örnekleri kullanılarak MAP uygulanan bir çalışmada 30 gün boyunca TBARS değerlerinde artış gözlenirken, depolamanın sonraki günlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Aynı çalışmada depolama sıcaklığının TBARS değeri üzerinde etkili olduğu, 4°C’de muhafaza edilen örneklerin 10°C’de muhafaza edilen örneklere kıyasla daha düşük TBARS değerine sahip olduğu kaydedilmiştir (Aksu ve Kaya, 2004). Gök ve ark. (2008) dilimlemenin pastırma örneklerinde TBARS değeri üzerine herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Genel olarak depolama boyunca her üç malzemenin vakum uygulamalarında TBARS değerlerinin MAP uygulamalarına kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. 180. günde en düşük TBARS değeri çok katlı malzemenin vakum uygulamasında görülmüştür (0.39 mg MDA/kg). Depolamanın sonunda her bir malzemenin hava uygulaması ile yüksek CO₂ uygulamaları arasında TBARS açısından önemli farklılıklar dikkat çekmemektedir. Bu durum özellikle M1 ve M2 malzemelerinin MAP1 ve MAP2 uygulamalarındaki yüksek oksijen seyri ile ilişkilendirebilir. MAP2 uygulamaları oksijensiz ve %50 CO₂ ile başlamasına rağmen malzemelerin geçirgenliğinin (OTR ve CO₂TR) yüksek olması nedeniyle ambalaj tepe boşluğunda oksijen oranının hızla arttığı, CO₂ oranının ise kısa sürede azaldığı dikkat çekmektedir.

Pastırma gibi yağ içeriği yüksek et ürünlerinin muhafazasında vakum ve oksijensiz MAP uygulanması, bu uygulamalarda malzemenin oksijen ve karbondioksit geçirgenliğinin düşük olması lipit oksidasyonunun kontrolünde önem taşımaktadır. Depolama süresi de özellikle lipit oksidasyonu açısından önem taşımaktadır. Duyusal özelliklerden özellikle tat dikkate alındığında M1 nanomalzemesinin tüm uygulamaları

90. gün ve sonrasında kabul edilebilir bulunmamıştır, bunda yağda meydana gelen acılık hissinin etkisinin de olduğu düşünülmektedir. M2 malzemesinin MAP1 uygulaması 90. günde, MAP2 uygulaması ise 120. günde kabul edilebilir bulunmamıştır. M2'nin vakum uygulaması ve çok katlı malzemenin tüm uygulamaları tat açısından 150. günde hala kabul edilebilir değerin üzerindedir. Her iki nanomalzemenin MAP1 (hava atmosferi) ve MAP2 (yüksek CO₂ atmosferi) uygulamalarında oksijen oranı yüksek olmasına rağmen en az 60 gün süreyle lipid oksidasyonuna bağlı tat değişiminin ortaya çıkmaması üründe kullanılan ve antioksidan etki de gösterebilen nitrit kürleme tuzu ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.11.Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince TBARS değişimi (mg MDA/kg)

		TBARS (mg MDA/kg)									
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	0.27±0.03Ae	0.35±0.04Ad	0.39±0.03ABc	0.42±0.01Ab	0.41±0.03ABb	0.41±0.03ABb	0.42±0.01Ab	0.43±0.01Ab	0.46±0.04Aa	0.47±0.03Aa
	MAP2	0.27±0.03Ad	0.34±0.02ABc	0.39±0.05ABb	0.40±0.03ABab	0.42±0.02Aa	0.42±0.01Aa	0.42±0.01Aa	0.42±0.01Aa	0.42±0.0B3a	0.43±0.02BCa
	MAP3	0.27±0.03Ae	0.31±0.04CDd	0.37±0.02ABCc	0.38±0.04BCc	0.39±0.03BCbc	0.39±0.03Dbc	0.39±0.01Bbc	0.39±0.02Babc	0.41±0.02Bab	0.42±0.01Ca
	MAP1	0.27±0.03Ae	0.31±0.02BCDd	0.36±0.08ABCc	0.40±0.03ABb	0.40±0.04ABCb	0.41±0.03ABCb	0.42±0.01Ab	0.42±0.01Aab	0.43±0.02Bab	0.45±0.02Ba
	MAP2	0.27±0.03Ae	0.32±0.02BCDd	0.39±0.02Ac	0.40±0.01ABc	0.42±0.02Ab	0.42±0.02Ab	0.42±0.01Ab	0.41±0.01Ab	0.42±0.02Bb	0.44±0.02Ba
	MAP3	0.27±0.03Ag	0.32±0.03BCf	0.34±0.03Ce	0.36±0.02CDde	0.38±0.02CDcd	0.39±0.02CDbc	0.38±0.02Ccd	0.39±0.03Bbc	0.41±0.02Bab	0.42±0.01Ca
	MAP1	0.27±0.03Ad	0.30±0.03CDc	0.38±0.02ABb	0.42±0.04Aa	0.42±0.03Aa	0.41±0.03ABCa	0.42±0.02Aa	0.42±0.02Aa	0.41±0.02Ba	0.43±0.03BCa
	MAP2	0.27±0.03Ac	0.29±0.05Dc	0.38±0.04ABb	0.39±0.03BCab	0.41±0.02ABa	0.40±0.02BCDab	0.41±0.02Aa	0.41±0.02Aa	0.41±0.01Ba	0.41±0.03CDa
	MAP3	0.27±0.03Ad	0.29±0.05Dd	0.35±0.02BCc	0.35±0.04Dc	0.36±0.02Dbc	0.35±0.01Ec	0.36±0.01Dbc	0.35±0.01Cc	0.38±0.04Cab	0.39±0.03Da

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.4.4. Protein Stabilitesi

Protein içeriği bakımından zengin et ürünlerinde protein oksidasyonu büyük önem taşımaktadır. Aminoasitler oksijen ile reaksiyona girdiğinde protein oksidasyonu gerçekleşmekte ve bu reaksiyon sonucunda da karbonil grupları oluşmaktadır. Gıda içerisindeki karbonil içeriği o gıdada protein oksidasyonunun gerçekleştiğini göstermekte; karbonil gruplarının miktarı ise o gıdadaki protein oksidasyonunun miktarı hakkında bilgi vermektedir. Dolayısıyla, karbonil içeriğindeki artış protein oksidasyonundaki artışı ifade etmektedir. Bu durum protein oksidasyonu tayininde kullanılmakta ve protein stabilitesi veya protein oksidasyonu “karbonil içeriği” (nmol DPNH/mg protein) olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 4.12 ambalaj materyali*MAP*depolama süresi ve MAP*depolama süresi etkileşimleri dışındaki tüm faktörlerin ve etkileşimlerinin karbonil içeriği üzerindeki etkisinin önemli olduğunu göstermektedir. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan dilimlenmiş pastırmada depolama süresince protein stabilitesini ifade eden karbonil içeriği Çizelge 4.13’de verilmiştir. Depolamanın başlangıcında dilimlenmiş pastırmada karbonil içeriği 3.38 nmol/mg olarak belirlenmiş ve 180 günlük depolama boyunca tüm uygulamalarda çok yüksek olmamakla birlikte artış eğilimi görülmüştür. Depolama boyunca çok katlı malzemenin vakum uygulaması (MAP3) tüm uygulamalar içinde en az seviyede karbonil içeren uygulama olmuştur, onu yine aynı malzemenin yüksek karbondioksitli gaz atmosferi içeren (MAP2) uygulaması ile hava atmosferi içeren (MAP1) uygulaması takip etmiştir. Karbonil içeriği depolamanın 180. gününde çok katlı malzemenin vakum uygulamasında (M3-MAP3) 3.93, yüksek karbondioksit içerikli gaz atmosfer uygulamasında (M3MAP2) 4.21 ve hava atmosferi uygulamasında (M3MAP1) 4.30 nmol/mg olarak tespit edilmiştir.

Ambalaj tepe boşluğu gaz oranları incelendiğinde oksijen oranlarının depolama boyunca çok katlı malzemenin MAP1 ve MAP2 uygulamalarında, M1 ve M2’nin MAP1 ve MAP2 uygulamalarına kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. M1 ve M2’nin vakum uygulamalarında karbonil içeriğinin çok katlı malzemenin hava atmosferinden bile daha yüksek olması, malzeme geçirgenliğinin yüksek olmasına bağlı olarak bu uygulamalarda oksijen geçişi ile ilişkilendirilebilir. Genel olarak depolama

sonunda M1 ve M2 malzemesinin tüm uygulamalarında karbonil içeriği açısından önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Dilimlenmiş pastırmada protein oksidasyonunun kontrolü için gaz geçirgenliği düşük ambalaj materyalleri ile vakum ambalajlama önerilebilir.

Çizelge 4.12. Kimyasal niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri

Varyasyon kaynağı	pH	TBARS	Karbonil içeriği
Ambalaj materyali	<.0001	<.0001	<.0001
MAP	0.0018	<.0001	<.0001
Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP	<.0001	0.0003	<.0001
Ambalaj materyali*Depolama süresi	<.0001	0.0004	<.0001
MAP*Depolama süresi	<.0001	<.0001	0.051
Ambalaj materyali*MAP*Depolama süresi	<.0001	0.183	0.8485

Çizelge 4.13. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince karbonil içeriği (nmol DNPH/mg protein)

Karbonil içeriği (nmol DNPH/mg protein)											
Ambalaj Malzemesi	MAP	0. gün	5. gün	10. gün	20. gün	30. gün	60. gün	90. gün	120. gün	150. gün	180. gün
M1	MAP1	3.38±0.14Ae	3.40±0.16Be	3.55±0.14ABe	3.85±0.20Ad	4.20±0.10Ac	4.28±0.05Ac	4.49±0.19Ab	4.58±0.15Ab	4.66±0.19Aab	4.80±0.21Aa
	MAP2	3.38±0.14Ag	3.45±0.14ABg	3.52±0.12ABg	3.79±0.16ABf	4.05±0.10Ae	4.21±0.10ABde	4.35±0.12ABcd	4.55±0.22Abc	4.67±0.26Aab	4.77±0.29Aa
	MAP3	3.38±0.14Ag	3.47±0.13ABg	3.53±0.06ABfg	3.68±0.14BCf	4.09±0.20Ae	4.21±0.13ABde	4.34±0.08ABcd	4.46±0.15Abc	4.59±0.20Aab	4.67±0.23Aa
M2	MAP1	3.38±0.14Af	3.57±0.06Ae	3.55±0.10ABe	3.68±0.04BCe	4.10±0.11Ad	4.24±0.14ABcd	4.37±0.17ABbc	4.53±0.12Aab	4.61±0.27Aa	4.56±0.16ABa
	MAP2	3.38±0.14Ah	3.44±0.14ABgh	3.61±0.14Afg	3.66±0.15BCf	4.09±0.15Ae	4.23±0.13ABde	4.29±0.15Bcd	4.44±0.08Abc	4.62±0.24Aab	4.69±0.25Aa
	MAP3	3.38±0.14Af	3.43±0.10ABef	3.60±0.18Ae	3.64±0.13BCe	4.06±0.11ABd	4.13±0.10Bcd	4.32±0.13Bbc	4.41±0.16Aab	4.51±0.27ABab	4.56±0.25ABa
M3	MAP1	3.38±0.14Ae	3.43±0.06ABde	3.55±0.12ABcd	3.66±0.10BCc	3.87±0.05BCb	3.97±0.10Cb	4.21±0.10BCa	4.23±0.13Ba	4.28±0.14Ba	4.30±0.19BCa
	MAP2	3.38±0.14Ae	3.40±0.08Be	3.50±0.11ABde	3.59±0.02CDcd	3.76±0.08CDbc	3.89±0.05Cb	4.11±0.09Ca	4.11±0.07Ba	4.27±0.20Ba	4.21±0.29Ca
	MAP3	3.38±0.14Ad	3.40±0.03Bd	3.43±0.05Bd	3.46±0.08Dcd	3.63±0.11Dbc	3.73±0.05Cab	3.77±0.09Dab	3.75±0.13Cab	3.94±0.29Ca	3.93±0.23Da

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.5. Duyusal Kalite

Üç farklı ambalaj materyali ve üç farklı modifiye atmosfer kullanılarak ambalajlanan dilimlenmiş pastırmalarda, duyusal niteliklerden genel görünüş, renk, koku, tekstür, tat ve genel ürün beğenisi 12 deneyimli panelist tarafından depolamanın 0, 10, 20, 30, 60, 90, 120 ve 180. günlerinde değerlendirilmiştir. Çizelge 4.14’de ambalaj materyali, MAP ve depolama süresinin ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin her bir duyusal nitelik üzerindeki etkileri verilmiş olmakla birlikte, duyusal değerlendirmede daha çok kabul edilebilirlik değerine göre yorumlama yapılması uygun görülmüştür. Değerlendirmede 9’lu skala kullanılmıştır. 5 değeri ve üstü kabul edilebilir sınır olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Genel görünüş açısından pastırma dilimlerinin yapışkan bir tabaka içerip içermemesi dikkate alınmıştır. PßP içeren nanomalzemenin hava atmosferi (M2-MAP1) uygulamasında depolamanın 90. gününde genel görünüş kabul edilebilir sınırın altına düşmüştür (4.8 puan). Nanokil içeren malzemenin hava atmosferi (M1-MAP1) uygulamasında ise genel görünüş 120. günde panelistler tarafından kabul edilebilir sınırın altında (4.8 puan) değerlendirilmiştir. M1 ve M2’ nin diğer uygulamalarında ise dilimlenmiş pastırmalar genel görünüş açısından 150. günde kabul edilebilir sınırın altına düşmüştür. Çok katlı malzemenin tüm uygulamalarında ise 180 gün boyunca pastırma genel görünüş açısından kabul edilebilir bulunmuştur.

Tüm uygulamalarda depolama süresi arttıkça duyusal renk puanlarında düşme eğilimi görülmektedir. Arzu edilen doymuş ve parlak kırmızı renk yerini mat kırmızı ve kahverengine bırakmıştır. Bu sonuçlar Gök ve ark. (2008) yaptığı çalışmayla paralellik göstermektedir. Renk değerlerinde en fazla düşüş M1 ve M2 nano-malzemelerinin MAP1 ve MAP2 uygulamalarında görülmüştür. Nanokil içeren malzemenin yüksek CO₂ uygulaması (M1-MAP2) ve PßP içeren nano-malzemenin hava atmosferi (M2-MAP1) 90. günde kabul edilebilir sınırın altında değerlendirilmiştir. Nanokil içeren malzemenin hava atmosferi (M1-MAP1) ise 120. günde 5’in altında puan almıştır. M1 ve M2’nin vakum uygulamaları ise renk açısından 120 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. Panelistler pastırma renk değerlerini çok katlı malzemenin MAP ve vakum uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek değerlendirmişlerdir. Çok katlı malzemenin üç uygulaması da 180 gün boyunca renk açısından kabul edilebilir değerin üstünde puan almıştır.

Panelistler pastırmanın yoğun kendine has kokusunda depolama süresince azalma tespit etmiş ve 120. günde M1 nano-malzemesinin hava atmosferi kabul edilebilir sınırın altında değerlendirilmiştir. M1-MAP2, M2-MAP1 ve M2-MAP2 uygulamalarında ise kabul edilebilir sınır 120 gün olarak belirlenmiştir. M1 ve M2'nin vakum uygulamaları ise koku açısından 150 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. Çok katlı malzemenin tüm uygulamaları ise 180 gün boyunca kabul edilebilir olarak tespit edilmiştir.

Tekstür açısından pastırma dilimlerinin dokusunda sertleşme olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Tekstür değerlerindeki düşüş pastırma dilimlerinde sertleşmenin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. PβP içeren nano malzemenin hava atmosferi (M2-MAP1) uygulamasında pastırma dilimleri tekstür açısından 90. günde kabul edilebilir değerin altında bulunmuştur. M1 ve M2'nin diğer uygulamaları tekstür açısından 120 gün boyunca kabul edilebilir bulunurken, çok katlı malzemenin tüm uygulamalarında bu süre 180 gün olarak belirlenmiştir. Çok katlı malzemenin vakum ve MAP uygulamaları genel olarak diğer uygulamalardan daha yüksek puanlar almıştır.

Duyusal değerlendirmede pastırma dilimlerinde oluşabilecek tat bozuklukları özellikle oksidasyona bağlı acı tat oluşumu belirlenmeye çalışılmıştır. Tat açısından nanokil içeren malzemenin tüm uygulamaları (M1-MAP1, M1-MAP2 ve M1-MAP3), PβP içeren nano-malzemenin hava uygulaması tat açısından (M2-MAP1) 60. gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. M2-MAP2 uygulamasında ise bu süre 90 gündür. PβP içeren malzemenin vakum uygulaması dışındaki MAP1 ve MAP2 uygulamalarında ve M1 malzemesinin tüm uygulamalarında 150. günden itibaren ürün üzerinde gözle görülür küf üremesi nedeniyle üründe tadım yapılmamıştır. PβP içeren malzemenin vakum uygulamasında ve çok katlı malzemenin tüm uygulamalarında pastırma 150 gün boyunca tat açısından kabul edilebilir bulunmuştur. Anıl (1988), vakum paketlenmiş pastırma örneklerinde 3 aylık depolamanın lezzet, renk, gevreklik ve görünüş ile ilgili kalite kaybına yol açmadığını belirtmiştir (Anıl, 1988).

Genel ürün beğenisinde panelistler pastırma dilimlerinin tüm duyusal niteliklerini bir arada değerlendirerek beğeni derecelerini ortaya koymuşlardır. Genel ürün beğenisi açısından nanokil içeren malzemenin yüksek CO₂ uygulaması (M1-MAP2) ve PβP içeren nano malzemenin hava atmosferi (M2-MAP1) 90. günde kabul edilebilir sınırın altına düşmüştür. Depolamanın 120. gününde ise nanokil içeren

malzemenin hava atmosferi (M1-MAP1) ve PβP içeren nano-malzemenin yüksek CO₂ atmosferi (M2-MAP2) kabul edilebilir bulunmamıştır. Genel olarak depolamanın ilk 60 gününde uygulamalar arasında panelist puanlarında çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Ancak duyuşsal analizler açısından en iyi sonucun çok katlı malzeme (PP/PA/EVOH/PE) uygulamalarında ortaya çıktığı ve 180 gün boyunca bu malzemenin hiçbir uygulamasında genel beğeni derecesinin kabul edilebilir sınırın altına düşmediği saptanmıştır. İstatistiki olarak önemli bir fark olmamasına rağmen depolamanın 120. gününden sonra çok katlı malzemenin hava atmosferi uygulaması tat ve genel beğeni açısından aynı malzemenin yüksek CO₂ içeren uygulamasına göre daha yüksek puan almıştır. Bu durum yüksek karbondioksit uygulamasında 5. günden sonra yaklaşık %28-30 olarak seyreden CO₂ miktarının pastırma tadı üzerinde olumsuz etkisi ile ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak dilimlenmiş pastırmaların duyuşsal kalite açısından çok katlı malzemede vakum altında yani oksijensiz/düşük oksijenli ortamlarda daha iyi muhafaza edildiği vurgulanabilir.

Çizelge 4. 14. Duyusal niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri

Varyasyon kaynağı	Genel Görünüş	Renk	Koku	Tekstür	Tat	Genel Beğeni
Ambalaj materyali	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
MAP	0.0002	0.0007	0.2748	0.001	0.0044	<.0001
Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Ambalaj materyali*MAP	0.203	0.8902	0.8591	0.0477	0.0378	<.0001
Ambalaj materyali*Depolama süresi	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
MAP*Depolama süresi	0.3469	0.5058	0.7597	0.9693	0.576	<.0001
Ambalaj materyali*MAP*Depolama süresi	0.304	0.8746	0.7014	0.0057	0.2142	<.0001

Çizelge 4. 15. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (genel görünüş ve renk) değerdendirme sonuçları

Genel görünüş										
Ambalaj Malzemesi	MAP	0.gün	10. gün	20. gün	30.gün	60.gün	90.gün	120.gün	150.gün	180.gün
M1	MAP1	8.5±0.7Aa	7.9±1.0Aab	7.0±1.2ABb	7.2±0.8ABb	5.8±1.6CDc	5.4±0.8BCcd	4.8±0.6Cd	3.9±1.4Be	3.3±1.3Be
	MAP2	8.6±0.5Aa	7.8±1.1Aab	7.5±1.3ABb	7.3±1.3ABb	5.6±1.4Dc	5.4±1.1BCcd	5.3±1.2BCcd	4.4±1.6Bd	3.2±0.7Be
	MAP3	8.7±0.5Aa	7.3±1.4ABb	7.2±1.3ABb	7.8±0.6Aab	6.0±1.2CDc	5.8±1.1Bc	5.3±0.8BCc	4.3±1.4Bd	3.2±1.1Be
	MAP1	8.5±0.7Aa	7.3±1.4ABb	6.9±1.0ABb	6.4±1.2BCb	5.5±1.2Dc	4.8±1.1Cc	4.8±1.2Cc	3.8±0.9Bd	3.2±0.8Bd
	MAP2	8.6±0.5Aa	6.5±1.7Bb	6.6±1.6Bb	5.8±1.2Cbc	6.0±1.1CDbc	6.0±1.0Bbc	5.0±1.2Ccd	4.1±1.1Bde	3.3±1.1Be
	MAP3	8.7±0.5Aa	7.6±1.2ABb	7.3±1.1ABb	7.5±1.2Ab	5.8±1.4CDc	5.4±0.9BCdc	5.6±0.7Bc	4.7±0.9Bd	3.5±1.3Be
	MAP1	8.5±0.7Aa	7.8±1.3Aab	8.0±1.1Aab	7.5±0.9Abc	6.8±1.1BCcd	7.3±0.8Abc	6.8±1.0Acd	6.3±1.0Ade	5.8±0.8Ae
	MAP2	8.6±0.5Aa	8.1±1.0Aab	7.9±1.0Aabc	7.6±1.2Abc	7.2±1.1ABc	7.5±0.7Abc	6.0±0.9Bd	6.3±0.7Ad	5.8±1.0Ad
	MAP3	8.7±0.5Aa	8.2±0.8Aab	7.7±1.2ABbcd	7.9±1.0Aabc	7.9±0.3Aabc	7.3±0.8Acd	7.0±1.0Ade	6.4±1.3Aef	6.2±1.0Af
Renk										
M1	MAP1	8.4±0.8Aa	7.8±1.1Aab	6.4±1.8Dcd	7.0±1.0ABbc	5.7±1.6Cde	5.3±0.9BCDe	4.8±0.8CDef	3.8±1.2Bfg	3.0±1.5Bg
	MAP2	8.6±0.5Aa	7.8±1.3Aa	6.8±1.5BCDb	6.8±1.0ABb	5.9±1.5BCb	4.9±0.7CDc	4.9±1.1CDc	3.8±1.3Bd	2.9±0.7Be
	MAP3	8.4±0.8Aa	7.5±1.5ABab	7.1±0.8ABCDb	7.6±0.5Aab	6.0±1.3BCc	5.7±1.2BCc	5.4±0.8Cc	3.9±1.1Bd	3.2±1.6Bd
M2	MAP1	8.4±0.8Aa	7.4±1.4ABb	6.6±1.3CDbc	6.2±1.3Bc	5.7±1.4Ccd	4.8±1.3Dde	4.6±0.5Def	3.8±1.2Bfg	3.1±0.8Bg
	MAP2	8.6±0.5Aa	6.5±1.8Bb	6.8±1.3BCDb	6.1±1.4Bbc	5.9±1.4BCbc	5.9±0.9Bbc	5.3±0.9CDc	3.8±1.4Bd	2.7±0.9Be
	MAP3	8.4±0.8Aa	7.4±1.6ABb	7.2±1.1ABCDb	6.8±1.1ABbc	6.1±1.2BCcd	5.3±0.9BCDde	5.4±0.9Cde	4.8±1.2Be	3.1±0.9Bf
M3	MAP1	8.4±0.8Aa	7.8±1.4Aab	7.7±1.2ABCabc	7.2±0.8Abcd	6.9±1.3ABcde	7.4±0.7Abcd	6.8±1.1ABdef	6.1±0.8Aef	6.0±0.9Af
	MAP2	8.6±0.5Aa	8.0±1.1Aab	7.9±1.2ABab	7.3±1.3Ab	7.3±1.1Ab	7.8±0.6Aab	6.2±0.8Bc	6.4±0.8Ac	6.2±1.0Ac
	MAP3	8.4±0.8Aa	8.0±1.2Aab	8.1±1.2Aab	7.8±0.8Aabc	7.9±0.5Aabc	7.3±0.8Abcd	7.0±0.9Acd	6.6±1.6Ade	6.1±1.3Ae

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$). M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PßP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Çizelge 4. 15 (Devamı). Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (koku ve tekstür) değerdendirme sonuçları

		Koku								
Ambalaj Malzemesi	MAP	0.gün	10. gün	20. gün	30.gün	60.gün	90.gün	120.gün	150.gün	180.gün
M1	MAP1	8.4±0.7Aa	7.3±1.3Aba	7.2±1.2Aa	7.1±1.0ABCbc	6.0±1.2ABCcd	5.3±1.0BCde	4.7±1.1Ce	4.8±2.3Be	3.4±1.7Bf
	MAP2	8.4±0.7Aa	7.8±1.1ABab	6.7±1.2Ab	7.3±1.3ABb	5.4±1.0Cc	5.0±1.3Cc	5.0±0.7BCc	4.8±2.4Bc	3.7±1.6Bd
	MAP3	8.3±0.8Aa	7.2±1.5ABb	6.9±1.2Ab	7.3±0.8ABb	5.7±1.0BCc	5.6±1.1BcC	5.4±0.9BCc	5.3±1.5ABc	3.1±1.1Bd
M2	MAP1	8.4±0.7Aa	7.3±1.4ABb	7.1±1.3Abc	6.3±1.7BCbc	6.2±1.3ABCcd	5.1±1.3BCde	5.2±1.1BCde	4.8±1.4Be	3.1±1.0Bf
	MAP2	8.4±0.7Aa	6.7±1.5Bbc	6.9±1.2Ab	6.0±1.2Cbc	6.3±1.4ABCbc	6.0±1.1Bbc	5.7±1.0Bc	4.4±1.6Bd	3.2±1.3Be
	MAP3	8.3±0.8Aa	7.3±1.3ABb	7.2±1.2Ab	6.8±1.1ABCb	5.9±0.9ABCc	5.3±0.9BCc	5.2±0.6BCc	5.3±0.8ABc	3.6±1.3Bd
M3	MAP1	8.4±0.7Aa	7.8±1.4ABab	7.7±1.1Aab	7.1±1.4ABCbc	7.0±1.0Abc	7.1±0.7Abc	6.5±1.0Ac	6.5±0.9Ac	5.1±1.0Ad
	MAP2	8.4±0.7Aa	7.9±1.2Aab	7.5±1.1Abc	7.6±1.0Abc	6.7±1.2ABd	7.1±0.8Acd	5.5±0.8BCe	5.6±0.8ABe	5.2±0.6Ae
	MAP3	8.3±0.8Aa	8.0±1.1Aa	7.7±1.4Aab	7.5±1.2Aabc	6.6±1.6ABc	6.8±0.9Abc	6.5±1.1Ac	6.6±1.3Ac	5.5±1.0Ad
		Tekstür								
M1	MAP1	8.3±0.9Aa	7.7±1.1ABab	7.4±1.1ABab	7.2±1.1ABbc	6.4±1.2BCc	5.2±0.9BCd	5.3±1.0Bd	4.7±1.5Cd	3.6±1.3Be
	MAP2	8.3±0.8Aa	7.4±1.3Aba	7.3±1.3ABa	7.3±1.3Aa	5.4±1.3Cb	5.3±1.2BCb	5.4±1.1Bb	4.9±1.5Cb	3.7±1.4Bc
	MAP3	8.6±0.5Aa	7.3±1.6ABb	6.8±1.5ABCbc	7.5±0.9Ab	6.1±1.1BCcd	5.7±1.1Bd	5.5±0.7Bd	4.6±1.0CDe	3.3±1.1Bf
M2	MAP1	8.3±0.9Aa	7.5±1.5ABab	6.7±1.0BCbc	6.1±1.5BCcd	5.5±0.9Cde	4.7±0.7Cef	4.5±0.5Cf	3.5±1.1Dg	3.6±1.3Bg
	MAP2	8.3±0.8Aa	6.6±1.6Bb	6.0±1.3Cbc	5.9±1.2Cbc	6.2±1.3BCbc	5.5±0.7Bc	5.3±1.0Bcd	4.4±1.3CDd	3.4±1.2Be
	MAP3	8.6±0.5Aa	7.3±1.7ABbc	7.9±0.8Aab	6.7±1.4ABCcd	6.2±0.9BCde	5.3±0.6BCef	5.6±0.5Bef	4.7±1.4Cf	3.6±1.4Bg
M3	MAP1	8.3±0.9Aa	6.9±1.6ABb	7.1±1.4ABCb	7.1±1.1ABb	6.8±0.9ABb	7.1±0.8Ab	6.8±0.7Ab	6.6±0.9Ab	5.3±1.1Ac
	MAP2	8.3±0.8Aa	8.0±1.0Aa	7.1±1.2ABCb	6.8±1.4ABCb	6.8±1.5ABb	6.8±1.0Ab	5.5±0.8Bc	5.3±1.3BCc	5.0±0.9Ac
	MAP3	8.6±0.5Aa	7.7±1.3ABab	6.9±1.6ABCbc	7.5±1.2Ab	7.7±1.0Aab	6.9±0.9Abc	7.0±0.9Abc	6.2±1.3ABcd	5.4±1.2Ad

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$). M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

Çizelge 4. 15 (Devamı). Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan pastırma dilimlerinde depolama süresince duyuşal (tat ve genel ürün beğenisi) değerdendirme sonuçları

Ambalaj Malzemesi	MAP	Tat								
		0.gün	10. gün	20. gün	30.gün	60.gün	90.gün	120.gün	150.gün	180.gün
M1	MAP1	8.3±0.8Aa	7.5±1.2Aab	7.1±1.1Abc	6.5±1.2Ac	6.3±1.4ABCc	4.9±0.8BCd	4.7±1.2Dd		
	MAP2	8.4±0.7Aa	7.6±1.5Aab	7.0±1.7Ab	6.9±1.3Ab	5.8±1.4Cc	4.7±1.0Cd	4.8±0.6CDd		
	MAP3	8.3±0.7Aa	7.2±1.4ABb	6.8±1.4Ab	7.4±0.7Ab	5.8±1.7Cc	4.9±0.7BCc	4.9±0.8CDc		
M2	MAP1	8.3±0.8Aa	7.1±1.2ABb	6.8±1.3Ab	6.5±1.6Ab	5.5±1.2Cc	4.4±0.8Cd	4.6±0.5Dd		
	MAP2	8.4±0.7Aa	6.3±1.2Bbc	6.5±1.2Ab	5.4±1.3Bed	6.1±0.8ABCbc	5.7±0.8Bbc	4.8±0.8CDd		
	MAP3	8.3±0.7Aa	7.3±1.3ABb	7.4±1.1Ab	6.7±1.3Abc	5.9±0.9BCcd	5.5±0.9Bd	5.5±1.0BCd	5.3±1.0Ad	3.4±1.4Be
M3	MAP1	8.3±0.8Aa	7.5±1.4Aab	7.4±1.3Aabc	7.4±0.9Aabc	6.4±0.9ABCcd	7.1±0.7Abc	5.8±1.2Bde	6.0±1.0Ad	5.0±1.8Ae
	MAP2	8.4±0.7Aa	8.0±1.0Aab	7.7±1.0Aabc	7.3±1.2Abc	6.9±0.9ABc	6.9±1.1Ac	5.3±0.7BCDd	5.5±1.0Ad	4.8±1.3Ad
	MAP3	8.3±0.7Aa	7.9±1.0Aab	7.2±1.5Abc	7.3±1.2Aabc	7.2±1.3Abc	6.9±1.2Abc	6.6±1.1Acd	5.8±1.0Ade	4.9±1.4Ae
Genel Ürün Beğenisi										
M1	MAP1	8.3±0.9Aa	7.7±1.2Aab	7.2±1.3ABb	7.1±1.0ABb	6.0±1.2BCc	5.2±0.6BCDcd	4.6±1.2Ede	3.8±1.5Cef	3.1±1.2Bf
	MAP2	8.4±0.5Aa	7.9±1.1Aab	7.2±1.4ABb	7.3±1.1Ab	5.7±1.4Cc	4.8±1.2CDc	4.8±0.7CDEc	3.7±1.6Cd	2.9±0.9Bd
	MAP3	8.3±0.6Aa	7.2±1.4ABb	6.9±1.2ABb	7.7±0.7Aab	5.7±1.1Cc	5.2±0.9BCDc	5.0±0.7CDEc	3.8±1.3Cd	3.0±1.1Bd
M2	MAP1	8.3±0.9Aa	7.2±1.2ABb	6.8±1.1ABbc	6.3±1.4BCcd	5.7±1.2Cd	4.6±0.8De	4.7±0.5DEe	3.6±1.0Cf	2.9±1.0Bf
	MAP2	8.4±0.5Aa	6.3±1.5Bb	6.3±1.2Bb	5.8±1.2Cbc	5.9±1.2BCb	5.8±0.9Bbc	4.9±1.0CDEc	3.7±1.2Cd	2.8±1.0Be
	MAP3	8.3±0.6Aa	7.1±1.5ABb	7.4±1.0ABb	6.8±1.0ABbc	6.0±1.0BCcd	5.4±0.7BCde	5.6±0.8BCde	4.8±0.8Be	3.3±1.3Bf
M3	MAP1	8.3±0.9Aa	7.7±1.2Aab	7.5±1.2Aabc	7.4±0.8Aabc	6.8±1.0ABcd	7.3±0.6Ab	6.2±1.0ABcd	6.2±0.8Acd	5.6±1.1Ad
	MAP2	8.4±0.5Aa	8.1±1.0Aa	7.8±0.9Aab	7.3±1.3Abc	6.8±1.0ABc	7.1±1.0Abc	5.4±0.7CDd	5.5±0.5ABd	5.3±0.7Ad
	MAP3	8.3±0.6Aa	8.2±0.9Aa	7.3±1.4ABab	7.7±1.1Aab	7.5±1.0Aab	6.8±1.1Abc	6.8±0.8Abc	6.3±1.2Acd	5.4±1.1Ad

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: PP-nanokil, M2: PP-nanokil-PβP, M3: PP/PA/EVOH/PE (çok katlı malzeme), MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %50 CO₂ %50 N₂, MAP3: vakum

4.5.6. Raf Ömrü

Her bir uygulama için raf ömrü tespitinde öncelikli olarak mikrobiyolojik gelişim ve duyu analizi (özellikle tat), ikincil olarak da fiziksel ve kimyasal özellikler dikkate alınmıştır.

M1-MAP1 (nano-PP-hava atmosferi) uygulamasında 180 günlük depolama süresince toplam bakteri sayısında ve 120 günlük depolama süresince de maya-küf sayısında önemli bir artış görülmemekle birlikte, 90. günde ürün tat açısından kabul edilebilir değerin altında bulunmuştur. Duyusal olarak diğer kriterlerde kabul edilebilirlik süresi daha uzun olmasına rağmen tat en önemli unsur olarak kabul edilmiş ve M1-MAP1 uygulamasında raf ömrü 60 gün olarak tavsiye edilmiştir. Bu süre içinde ürün yüzeyinde gözle görülür maya küf üremesi dikkat çekmemiştir. Yüksek oksijen oranına bağlı olarak nanomalzemenin hava atmosferi uygulamasında ilk 60 gün boyunca lipid ve protein oksidasyonunda önemli düzeyde artış görüldüğü ve tadın bu nedenle 60 günle sınırlı kaldığı tahmin edilmektedir. Hava atmosferinde 2 aylık raf ömrünün sağlanması özellikle üründe bulunan yüksek tuz oranı ve nitritin antioksidan etkileri ile ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak, ilk 60 günde ürün muhafazasında ambalaj materyali ve atmosferden ziyade üründe kullanılan kimyasal katkıların etkisinin olduğu söylenebilir. Ürün güvenliğini tehdit edecek patojen gelişimi tüm depolama boyunca görülmemiştir.

M1-MAP2 (nano-PP-%50 CO₂, %50 N₂) uygulamasında da 180 günlük depolama boyunca toplam bakteri sayısında ve 120 gün boyunca maya küf sayısında önemli bir artış görülmemiştir. Ancak 120. günden sonra maya-küf sayısında yaklaşık 4-5 log'luk artış görülmüştür. Bu uygulamada da tat 60 günle sınırlı kalmıştır. Bu grup uygulamada %50 CO₂ kullanılmış olmasına rağmen CO₂'nin bir kısmının yağlı ürünlerde çözünmesi ve ayrıca malzemenin yüksek O₂ ve CO₂ geçirgenliğine bağlı olarak ortam atmosferi kısa sürede (10 günde) hava atmosferine ulaşmıştır. PP esaslı nanomalzeme kullanılarak %50 CO₂ ile ambalajlanan pastırma dilimlerinde raf ömrü 60 gün olarak tavsiye edilmiştir.

M1-MAP3 (nano-PP-vakum) uygulamasında depolamanın başlangıcında 7.09 log kob/g olan toplam bakteri sayısı 180. günde 8.93 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Maya küf sayısında 120 gün boyunca önemli bir artış görülmezken, 150. günden sonra

maya küf sayısı artmış ve 180. günde 4.45 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Ancak duyusal olarak ürünün kabul edilebilirlik süresi özellikle tat dikkate alındığında 60 günle sınırlı kalmış ve raf ömrü nanomalzemede vakum uygulamasında 60 gün olarak önerilmiştir. Lipit oksidasyonu vakum altında diğer MAP uygulamalarına kıyasla daha düşük artış seyri göstermesine rağmen protein oksidasyonunda diğer uygulamalarla vakum uygulaması arasında önemli bir fark görülmemiştir.

M2-MAP1 (PβP içeren nanomalzeme/hava atmosferi) uygulamasında 120 günlük depolamada maya küf sayısında önemli bir artış görülmemiştir. Toplam bakteri sayısı ise başlangıca göre depolamanın sonunda (180. günde) yaklaşık 2 log düzeyinde artış göstermiş ve tüm uygulamalar arasında en yüksek bakteri sayısı bu uygulamada tespit edilmiştir. Ancak nanomalzemenin ilk üç uygulamasında olduğu gibi bu uygulamada da ürün duyusal olarak özellikle tat açısından 60 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuştur. Hava atmosferinde PβP içeren ambalaj ile muhafaza edilen pastırma dilimlerinde mikrobiyolojik açıdan pinen içermeyen nanomalzemeye (M1) göre bir avantaj ortaya çıkmamıştır ve raf ömrü aynı gerekçelerle 60 gün olarak önerilmiştir.

M2-MAP2 (PβP içeren nanomalzeme/%50 CO₂, %50 N₂) uygulamasında toplam bakteri sayısında depolama boyunca önemli bir değişim dikkat çekmemektedir. Depolamanın ilk 120 günü boyunca önemli düzeyde maya küf gelişimi görülmemiştir. Maya küf sayısında depolamanın 150. gününden sonra yaklaşık 2-3 log artış görülmekle birlikte aynı malzemenin hava atmosferine kıyasla 1-2 log düzeyinde daha düşük olarak saptanmıştır. Bu grup ürünlerde de depolamanın 10. gününden sonra oksijen seviyesi hava atmosferi düzeyine ulaşmış, CO₂ ise 10. günden sonra %1 ve altına düşmüştür. PβP içermeyen nanomalzemenin MAP2 uygulaması ile kıyaslandığında PβP içeren ambalajlarda özellikle maya-küf sayısı ilerleyen depolama süresince (120. günden sonra) daha düşük düzeylerde saptanmıştır. %50 CO₂ uygulanmış ve PβP içeren nanomalzemede ilk 120 gün boyunca mikrobiyolojik açıdan bir risk tespit edilememiş olmasına rağmen, tat açısından değerlendirildiğinde raf ömrünün 90 gün ile sınırlı kalması tavsiye edilmektedir.

M2-MAP3 (PβP içeren nanomalzeme/vakum) uygulamasında 180 günlük depolama boyunca maya küf sayısında başlangıca göre önemli bir artış görülmemiş ve ürün yüzeyinde gözle görülür maya küf tespit edilmemiştir. Ayrıca toplam bakteri

sayısında da 180 gün boyunca önemli bir değişim görülmemiş ve pastırmanın doğal mikroflorasının devam ettiği dikkat çekmiştir. Ancak ürün tat açısından 150 gün boyunca kabul edilebilir bulunmuş olup, raf ömrü 150 gün olarak tavsiye edilmiştir. PβP içeren malzemenin bakterilere kıyasla maya-küf üzerinde daha etkin olduğu görülmektedir. Ayrıca PβP içeren malzemenin MAP1 ve MAP2 uygulamaları ile kıyaslanınca antimikrobiyel etkinliğinin vakum uygulamasında daha yüksek olduğu ve bu nedenle PβP içeren malzemenin ürünle temas (kontak) yoluyla etki edebildiği düşünülmektedir. PβP içeren nanomalzemede vakum uygulanarak ambalajlanmış pastırma dilimlerinin raf ömrü 150 gün olarak önerilmiştir.

Çok katlı malzemenin her üç atmosfer uygulamasında 180 gün boyunca önemli düzeyde maya küf gelişimi tespit edilmemiştir. Toplam bakteri sayısında depolama boyunca her üç uygulama arasında önemli bir farklılık dikkat çekmemesine rağmen depolamanın sonunda en yüksek bakteri sayısı vakum uygulamasında (9.23 log kob/g) görülmüştür. Her üç uygulama tüm duyuşal nitelikler açısından 180 gün boyunca kabul edilebilir bulunurken, tat açısından 150 günle sınırlı kalmıştır. Her üç uygulamada tat değerleri 180. günde kabul edilebilir sınırın altında kalmıştır. Bu nedenle raf ömrü çok katlı malzemenin MAP ve vakum uygulamalarında 150 gün olarak tavsiye edilmiştir. Hava atmosferi ile başlayan (%21 O₂) ortamda oksijenin depolama boyunca azaldığı, karbondioksitin ise daha düşük seyirde arttığı görülmektedir. Çok katlı malzemede oksijen geçirgenliğinin düşük olduğu dikkate alındığında oksijendeki azalmanın ve karbondioksitteki artışın ortamdaki mikrobiyolojik ve kimyasal (oksidasyon) faaliyet ile ilişkili olduğu söylenebilir. Duyusal olarak farklılık görülmemesine rağmen hava atmosferinde lipid ve protein oksidasyonunun vakum ve yüksek CO₂ uygulamasına kıyasla özellikle depolama sonunda daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak bakıldığında tüketime hazır pastırma dilimlerinin hava atmosferinde (%21 O₂) ambalajlanması özellikle ilerleyen depolama sürecinde maya küf gelişimi, kimyasal oksidasyon ve duyuşal niteliklerin azalması nedeni ile önerilmemektedir. Ancak üründe kullanılan tuz, nitrit gibi kimyasalların en az 60 gün boyunca atmosfer ve ambalaj materyaline bakılmaksızın ürün muhafazasında etkili olabildiği görülmüştür. Oksijensiz ve yüksek CO₂ içeren ambalajlama yapıldığında, oksijensiz ortamı muhafaza edebilmek ve CO₂'nin antimikrobiyel etkinliğinin sağlanabilmesi için kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenliğinin (özellikle karbondioksit ve oksijen) düşük olması gerekmektedir. Üç farklı malzemenin kullanıldığı uygulamalarda dilimlenmiş pastırma için en iyi sonuç çok katlı malzemenin tüm uygulamalarında ve PBP içeren malzemenin vakum uygulamasında alınmıştır. PBP içeren nanomalzemenin pastırma üzerindeki antimikrobiyel etkinliği özellikle vakum uygulamasında maya-küf üzerinde daha fazla görülmüştür. PBP içeren nanomalzemenin vakum uygulamasında elde edilen 150 günlük raf ömrü, malzemenin üretim kolaylığı ve ekonomik olması göz önüne alındığında ticari olarak çok katlı malzemeye alternatif olarak kabul edilebilir.

Üretilen nanomalzemelerin gaz geçirgenliği daha düşük olarak elde edilebildiği taktirde özellikle yüksek CO₂ uygulamalarında vakum ile kıyaslanabilir veya daha iyi sonuçların alınabileceği öngörülmektedir. Ancak PBP'in antimikrobiyel etkinliği kontak etki ile ortaya çıktığından vakum uygulaması dilimlenmiş pastırmada daha etkin ambalajlama yöntemi olarak önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aksu, M. I., Kaya, M., 2001a. Some microbiological, chemical and physical characteristics of pastırma marketed in Erzurum. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, 25(3), 319–326.
- Aksu, M. I., Kaya, M., 2001b. The effect of starter culture use in pastırma production on the properties of end product. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, 25(6), 847–854.
- Aksu, M., I., Kaya, M., 2002. Ticari starter kültür preparatlarının pastırma üretiminde kullanım imkanları. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, 26, 917–923.
- Aksu, M., I., Kaya, M., Ockerman, H., W. 2005. Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastırma produced from frozen/thawed meat. **Journal of Muscle Foods**, 16, 192–206.
- Anıl, N., 1988. Türk pastırması; modern yapım tekniğinin geliştirilmesi ve vakumla paketlenerek saklanması. **Selçuk Üniversitesi Vet. Fak. Dergisi**, 4(1), 363–375.
- Anonim, 2000. Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları, (Bölüm Yazarı: Kuleaşan H.), 15. Bölüm: **Clostridium Perfringens**, Genişletilmiş 2. Baskı, Sim Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara, 367–372.
- Anonim, 2007. Wikipedia Web Sitesi [Http://Tr.Wikipedia.Org/Wiki/Çemen_Otu](http://Tr.Wikipedia.Org/Wiki/Çemen_Otu).
- Anonim. 1991. Pastırma Standardı. Pastırma Yapım Kuralları. T.S. No: 9268/Nisan, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2002. Pastırma Standardı. Pastırma. T.S. No: 1071/Subat 2002. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2008. Nanotechnology in packaging: a revolution in waiting. **Food Engineering and Ingredients**, 33 (3), 6–9.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international 1st edition. **Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, Virginia.
- Appendini, P., Hotchkiss, H., J., 1998. Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. **Packaging Technology and Science**, 10, 271–279.
- Arndt, G., W., 2001. Examination of flexible and semirigid food containers for integrity. **FDA BAM (Bacteriological Analytical Manual)**, Chapter 22, USA.
- Astiasaran, I., Garcia-Esteban, M., Ansorena, D., 2004. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. **Meat Science**, 76, 57–63.
- ASTM D3985, 2002. Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor. ASTM International, United States.
- ASTM E2149-10, 2010. Standard test method for determining the antimicrobial activity of immobilized antimicrobial agents under dynamic contact conditions. ASTM International, United States.
- Avella, M., Bruno, G., Errico, M., E., Gentile, G., Piciocchi, N., Sorrentino, A., Volpe, M., G., 2007. Innovative packaging for minimally processed fruits. **Packaging Technology and Science**, 20, 325–335.
- Ayhan, Z., 2013. Potential applications of nanomaterials in food packaging and interactions with food. **Ecosustainable Polymer Nanomaterials For Food Packaging** (Editörler Silverstre, C. ve Cimmino, S.) CRC Press, Boca Raton, 253–279.
- Bağdatlı, A. B., Kayaardı, S., 2010. Et ve et ürünlerinde kullanılan paketlenme yöntemleri. **Akademik Gıda**, 8 (2), 24–30.

- Cava, D., Giménez, E., Gavara, R., Lagaron, J.,M., 2006. Comparative performance and barrier properties of biodegradable thermoplastics and nanobiocomposites versus PET for food packaging applications. **Journal of Plastic Film Sheeting**, 22, 265-274.
- Cordoba, J.,J., Rojas, T.,A., Gonzales, C.G., Barroso, J.,V., Botr, C.,L., Asensio, M.,A., 1994a. Evaluation of free amino acids and amines during ripening of iberian ham. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 42, 2296–2301.
- Coutron, C., 1996. Bases Scientifiques Pour l'élaboration d'un Jambon Sec Corse De Haut De Gamme. Thèse De Doctorat, Université De Corse, 161.
- Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G., Rousset, S., Maestrini, O., Casabianca, F., 1999. Reducing salt content of dry-cured ham:effect on lipid composition and sensory attributes. **Food Chemistry**, 64, 13-19.
- Cutter, C.N., 2006. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. **Meat Science**, 74, 131-142.
- El- Khateib, T., Schmidt, U., Leistner, L., 1984. Hemmung von salmonellen und unerwünschten schimmelpilzen durch knoblauch bei gyptischen fleischerzeugnissen. **Jahresbericht Der Baff**, Kulmbach, C26-C27.
- El- Khateib, T., Schmidt, U., Leistner, L., 1987. Mikrobiologisehe slabililar von rürkiseher pastirma. **Fleischwirtsch**, 67 (1),101-105.
- Erdinç, B., Acar, J., 1996. Gıda muhafazasında modifiye atmosfer paketleme (MAP). **Gıda**, 21 (1), 17-21.
- Erol I., Goncuoğlu M., Ayaz N.,D., Bilir Ormanci F.,S., Hildebrandt G., 2008. Molecular typing of *Clostridium perfringens* isolated from turkey meat by multiplex pcr. **Letters in Applied Microbiology**, 47, 31–34.
- Eştürk, O., Ayhan, Z., 2009. Effect of modified atmosphere packaging and storage time on physical and sensory properties of sliced salami. **Food Process Preservation**, 33, 114-125.
- Farber, J. M., 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. **Journal of Food Protection**, 54 (1), 58-70.
- FDA-BAM., 1998. Examination of flexible and semirigid food containers for integrity. **Bacteriological Analytical Manual**, 8th Edition, Revision A, Chapter 22.
- Fernandez, A., Picouet, P., Lloret, E., 2010. Reduction of the spoilage-related microflora in absorbent pads by silver nanotechnology during modified atmopshere packaging of meat. **Journal of Food Protection**, 73(12), 2263-2269.
- Fernandez, A., Soriano, E., Lopez-Carballo, G. , Picouet, P. , Lloret, E., Gavara, R., Hernandez-Munoz, P., 2009. Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology. **Food Research International**, 42 (8), 1105-1112.
- Forrest, C.J., Aberle, D.E., Hedrich, B.H., Judge, D.M., Merkel, A.R., 1975. Meat inspection. **Principles of Meat Science**, 316-319, W.H. Freman and Comp., San Francisco,.
- Gallucci, M., N., Oliva, M., Casero, C., Dambolena, J., Luna, A., Zygodlo J., Demo, M., 2009. Antimicrobial combined action of terpenes against the food-borne microorganisms *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus*. **Flavour and Fragrance Journal**, 24 (6), 348-354.
- Gök, V., Obuz, E., Akkaya, L., 2008. Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of turkish pastirma – a dry cured beef product. **Meat Science**, 80, 335–344.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M. Ve Zorba, Ö., 2002. Et Ürünleri İşleme Mühendisligi. Atatürk Üniversitesi Yayın No:786, Ziraat Fakültesi Yayın No:320, Ders Kitapları Serisi No:70, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.

- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 1999. Pastırma ve diğer bazı kurutma ürünleri teknolojisi. **Et Ürünleri İşleme Mühendisliği**. (3. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 786. Ziraat Fak. Yay. No: 320. Erzurum.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999. Su ürünleri işleme teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, 359 S, Isparta.
- Hammes, W. P., 1986. Starterkulturen in der fleischwirtschaft. **Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel**, 9, 131-143.
- Houben, J.,H., Van-Dijk, A., 2001. Effect of dietary vitamin e supplementation and packaging on the colour stability of sliced pasteurized beef ham. **Meat Science**, 58, 403–407.
- Humeriah, A.,G.,S., Azah, M.,A.,N., Mastura, M., Mailina, J., Saiful, J.A., Muhajir, H., Puad, A.,M., 2010. Chemical constituents and antimicrobial activity of *Goniothalamus macrophyllus* (annonaceae) from pasoh forest reserve, malaysia. **African Journal of Biotechnology**, 9 (34), 5511-5515.
- Jakobsen, M., 2003. Optimizing MAP of meat through modelling. PhD thesis. Food chemistry department of dairy and food science. The Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg C, Denmark.
- Jakobsen, M., Nannerup, L.D., van den Berg, F., Jensen, J.S., Moller, J.K.S., Bertelsen, G., 2004. Optimizing colour quality of modified atmosphere packed sliced meat products by control of critical packaging parameters. **Meat Science**, 68, 577-585.
- Jessen, B., 1995. Starter cultures for meat fermentation. Fermented Meats. **Blackie Academic and Professional**, New York, USA.,130- 154.
- Katsaras K., Lautenschlager, R., Boschkova, K., 1996. Das verhalten von mikroflora und starterkulturen während der pökellung. **Trocknung und Lagerung Von Pasrerna**. Fleischwirtsch, 76 (3), 308-314.
- Keles, F., 1998. Gıda ambalajlama ilkeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 156 S, Erzurum.
- Kerry, J.,P., O'grady, M.,N., Hogan, S.A., 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and musclebased products: a review. **Meat Science**, 74, 113- 130.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2004. Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi, **Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 21(3-4), 349-353.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş., 2001. Paketleme tekniklerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyel florası üzerine etkileri. **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi** , 18, (1-2), 279-291.
- Kotzekidou, P., Lazarides, H., N., 1991. Microbial stability and survival of pathogens in an intermediate moisture meat product. **Lebensmittel-Wissenschaft Technology**, (24), 419-423.
- Kröckel, L., 1995. Bacterial fermentation of meats. **Fermented Meats**, Blackie Academic and Professional, New York, USA., 69-102.
- Lagaron, J.,M., Sanchez-Garcia, M.,D., Gimenez, E., 2007. Novel PET nanocomposites of interest in food packaging applications and comparative barrier performance with biopolyester nanocomposites. **Journal of Plastic Film Sheeting**, 23 (2), 133-148.
- Lancette, G.,A., Tatini, S.R., *Staphylococcus aureus*, In: Compendium of the methods for the microbiological examination of foods,1992. eds: Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F., 3rd ed., **American Public Health Assoc.**, 371-404.
- Lautenschlager, B.,R., Kelware., R., 1998. Qualitat von fleisch und fleischwaren. W branscheid, K.O. Honikel, G.V. Lengerken, K. Troger (Hrsg.), Deutscher Fachverlag, Band 2.

- Lee Bj, Hendricks Dg, Cornforth Dp. 1999. A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef pattie model system. **Meat Science**, 51, 245-253.
- Leite, A., M., Lima, E., O., Leite De Souza, E., Diniz, M., F., F., M., Trajano, V., N., Medeiros, I., A., 2007. Inhibitory effect of β -pinene, α -pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing gram-positive bacteria. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 43 (1), 121-126.
- Liepe H., Parobic, R., 1984. Untersuchungen zur schinkenp.Kelung. **Fleischwirtsch**, 64, 1298-1302.
- Löcke, F., K., 1985. Mikrobiologische vorgänge bei der herstellung von rohwurst und rohschinken. In: **Mikrobiologie und Qualität Von Rohwurst und Rohschinken**. Bundesanstalt F.R Fleischforschung, Kulmbach, 85-102.
- Löcke, F., K., 1986. Fermented sausages. In: **Microbiology of Fermented Foods**, Ed B.J.B. Wood. **Blackie Academic and Professional**. London, New York, (2), 41-83.
- Löcke, F., K., 1986. Mikrobiologische vorgänge bei der herstellung von rohwurst und rohschinken. **Fleischwirtsch**, 66, 302-309.
- Lund, M., N., Hviid, M., S., Skibsted, L., H., 2007. The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. **Meat Science**, 76, 226-233.
- Mantis, A., J., Karaioannoglou, P., G., Spanos, G., P., Panetsos, A., G., 1978. The effect of garlic extract on food poisoning bacteria in culture media. I. *Staphylococcus aureus*. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, (11), 26-28.
- Mantis, A., J., Koidis, P. A., Karaioannoglou, P., G., Panetsos, A., G., 1979. The effect of garlic extract on food poisoning bacteria. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, (12), 330-332.
- Martin, A., Cordoba, J., J., Nunez, F., Berito, M., J., Asensio, M., A., 2004. Contribution of a selected fungal population to proteolysis on dry-cured ham. **International Journal of Food Microbiology**, 94, 55-66.
- Maturin L., Peeler J., T., 2001. Aerobic plate count. **FDA BAM (Bacteriological Analytical Manual)**, Chapter 3, USA.
- Mercier Y., Gatellier P., Viau M., Remignon H., Renerre M., 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. **Meat Science**, 48, 301-318.
- Molina, L., Sua, H., Flores, L., 1989. Studie über die keimflora rochen gepökelter schinken. 3: milchsaurebakterien. **Fleischwirtsch**, 69, 1754- 1756.
- Moller, J., K., S., Jensen, J., S., Olsen, M., B., Skibsted, L., H., Bertelsen, G., 2000. Effect of residual oxygen on colour stability during chill storage of sliced, pasteurized ham packaged in modified atmosphere. **Meat Science**, 54, 399-405.
- Monin, G., Marinova, P., Talmant, A., Martin, J., Cornet, M., Lanore, D., Grasso, F., 1997. Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne Hams) during processing and effects on the dehairing technique. **Meat Science**, 47 (1/2), 29-47.
- Mullan, M., McDowell, D., 2003. Modified atmosphere packaging. In: **Food Packaging Technology**, Ed. By Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M.J. CRC Press., London. 303-339.
- O'Sullivan, A., O., Galvin, K., Monoley, A., P., Troy, D., J., Sullivan, K., O., Kerry, J., P., 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on composition and quality of retail packaged beef. **Meat Science**, 63, 279-286.

- O'Sullivan, M.,G., Cruz-Romero, M., Kerry, J., P., 2011. Carbon dioxide flavour taint in modified atmosphere packed beef steaks. **Lwt-Food Science and Technology**, 44, 2193-2198.
- Özdemir H., Şireli U.T., Sarımeahmetoğlu B., İnat G., 1999. Ankara'da tüketime sunulan pastırmalarda mikrobiyel floranın incelenmesi. **Turkish Journal Veterinary and Animal Sciences**, 23, 57-62.
- Özoğul, Y., Özoğul, F., Küley, E., 2006. Modifiye edilmiş atmosfer paketlenen balık ve balık ürünlerine etkisi. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi**, 23 (1-2), 193-200.
- Öztan, A.,1999. Et bilimi ve teknolojisi. **Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Yayınları**, Ankara.
- Öztürk, A., Yılmaz, N., Güneş, G., 2010. Effect of different modified atmosphere packaging on microbial quality, oxidation and colour of a seasoned ground beef product (meatball). **Packaging Technology and Science**, 23, 19–25.
- Parra, V.J., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, Gutierrez , F.,I., Andrés A.,I., 2010. Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured iberian ham. **Meat Science**, 84, 760–768.
- Parra, V.,J., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, Gutierrez , F.,I., Andrés A.,I., 2012. Effect of exposure to light on physico-chemical quality attributes of sliced dry-cured iberian ham under different packaging systems partman, w. Umsch. **Wiss. Tech.**, 77 (8), 244.
- Pereira De Abreu, D.,A., Losada, P.,P., Angulo, I., Cruz, J.,M., 2007. Development of new polyolefin films with nanoclays for application in food packaging. **European Polymer Journal**, 43 (6), 2229-2243.
- Pikul, J., Dennis E., Leszczynski, E.,D., Kummerow, F.,A.,1989. Evaluation of three modified tba methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 37, 1309-1313.
- Priolo, M.,A., Gamboa, D., Grunlan, J.,C., 2010. Transparent clay-polymer nano brick wall assemblies with tailorable oxygen barrier. **Applied Materials and Interfaces**, 2 (1), 312-320.
- Quattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Be'Gin, A., Holley, R., A., 2000a. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. **Journal of Food Science**, 65(5), 768–773.
- Quattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Be'Gin, A., Holley, R., A., 2000b. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. **International Journal of Food Microbiology**, 62, 139–148.
- Quintavalla, S., Vicini, L., 2002. Antimicrobial food packaging in meat idustry. **Meat Science**, 62, 373-380.
- Ramos, M., Jimenez, A., Peltzer, M., Garrigos, M., C., 2012. Characterization and antimicrobial activity studies of polypropylene films with carvacrol and thymol for active packaging. **Journal of Food Engineering**, 109, 513–519.
- Rao, N., Sachindra, N., M., 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. **Food Reviews International**, 18(4), 263-293.
- Rhodehamel, E.,J., Harmon, S.,M., 1998. **Bacteriological Analytical Manual**, 8th Edition, Revision A, Chapter 16.
- Rubio, B., Martinez, B., Sanchez, M., J., Garcia-Cachan, M., D., Rovira, J., Jaime, I., 2007. Study of shelf life of a dry fermented sausage “salchichon” made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. **Meat Science**, 76, 128–137.

- Sağlam, Ö.,F., 2000. Türk Gıda Mevzuatı. Semih Ofset Matbaacılık Yay. ve Amb. San. Tic. Ltd. Sti., 702 S., Ankara.
- Schiefer, G., Schöne, R., 1978. Herstellung von p.kelwaren unter verwendung von starterkulturen. **Fleisch**, 32, 215-216.
- Siragusa, G., R., Dickinson, J., S., 1993. Inhibition of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 on beef muscle tissue by lactic or acetic acid contained in calcium alginate gels. **Journal of Food Safety**, 13(2), 147–158.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W.,K., Rosnes, T., 2002. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. **International Journal of Food Science and Technology**, 37 (2), 107-127.
- Skandamis, P.,N., Nychas, G.,J.,E., 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. **International Journal of Food Microbiology**. 79, 35-45.
- Smith, J.,P., Ramaswamy H.,S., Simpson B.,K., 1990 .Developments in food packaging technology.Part I.Processing /Cooking. **Food Science and Technology**, 1, 107-110.
- Sorheim, O., Aune, T., Nesbakken, T., 1997. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide use in modified atmosphere packaging of meat. **Trends in Food Science and Technology**, 8, 307–312.
- Sürengil, G., Kılınç, B., 2011. Gıda ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. **Journal of Fisheries Sciences**, 5(4), 317-325.
- Şahin, O., I., Bayizit, A., A., 2008. Nanokompozit filmlerin gıda sanayi uygulamaları, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Takikawa, A., Abe, K., Yamamoto, M, Ishimaru, S, Yasui, M, Okubo, Y, Yokoigawa, K., 2002. Antimicrobial activity of nutmeg against *Esheria coli* O157. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, 94(4), 315-320.
- Tarhan Ö., Gökmen V., Harsal Ş., 2010. Nanoteknolojinin gıda bilim ve teknolojisi alanındaki uygulamaları, **Gıda**, 35(2), 219-225.
- Tekinşen, O.,C., Doğruer, Y., 2000. Her Yönüyle Pastırma. **Selçuk Üniversitesi Basımevi**, 123s, Konya.
- Toldrá, F., 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. **Meat Science**, 49, 101-110.
- Toldrá, F., Cerveó, M., Part, C., 1993a. Porcine aminopeptidase activity as affected by curing agents. **Journal of Food Science**, 58, 724-726.
- Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y. 1997. Dry cured ham flavour; enzymatic genaration and process influence. **Food Chemistry**, 59, (4), 523-530.
- Tournas V, Stack M., Mislivec P., Koch H., Bandler R., 2001. Yeasts, molds and mycotoxins. **FDA BAM (Bacteriological Analytical Manual)**. Chapter 18, USA.
- Uğuz, Ş., 2007. Pastırmadaki proteolitik değişmelere tuz miktarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Umay, A., 2007. *Lavandola stoechas*, *Melissa officinalis* ve *Tribulus terrestris* bitkilerinin kimyasal içeriklerinin araştırılması. Çukurova üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların ambalajlanması. **Ege Üniversitesi Basımevi**, Bornova-İzmir.
- Vermeiren L., Devlieghere F., Debevere J., 2002. Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. **Food Additives and Contaminants**, 19 Suppl., 163-171.
- Vidas®,2010. *Salmonella* (SLM), AFNOR BIO-12/16-09/05. REF 30702, BIOMERIEUX INC, France.

- Vuorela, S., Salminen, H., Makela, M., Kivikari, R., Karonen, M., Heinonen, M. 2005. Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53, 8492–8497.
- Yalanca, İ., 2009. Geleneksel et ürünlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin antibiyotik direncinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Yang, F.,M., Li, H.,M., Xin, Z.,H., Zhao, L.,Y., Zheng, Y.,H., Hu, Q.,H., 2010. Effect of nano-packing on prseervation quality of fresh strawberry (fragaria ananassa duch. Cv fengxiang) during storage at 4°C. **Journal of Food Science**, 75 (3), C236-C240.
- Yetim, H., Çankaya, H, 1998 . Salamura Kütleme ve CaCl_2 İlavesi ile Pastırma Üretimi. 40. Yıl Tarım Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Yücel, A., 1993. Et ve su ürünleri teknolojisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları, 47, 70-76.
- Zakrys-Waliwander, P.,I., O’Sullivan, M.,G., O’neill, E.,E., Kerry, J.,P., 2012. The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine m. Longissimus dorsi muscle during chilled storage. **Food Chemistry**, 131, 527–532.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Manisa’da doğdu. İlköğretim eğitimini Hatay/Kırıkhan’da, Lise eğitimini Manisa/Turgutlu’da tamamladı. 2007 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde üniversite eğitime başladı. 2011 yılında buradan mezun olup yine aynı sene Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitime başladı. Halen C.P. Standart Gıda A.Ş.’de Kalite Kontrol Şefi olarak çalışmaktadır.

EK 1 DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Adı/Soyadı :.....

Tarih:.....

Sayın katılımcı,

Size 9 ayrı kodlu pastırma örneği sunulmaktadır. Bu örneklerin genel görünüş, renk, koku, tekstür, tat ve genel ürün beğeni derecesini 9 noktalı skalayı dikkate alarak değerlendirmeniz istenmektedir. Önce size verilen 9 örneği sırasını dikkate alarak (soldan sağa doğru) genel görünüş açısından, 9 noktalı skaladaki açıklamaları dikkate alarak, 1-9 arasında bir rakamla değerlendiriniz ve her bir ürün kodu altında bulunan boşlukta beğeni derecenizi temsil eden rakamı yazınız. Daha sonra sırasıyla renk, koku, tekstür ve tat özelliklerini 1-9 arasında bir rakamla ayrı ayrı değerlendiriniz. Genel görünüş ve renk beğenisini gözle, tekstür özelliğini ise ısıarak yapınız. Genel ürün beğeni dereceniz ürünün bütün özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Panelimize katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz

GENEL GÖRÜNÜŞ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓				↓				↓									
	Taze				Kabul edilebilir				Yapışkan									

RENK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓				↓				↓									
	Soluk				Kabul edilebilir				Kırmızı									

KOKU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓				↓				↓									
	Güçlü kötü koku				Kabul edilebilir/ hafif kötü koku				Kendine has koku									

TEKSTÜR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓				↓				↓									
	Sert/kuru				Kabul edilebilir				Normal/ tipik doku									

TAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓				↓				↓									
	Ransit/bozuk Tat				Kabul edilebilir				Normal/tipik tat									

GENEL ÜRÜN BEĞENİSİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	321	913	845	107	769	230	429	514	658
	↓								↓									
	Hiç beğenmedim								Çok beğendim									

Yorum ve Düşünceler:

EK 2 PASTIRMA ÜRETİM AKIŞ ŞEMASI



1.Çemenin sıyrılması



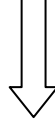
2.Pastırmanın dilimlenmesi



3.Dilimlenmiş pastırmanın gramajlanması



4. Dilimlenen pastırmaların ambalajlara yerleştirilmesi

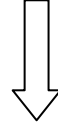




5. Ambalajlara gaz karışımlarının verilmesi ve vakum uygulanması



6. Ambalajların etiketlenmesi



7. Depolama (4°C ve %50 bağıl nem)