

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDALARDA KULLANILAN KAĞIT AMBALAJLARIN ISIL İŞLEM
UYGULANARAK MODİFİYE EDİLMİŞ JELATİN İLE KAPLANMASI:
KIYMA ÖRNEĞİ**



YÜKSEK LİSANS

Ayşe DURAN

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

MART 2023

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDALARDA KULLANILAN KAĞIT AMBALAJLARIN ISIL İŞLEM
UYGULANARAK MODİFİYE EDİLMİŞ JELATİN İLE KAPLANMASI:
KIYMA ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayşe DURAN
(190801061)**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

MART 2023

TEZ ONAYI

Ayşe DURAN tarafından hazırlanan **Gıdalarda Kullanılan Kağıt Ambalajların Isıl İşlem Uygulanarak Modifiye Edilmiş Jelatin ile Kaplanması: Kıyma Örneği** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

Jüri Üyeleri

İmza:

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKMEN

Doç. Dr. Ahsen Ezel Bildik DAL

Tez Savunma Tarihi: 07/03/2023

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Ahmet KAYABAŞI
Enstitü Müdürü



BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Ayşe Duran



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca bilgi birikimi ve tecrübesiyle beni yönlendiren ve çalışmamı şekillendiren değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ'e, çalışmamın her aşamasında bana sonsuz destek olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKMEN'e, analiz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU'na ve çalışmamın farklı aşamalarında bilgi ve birikiminden yararlandığım Sayın Doç. Dr. Ahsen Ezel Bildik Dal'a teşekkürü borç bilirim.

Hayatımın her anında her koşulda olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan en büyük yardımcılarım annem Zeliha ERDEM'e ve babam Mehmet ERDEM'e, beni hiçbir konuda yalnız bırakmayan ve çalışmama katkı sağlayan kardeşim Orhun ERDEM'e, çalışmam süresince bana manevi olarak hep yardımcı olan ikinci annem Hatice DURAN'a ve aileme,

Hep olduğu gibi tez çalışmam boyunca da benden desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan meslektaşım ve sevgili eşim Mustafa Serkan DURAN'a,

Son olarak ise varlığından güç aldığım canım kızım Elif DURAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mart 2023

Ayşe Duran
(Gıda Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Kıyma ve Bileşimi.....	5
2.2 Jelatin	7
2.3 Yenilebilir Film ve Kaplamalar.....	9
2.3.1 Yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımı.....	11
2.3.2 Yenilebilir film ve kaplama çalışmaları.....	14
3. MATERYAL VE METOT	19
3.1 Materyal	19
3.1.1 Et	19
3.1.2 Jelatin	19
3.1.3 Kağıt.....	19
3.2 Metot	20
3.2.1 Jelatinde ısıtma işlem uygulaması	20
3.2.2 Kaplama solüsyonunun hazırlanması ve yüzey uygulaması.....	20
3.2.3 Kıymanın ambalaj kağıdı ile paketlenmesi.....	21
3.2.4 pH analizi	22
3.2.5 Tiyobarbitirik asit (TBA) sayısının belirlenmesi	23
3.2.6 Nem analizi	23
3.2.7 Renk analizi.....	23
3.2.8 Taramalı elektron mikroskopu (SEM) görüntüleri	24
3.2.9 Mikrobiyolojik analizler	24
3.2.10 Duyusal analiz.....	24
3.2.11 İstatiksel analiz.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1 pH Analiz Sonuçları	26
4.2 TBA Analiz Sonuçları	29
4.3 Nem Analiz Sonuçları	31
4.4 Renk Analiz Sonuçları	33
4.5 Mikrobiyolojik Analizler.....	39

4.5.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı.....	39
4.5.2 Maya ve küf sayısı.....	41
4.6 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntüleri.....	42
4.7 Duyusal Analiz	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR.....	49
EKLER	53



KISALTMALAR

MAP	: Modifiye Atmosfer Paketleme
TS	: Türk Standartları
pH	: Hidrojen Potansiyeli
UV	: Ultraviyole
KK	: Kontrol grubu
KJ	: Jelatin kaplı kağıt
KIJ	: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplı kağıt
N	: Normalite
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
TBA	: Tiyobarbütirik Asit
HCL	: Hidroklorik Asit
KM	: Kuru Madde
PCA	: Plate Count Agar
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenical
CIE	: Commission Internationale de l'éclairage
ISO	: International Standardization Organization
kob	: Koloni oluşturan birim



SEMBOLLER

°C	: Santigrat derece
CO₂	: Karbondioksit
O₂	: Oksijen
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
aw	: Su aktivitesi
kcal	: Kilokalori
kV	: Kilovolt
g	: Gram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
cm²	: Santimetrekare
m²	: Metrekare
sn	: Saniye



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Sığır etinin genel bileşimi	5
Çizelge 2.2 : Kıymanın raf ömrünü etkileyen iç ve dış faktörler.....	7
Çizelge 2.3 : Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan hammadde kaynakları	10
Çizelge 3.1 : Örneklerde kullanılan kodlamalar	20
Çizelge 3.2 : Kıymalarda yapılan analizler ve analiz sıklığı	25
Çizelge 4.1 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları..	26
Çizelge 4.2 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların pH değerlerine ait Tukey test sonuçları	27
Çizelge 4.3 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.4 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait Tukey test sonuçları	29
Çizelge 4.4 (devam) : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait Tukey test sonuçları	30
Çizelge 4.5 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.6 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların nem değerlerine ait Tukey test sonuçları	32
Çizelge 4.7 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.8 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait Tukey testi sonuçları	34
Çizelge 4.8 (devam) : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait Tukey testi sonuçları	35
Çizelge 4.9 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların a* (kırmızılık) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.10 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların a* (kırmızılık) değerlerine ait Tukey test sonuçları	36
Çizelge 4.11 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların b* (sarılık) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.12 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların b* (sarılık) değerlerine ait Tukey test sonuçları	38
Çizelge 4.13 : Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı (kob/g)	40
Çizelge 4.14 : Maya ve küf sayısı.....	41
Çizelge 4.15 : Kıyma örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları.....	44



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Gıdaların paketlenmesinde yenilebilir filmler ve kaplamaların etkisi	9
Şekil 3.1 : Saf jelatin (a), işlenmiş kristal jelatin (b).....	20
Şekil 3.2 : Özel aparat ile hazırlanan kıyma örnekleri.....	21
Şekil 3.3 : Kağıt örnekleri ile paketlenmiş kıymalar	22
Şekil 4.1 : pH değişim grafiği.....	28
Şekil 4.2 : TBA değeri değişim grafiği.....	30
Şekil 4.3 : Nem değeri değişim grafiği.....	33
Şekil 4.4 : Soğuk depolama boyunca kıymaların değişimi.....	39
Şekil 4.5 : SEM görüntüleri (KK: kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplanmış kağıt KIJ: ısıtılmış işlem uygulanmış jelatin kaplanmış kağıt).....	42
Şekil 4.6 : SEM görüntüleri (KK: kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplanmış kağıt KIJ: ısıtılmış işlem uygulanmış jelatin kaplanmış kağıt).....	43
Şekil 4.7 : Duyusal analiz sonuçlarına göre örümcek ağı grafiği.....	45



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GIDALARDA KULLANILAN KAĞIT AMBALAJLARIN ISIL İŞLEM UYGULANARAK MODİFİYE EDİLMİŞ JELATİN İLE KAPLANMASI: KIYMA ÖRNEĞİ

Ayşe Duran

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

Mart, 2023, 55 sayfa

Bu çalışmada, jelatin kaplamalı kağıt (KJ), ısıtılmış jelatin kaplamalı kağıt (KIJ) ve kaplanmamış kontrol kağıdı (KK) ile ambalajlanan taze sığır kıymaları 4°C’ de 7 gün muhafaza edilmiş ve kıymanın kalite özellikleri incelenmiştir. Depolama boyunca belli periyotlarda pH, %nem, TBA, enstrümental renk L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b*(sarılık) değerleri, toplam aerobik mezofilik bakteri ile küf ve maya sayısı tespit edilmiştir. Jelatin içeren ambalajların sığır kıymasının duyu özelliklerine olan etkilerini belirlemek amacıyla duyu analiz yapılmıştır. Ayrıca kağıt örneklerinde SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile mikro yapı analizi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda kıyma örneklerinde pH ve TBA değerleri üzerine kağıt türlerinin ve depolamanın etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. En düşük TBA değeri KIJ, en yüksek TBA değeri ise KK grubunda görülmüştür. Depolama boyunca nem değerlerinde tüm gruplarda düşüş gözlenmiş, ancak KK grubundaki azalma diğer gruplara göre daha fazla olmuş ve istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. 7 günlük depolama sonucu yapılan renk analizlerine göre ise L* değeri üzerine kullanılan kağıt türünün etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunurken a* değeri üzerine etkisi önemsiz ($p>0,05$), b* değeri üzerine önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçlarında jelatine uygulanan ısıtılmış işlemin toplam yükü azalttığı tespit edilmiştir. Maya ve küf sayımında en düşük sayım KJ grubunda belirlenmiştir. SEM görüntülerine göre jelatin kaplama yapılmış kağıtlarda gözeneklerin azaldığı ve daha pürüzsüz bir yüzey olduğu görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarında ise puanlama yapılan renk, koku ve genel beğeni parametrelerinin değerleri, kontrol grubunda jelatin içeren gruplara göre daha düşük bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jelatin, kağıt, ambalajlama, yenilebilir kaplama, sığır kıyması



ABSTRACT

MsThesis

COATING PAPER PACKAGING USED IN FOOD WITH HEAT- TREATED MODIFIED GELATIN: MINCE SAMPLE

Ayşe Duran

Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

March, 2023, 55 pages

In this study, gelatin coated paper (KJ), heat treated gelatin coated paper (KIJ) and fresh beef minced meat packaged with uncoated control paper (KK) was stored at 4°C for 7 days and the quality characteristics of the minced meat were examined. In addition to pH, % humidity, TBA, instrumental color L* (brightness), a* (redness) and b* (yellowness) values in certain periods, total aerobic mesophilic bacteria, mold and yeast counts were determined during storage phase. The sensory analysis was executed to determine the effects of packages with gelatin on ground beef's sensorial properties. Also, microstructure analysis of paper samples by SEM (scanning electron microscope) has been carried out.

As a result of the analysis, it was found that, both effect of storage and types of paper on the pH and TBA values are statistically significant ($p < 0,01$). The lowest TBA is observed in the KIJ, the highest TBA is observed in the KK (control) group. The humidity values decreased in all groups during the storage, but decreasing in the KK was higher than others and the gap is statistically significant ($p < 0,01$). According to color analysis after 7 days storage, the effect of types of paper on L* was found very important ($p < 0,01$), effect of types of paper on b* value was found as important ($p < 0,05$) and the effect of types of paper on a* value was found as not important ($p > 0,05$). The total heat treatment applied to gelatin found to reduce the load in the total mesophilic aerobic bacteria results. The lowest count in yeast and mold counts was observed in the KJ group. According to SEM screens, the pores are reduced and a smoother surface was observed in gelatin coated papers. In the sensory analysis results, the values of the color, smell and general taste parameters scored were lower in the control group than in the gelatin-containing groups.

Keywords: Gelatin, paper, packaging, edible coating, ground beef



1. GİRİŞ

Gıdaların ambalajlanması gıda endüstrisindeki en önemli konulardan birisidir. En basit tanımı ile ambalajlama, içerisindeki ürünü muhafaza ederken aynı zamanda bütünlüğünü de koruyan, ürünün kalite özelliklerinin devamlılığını sağlayan ve tüketiciye ürün hakkında bilgi veren sistemlerdir (Üçüncü, 2007).

Günümüzde tüketimi gerçekleşinceye kadar, gıda ürünlerinin bozulmadan muhafaza edilmesi ekonomik açıdan da önemli olan bir konudur. Ambalajlama ile mikrobiyal ve oksidatif bozulmalara karşı duyarlı gıda ürünlerinin kalite özellikleri korunabilmekte ve hızlı bozulmaları geciktirilerek ekonomik kayıpların önüne geçilebilmektedir (Tüğen, 2018). Bu sebeple doğru seçilmiş bir ambalaj malzemesi ve uygulaması, gıdayı dış etkenlere karşı koruyarak kalite kayıplarını azaltır ve ürünün raf ömrünü uzatır (Üçüncü, 2007).

Geleneksel ambalaj uygulamalarının amacı; gıdayı istenmeyen oksidasyon reaksiyonlarından, dışarıdan gelebilecek fiziksel darbelerden, biyolojik bozunmadan ve nem kaybından korumaktır. Fakat değişen hayat şartlarıyla beraber ambalajlamanın bu işlevleri gıdaların muhafazasında yeterli değildir (Bahtimur, 2018). Pasif ambalajlama teknolojileri sadece gıdayı korumayı amaçladığı için günümüzde artık yerini aktif ve akıllı ambalajlama teknolojilerine bırakmıştır. Aktif ve akıllı ambalajlama teknolojileri gıdaların kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde, korunmasında, satışında, çevresel atık miktarlarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda, yenilebilir film ve kaplama malzemeleri, biyoplastik malzeme teknolojileri, modifiye atmosfer paketleme sistemleri, aktif ve akıllı ambalajlama teknolojileri gibi yeni nesil gıda ambalaj malzemeleri ve teknolojileri üzerine yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Bu amaçla gıdaların hem besin değerlerini koruyarak hem de gıda güvenliğini sağlayarak raf ömrü süresini uzatmayı hedefleyen ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi konusunda araştırma ve geliştirme faaliyetleri devam etmektedir (Polat, 2016).

Gıda ambalaj malzemeleri çoğunlukla sentetik bazlı iken son yıllarda tüketicilerin çevre bilincinin artmasıyla biyobozunur ambalajların ve yenilebilir film ve kaplamaların bu amaçla kullanımı yaygınlaşmıştır. Genellikle protein, karbonhidrat ve lipitlerden elde edilen yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların raf ömrünü uzatan bir etkiye sahiptir (Kodal,2008). Yenilebilir kaplamalar, meyve ve sebzelerde depolama sürecinde solunumu yavaşlatarak olgunlaşmayı geciktirirken, et ve et ürünlerinde ise kalitenin bozulmasının mikrobiyal olmayan ana nedeni olan lipit oksidasyonunu engelleyerek koruma sağlamaktadırlar. Tüm bu faydalar göz önüne alındığında kaplamalar gıda endüstrisinin vazgeçilmezleri arasındadır demek mümkündür (Kılınççeker ve Hepsağ, 2010).

Bitkisel veya hayvansal kaynaklı hammaddelerden elde edilen ve gıda yüzeylerine farklı yöntemlerle uygulanan yenilebilir film ve kaplamalar; gıdaların önemli kalite özelliklerini iyileştirmenin ve raf ömrünü uzatmanın dışında; antimikrobiyal ve/veya antioksidan bileşiklerle kombine edilerek gıdalarda istenmeyen lipit oksidasyonunu, renk oluşumunu, ve mikrobiyal bozulmaları engelleyebilmektedir (Umaraw ve Verma, 2017).

Yenilebilir film ve kaplamalar çeşitli kaynaklardan elde edilen karbonhidrat, protein ve lipitlerin taşıyıcı polimer olarak kullanıldığı materyallerdir. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan proteinlerden biri de jelatindir. Jelatin hayvansal dokularda bulunan kolajenin belirli koşullarda kısmi hidrolizi ile elde edilir. Tüm dünyada üretilen jelatinin yaklaşık olarak %70'i gıda sanayi, %15'i ilaç sanayi, %10'u fotoğraf sanayi tarafından kullanılmaktadır. Jelatinden, tatlı ve şekerlemeler, bira ve şarap gibi alkollü içecekler, fırıncılık ürünleri, berrak meyve suları, dondurma ve bazı süt ürünleri gibi birçok gıda sektöründe yararlanılmaktadır. Tekstürü geliştirme, su tutma kapasitesini artırma, berraklaştırıcı ve koruyucu kaplama olarak kullanımı yararlanan özelliklerinin başında gelmektedir (Coşkun Topuz ve Boran, 2018). Jelatin dikkat çekici ve çeşitli faydaları olan bir biyopolimerdir. Jelatinin oluşturduğu şeffaf, renksiz, kokusuz ve ağızda kolaylıkla eriyen jel yapısı kullanılabilirliği açısından üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca jelatin, diğer yenilebilir film kaplamalara göre, üretim prosesinin basit ve kolay ulaşılabilir olması sebebiyle piyasadaki ucuz fiyatlı olarak karşılanabilmektedir (Kılınç, 2017).

İnsan beslenmesinin önemli bir parçası olan et ve et ürünleri, vücudumuza elzem amino asitleri sağlayan en değerli protein kaynaklarından birisidir. Ancak oksidatif ve

mikrobiyal kaynaklı bozulmalara karşı oldukça duyarlı olan et ve et ürünleri, uygun olmayan depolama şartlarında çok kolay bozulabilmekte ve tüketici sağlığı açısından tehdit oluşturabilmektedir.

Taze et ürünleri çoğunlukla soğuk zincir korunarak buzdolabı koşullarında (2-4°C) satışa sunulmaktadır. Düşük sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen taze et ürünlerinde birçok kimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonlar ortaya çıkmakta, üründe bulunan yüksek orandaki su ve protein içeriği mikrobiyal, oksijen varlığı ise oksidasyon reaksiyonlarına ortam hazırlamaktadır (Canbaz, 2021). Taze ve pişmiş et ürünlerinde oksidatif bozulmaların sebep olduğu kalite kusurlarının önüne geçmek için gıda endüstrisinde sentetik antioksidanların kullanımı bir hayli yaygındır. Tüketicilerin katkı maddesi olarak kullanılan bu yapay antioksidanlara karşı olan negatif düşünceleri et ürünlerinde oksidasyon kaynaklı bozulmaların önüne geçmek için birçok bitki özütünün ve biyomoleküllerin kullanımını destekleyici çalışmaların artmasına sebep olmuştur (Calo ve diğerleri 2015, Vodnar ve diğerleri, 2015). Et sanayiinde ürünün kalite özelliklerini iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan biyoaktif ajanların doğrudan ürüne değil de ambalaja dahil edilerek kullanılması son zamanlarda gündemde olan ve ilgi çeken çalışma konularındandır (Noor ve diğerleri, 2017).

Et ve et ürünlerinde ambalajlama teknolojisi son yıllarda hızla gelişerek ilerlemektedir. Et ve et ürünlerinin paketlenmesi ile kontaminasyon engellenmekte, bozulma geciktirilmekte, ağırlık kaybı azaltılmaktadır. Et ve et ürünleri gibi çabuk bozunabilen gıdaların soğukta depolanması sırasında mikroorganizmaların gelişimini kontrol altında tutarak raf ömrünü uzatmak amacıyla, bu gıdaların ambalajlanmasında, vakum paketlenme, modifiye atmosferde paketlenme (MAP), aktif paketlenme ve akıllı paketlenme gibi ambalajlama teknikleri en çok uygulanan teknikler arasındadır (Bağdatlı ve diğerleri, 2010; Hecer, 2012).

Bu tez çalışmasında jelatinin ambalajın gıdayla temas eden kısmında ambalaj bileşeni ve doğal kaplama malzemesi olarak kullanımının uygun olup olmayacağı tespit edilmeye çalışılmıştır. Et sanayisinin atık maddelerinden elde edilen jelatin aynı zamanda gıda ve çevreye dost özelliklere sahiptir. Bu sebeple de et sektöründe yeni nesil ambalajlama yöntemleri geliştirmeye ve ambalaj kaynaklı çevresel sorunların çözümüne büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmada jelatine uygulanacak olan ısıtma işleminin jelatinin kaplama materyali olarak kullanılmasına olan

etkisi de belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış jelatin kaplı kağıt ambalaj ile taze sığır kıyması paketlenerek +4°C'de 7 gün boyunca buzdolabı koşullarında saklanmıştır. Soğuk depolama boyunca jelatinin kıymanın fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Piyasada satışı sunulan taze sığır kıymalarında mevcut ambalajlara (parafinli kağıt, streç film, köpük tabak gibi.) alternatif olarak jelatin kaplı kağıt ambalaj ile taze kıymanın kalitatif ve kantitatif özelliklerinin daha iyi korunması ve raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır.

Özet olarak bu çalışmada;

- Jelatin bazlı ambalajın sığır kıyması için uygun bir materyal olup olmadığı incelenmiş,
- Kıymada jelatin kaplı kağıt ambalaj uygulamaları ve potansiyel kullanım yöntemleri araştırılmış,
- Isıl işlem uygulanmış jelatinin kaplama ve ambalajlama özellikleri üzerinde yaptığı değişim incelenmiş,
- Depolama boyunca jelatin kaplı kağıt ambalajın taze kıymanın bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi araştırılmış,
- Piyasada satışı sunulan tüketime hazır taze kıymanın ambalajlanmasında jelatin kaplı kağıt kullanılarak kıymanın raf ömrünü uzatmak için yeni bir yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır,
- Isıl işlemin jelatinin yenilebilir kaplama özellikleri üzerine etkisi belirlenecektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Kıyma ve Bileşimi

Taze et satışa genellikle parça et ve kıyma şeklinde sunulmaktadır. Günlük tüketimde kıymanın kullanımın kolay olması, porsiyonlanabilme özelliği, farklı gıda bileşenleri ile çeşitlendirilip çoğaltılabilmesi gibi özelliklerinden dolayı kıyma ve kıymadan elde edilen et ürünlerinin tüketimi oldukça yüksektir (Kozan, 2012).

Kıyma, sağlıklı kasaplık hayvan (dana, sığır, koyun, keçi) gövde etlerinin mevzuatına uygun yerlerde (kombina veya mezbaha) ve uygun şekilde kesilip ön soğutma işlemi yapıldıktan sonra kemik, fascia, tendon, kıkırdak, lenf yumruları, büyük sinir ve damarlardan, kısmen kabuk ve iç yağlarından arındırıldıktan sonra kıyma makinesine alınarak uygun bir aynadan tek sefer çekilmesiyle elde edilen ve içerisinde hiçbir katkı maddesi olmayan taze et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Kozan, 2012; Arslan, 2002). Kırmızı et ve diğer hayvansal gıdalar bitkisel kaynaklı gıdalara göre daha yüksek bir protein oranına sahiptir. Kırmızı etin genel bileşimi Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi %74-80 su, %16-22 protein, %3-10 yağ, %1 mineral madde ve eser miktarda (%0.02 – 0.05) karbonhidrattan oluşmaktadır (Göktaş, 2022). Et, yüksek biyolojik değere sahip oluşu, doyuruculuğu ve karakteristik tat maddelerini içermesi nedeni ile insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca B grubu vitaminleri ile Zn ve Fe açısından da zengindir. Et, organizma faaliyetlerinde sarf edilen proteinleri %100’e yakın bir oranda karşılayacak kadar yüksek protein miktarına sahiptir. Aynı zamanda sığır eti bütün elzem amino asitleri içerir (Kozan, 2012).

Çizelge 2.1 : Sığır etinin genel bileşimi.

Hayvan türü	Su (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Mineral madde (%)	Karbonhidrat (%)
Sığır	74-80	16-22	3-10	1.00	0.02-0.05

Beslenme açısından önemli bir yere sahip olan et, bileşimi nedeniyle çok çabuk bozulabilen bir gıda türüdür. Uygun hijyenik koşullar, standartlar ve muhafaza yöntemleri sağlanmaz ise kolaylıkla bozulabilir. Riskli etlerin tüketilmesi sonucunda ise gıda zehirlenmeleri kaçınılmaz olmaktadır (Hezer, 2018).

Piyasada et ve et ürünleri kasaplarda ve marketlerin et bölümlerinde satışa sunulmaktadır. Kasaplarda satılan etler tüketicilerin taleplerine göre göz önünde hazırlanırken, marketlerde satılanlar, özel et parçalama bölümlerinde hazırlanarak satış reyonlarında tüketici beğenisine sunulmaktadır (Kozan, 2012). Geleneksel satış yöntemlerine göre kırmızı et genellikle alimünyum tepsiler içerisinde üzerlerine streç film sarılı şekilde satışa sunulur. Bu amaçla polietilen veya aynı özelliklere sahip polivinilklorür gibi şeffaf filmler kullanılabilirken etler strafor tabaklarda porsiyonlanarak üzerleri aynı şekilde plastik filmle kaplanmış halde de satışa sunulabilir. Tabaklı etlerin altına sızan kan ve diğer sıvıları emmesi için pedler kullanılabilir. Sızıntının engellenemediği durumlarda sızan sıvıların reyonlardaki rafları, buzdolaplarını, tezgahları ve alış verişi esnasında temas ettikleri yüzeyleri kontamine ettikleri bildirilmiştir (Bilir Ormancı ve Koluman, 2006).

Et ve et ürünlerinde işleme ve depolama sırasında bozulmaya neden olan üç etken; mikrobiyal değişimler, enzimatik otoliz ve lipid oksidasyonudur. Mikrobiyal yük hayvanların bağırsak ve derisindeki doğal mikrofloralarından kaynaklı olabileceği gibi üretim prosesine bağlı olarak çevresel koşullardan da kaynaklanıyor olabilir (Cervený ve diğeri, 2009). Bu sebeple kıyma gibi taze et ürünlerinin mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel açıdan güvenli ve kaliteli olması için hammadde olarak kullanılacak etin mikrobiyolojik kalitesi, üretim sırasında alınacak hijyenik önlemler, işlenen ürünün ambalajlama şekli ve muhafaza şartları oldukça önemlidir (Kozan, 2012).

Kıyma gerek yapısal nitelikleri gerekse pH ve su aktivitesi (aw) değerleri gibi kimyasal özellikleri ile hazırlama teknolojisi yönünden mikrobiyal bulaşıya en elverişli taze et ürünlerinden biridir. Parça et, kıyma haline getirildiğinde yüzey alanında önemli düzeyde bir artış meydana gelmekte ve hücre öz suyu dışarı çıkmaktadır. Bu nedenle mikroorganizma faaliyetleri için çok elverişli bir gıda olan kıymanın, parça etlere göre de bozulma eğilimi daha yüksektir (Jaberi, 2019). Bozulmaları önlemek ve ötelemek için en etkili yöntem soğukta depolamadır. Ancak soğukta depolama yönteminin yanı sıra ambalajlama metodlarının da geliştirilerek uygulanması gıdaların daha uzun süre

tazeliğini koruması ve muhafaza edilmesinde giderek önem kazanmaktadır (Keçeci, 2018).

Taze et ürünleri içerisinde kıymanın saklama süresi tercih edilen ambalaj materyaline ve ambalajlama tekniğine, depolama sıcaklığına, başlangıçtaki mikroorganizma yüküne ve türüne göre farklılık gösterir. Örneğin oksijen geçişine izin veren bir ambalaj malzemesi ile paketlenmiş kaliteli bir kıymanın 4°C'deki muhafaza süresi 1 gün iken, modifiye atmosfer paketlenmede (%80 O₂+ %20 CO₂) bu süre 2°C'de 3-5 güne kadar çıkabilmektedir. Öte yandan vakum paketlenme yöntemi ile kıymanın raf ömrünü 4°C'de 7-14 güne kadar uzatmak da mümkündür (Jaberi, 2013). Kıymada raf ömrünü etkileyen faktörlere Çizelge 2.2'de yer verilmiştir (Pektaş, 2013).

Çizelge 2.2 : Kıymanın raf ömrünü etkileyen iç ve dış faktörler.

İç Faktörler	Dış Faktörler
Hayvanın türü Hayvanın yaşı Beslenme özellikleri Başlangıç mikroflorası Atmosfer bileşimi Hijyenik şartlar Kimyasal özellikler Proses koşulları	Sıcaklık Paketleme (ambalaj materyali, gazlar gibi)

2.2 Jelatin

Jelatin, yenilebilir film ve kaplamalarda sıklıkla kullanılan bir kaplama malzemesidir. İyi bir oksijen bariyeri olmasına rağmen su buharı geçirgenliği iyi değildir (Özay, 2019). Jelatin, kolajende bulunan ve molekül ağırlığı yüksek suda çözünebilir özelliğe sahip proteinlerin homojen olmayan bir karışımıdır (Tüğen, 2018). Jelatine taşıdığı birçok fonksiyonel özelliğinden dolayı çok amaçlı gıda katkı maddesi olarak ürün reçetelerinde yer verilmektedir. Jelatinin gıda endüstrisinde başlıca kullanıldığı alanlar; tatlılarda jel yapı oluşumu (tekstür, şeffaflık, berraklık), et ve sosis/salamalarda emülsiyon oluşumu (hücre öz suyu ve sızıntıları önlemek) ile süt ürünlerinde kremli homojen yapı ve tekstürün sağlanmasıdır. Bunlara ek olarak şarap, bira ve meyve sularının durultulmasında kullanıldığı da bilinmektedir. Jelatin, jel ve köpük oluşturma

özelliği, stabilize etme özelliği, emülsüyon oluşturma özelliği ve kontrollü şeker kristalizasyonu gibi farklı birçok işleve sahip olduğundan şekerleme sanayisinde de çok fazla kullanılmaktadır (Kılınç, 2017). Jelatinin hızlı ve güçlü şekil alma yeteneği, saydam jel oluşturma kabiliyeti, sindiriminin kolay olması, esnek film haline gelmesi ve sıcak suda çözünebilmesi gıda işlemede, kozmetik ve ilaç sanayisinde, fotoğrafçılıkta ve kağıt ürünleri üretiminde kullanılan önemli bir malzeme olmasını sağlamıştır.

Et ve et ürünleri ile yapılan çalışmalarda kaplama materyali olarak jelatin kullanıldığı zaman et renginin büyük oranda korunduğu tespit edilmiştir (Özay, 2019). Ayrıca kaplanan ürünlere nem kaybının azalması da jelatinin sağladığı bir başka önemli fonksiyonudur. (Dikel, 2012). Kaplamanın jelatinle yapıldığı bazı et ve et ürünleri ile ilgili araştırmalarda depolama süresi sonunda jelatinin ürünlere nem kaybını en az düzeye indirdiği vurgulanmıştır (Özay, 2019). Yapılan çalışmalara göre taze et için, sığır jelatini ile kaplama raf ömrünü uzatabilir. Sığır etinin duyu analizinde renk bozulmasının azaldığı ve lezzetin jelatin kaplamadan etkilenmediği rapor edilmiştir (İçöz ve Eker, 2016). İncelenen literatür çalışmalarından çıkan sonuca göre jelatinin gıda uygulamalarındaki avantaj ve dezavantajları şu şekilde maddelenebilir (Karim ve Bhat, 2008):

Avantajları;

- Birçok fonksiyonel özelliğe sahip oluşu (stabilizatör, emülgatör, doku, yüzey aktivite),
- Ağızda kolayca erimesi ve baskın tat, dolgun lezzet, esneklik, parlaklık ve eşsiz dokuya sahip olması,
- Proses aşamasının kolay olması,
- Protein ile zenginleştirilebilme,
- Bazı romatizmal rahatsızlıklarda koruyucu işlevi (osteoporoz ve osteoartrit).

Dezavantajları ise;

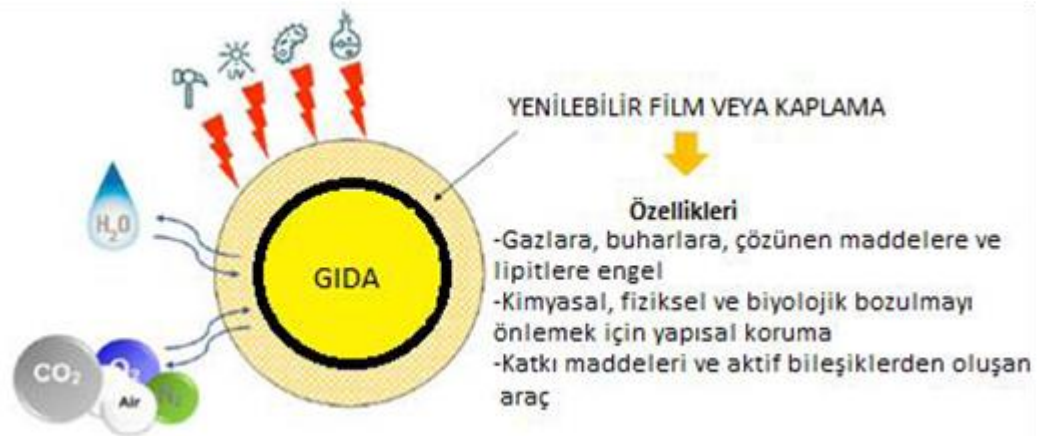
- Değişken ısılarda stabilitesini koruyamaması
- Düşük sıcaklıklarda jelleşmesi,
- Yüksek sıcaklıklarda erimesi,

- Hayvandan elde edilmesi (vejeteryanlar için),
- Elde edildiği kaynağa göre dinsel ayrımlar.

2.3 Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Gıda ambalajı; en temel şekliyle gıdayı dış etkenlerden koruyan, gıdanın son tüketiciye ulaştırılmasını, tüketimini ve pazarlanmasını kolaylaştıran, genellikle cam, kâğıt, plastik ve metal gibi özel malzemelerden üretilen kap, kılıf ya da sargılar olarak tanımlanabilir. Gıda güvenliği ve kalitesi üretim aşamasının yanı sıra, ambalajlama ve depolama aşamalarına da bağlıdır. Depolama ve nakliye şartlarına uygun olacak şekilde nihai ürünün doğru ambalaj malzemesi ile uygun şekilde paketlenmesi, kalite özelliklerini muhafaza etmekte ve dolayısıyla raf ömrünü uzatmaktadır (Çelik ve Tümer, 2016). Öyle ki gıdanın paketlenmesinin amacı; kalite özelliklerini stabil tutmak ve üretim aşamasından tüketim gerçekleşinceye kadar geçen sürede gıda güvenliğini korumaktır (Hecker, 2012).

Tüketicilerin çevre bilincinin de gelişmesiyle, gıda ambalajlamada genellikle sentetik bazlı materyaller kullanılırken son yıllarda biyobozunur ve yenilebilir film ve kaplamaların bu amaçla kullanımı yaygınlaşmıştır (Gennadios ve Weller, 1991). Bu nedenle gıdaların raf ömrünü uzatmada, petrol kökenli sentetik polimerlerin yerine çevre dostu biyopolimer kökenli yeni ambalaj malzemelerine gün geçtikçe artan yoğun bir ilgi vardır (Öz ve Süfer, 2012; Chaichi, 2017).



Şekil 2.1 : Gıdaların paketlenmesinde yenilebilir filmler ve kaplamaların etkisi (Valdes ve diğerleri, 2017).

Yenilebilir filmler, gıdalardan ayrı olarak hazırlanan ve daha sonra gıdaların ambalajlanmasında kullanılan materyallerdir. Yenilebilir kaplamalar ise doğrudan gıda üzerine uygulanan ince tabakalı yenilebilir materyallerdir (Coşkun Topuz ve Boran 2018). Gıdaların paketlenmesinde yenilebilir film ve kaplamaların önemli işlevleri bulunmaktadır (Şekil 2.2). Yenilebilir film ve kaplamaların sahip olduğu fiziksel, mekanik ve duyusal özellikleri gıdaların ambalajlanmasında kullanım etkinliğini belirlemektedir. Filmin ve kaplamanın mekanik özelliklerini çekme mukavemeti, yüzde uzaması ve kalınlığı oluştururken; nem, oksijen ve karbondioksit geçirgenliği de filmin fiziksel özelliklerini oluşturmaktadır (Doğangün Bahtimur, 2018).

Yenilebilir kaplama ve filmlerde; hammadde kaynağı olarak polisakkarit, protein ve lipitler tek başına veya birlikte kullanılabilir (Doğangün Bahtimur, 2018) (Çizelge 2.3). Bu üç ana hammaddenin kimyasal yapıları büyük oranda farklılık gösterdiği için film özellikleri de birbirinden farklı olmaktadır. Kompozit filmler, farklı avantaj ve dezavantajları olan bu bileşenlerin birkaçının bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu sayede gaz, nem ve buhar geçirgenlik özellikleri geliştirilmektedir (Delikanlı ve Özcan, 2014). Genel olarak, polisakkaritlerden oksijen ve diğer gazların geçişini kontrol etmek, lipitlerden su transferini azaltmak, proteinlerden ise filmlere mekanik dayanıklılık kazandırmak amacıyla yararlanılmaktadır. Bu üç temel ögeye ek olarak yenilebilir film ve kaplamalarda plastikleştirici, emülsifiye edici, çözücü, antioksidan ve antimikrobiyal ajanlardan da faydalanılmaktadır (Tural ve diğerleri, 2017).

Çizelge 2.3 : Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan hammadde kaynakları.

Polisakkaritler	Lipidler	Proteinler
Nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç ve diğer türevleri)	Vakslar	Hayvansal proteinler (kazein, peynir altı suyu, kollajen, jelatin)
Selüloz (pamuk ve diğer türevleri)	Hayvansal yağlar	Bitkisel proteinler (zein, soya, gluten vb.)
Gumlar (guar, aljinatlar, karragenan, pektinler ve diğer türevleri)	Bitkisel yağlar	
Kitin/Kitosan		

Yenilebilir film ve kaplama uygulamaları, gıda ürünlerinin kalite özelliklerini geliştirme, raf ömrünü uzatma; oksijen, karbondioksit ve aroma bileşenleri için seçici bariyer oluşturabilme potansiyeline sahiptirler. Doğru şekilde hazırlanıp uygulandıkları takdirde fonksiyonel bir ambalaj malzemesinin sahip olabileceği tüm fonksiyonları yerine getirebilirler (Tokatlı ve Demirdöven, 2015).

Yenilebilir kaplamaların kullanımı üzerine yapılan çalışmalar özellikle, düşük sıcaklıklarda depolanan ve taze olarak tüketime sunulan et, tavuk, balık ve su ürünleri ile tüketime hazır gıdalarda raf ömrünü uzatmak ve ürünün kalite özelliklerini geliştirmek amacıyla uygulanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların işlevleri, çoğunlukla onların geçirgenlik özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Yenilebilir film ve kaplamaların ambalaj materyali olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Oğuzhan Yıldız ve Yangılar, 2016; İçöz, 2017):

- Mikrobiyolojik bozulmaları, uzun süreli depolanan ürünlerde önlemeli veya azaltmalı,
- Nem kayıplarını ve esmerleşme reaksiyonlarını azaltmalı,
- Biyolojik olarak bozunabilir özellikte olmalı (bakteriler ile ayrışabilmeli),
- Gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin işlevsel özelliklerini destekleyici ve koruyucu nitelikte olmalı,
- Yapısal bütünlük sağlamalı ve mekanik işlemeyi geliştirmeli,
- Yavaş, fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli,
- Yenilebilir olmalı,
- İyi görünüşlü olmalı,
- Ekonomik ve toksikolojik açıdan güvenli olmalıdır.

2.3.1 Yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımı

Hayvansal gıdalar içinde kaslı gıdalar insan sağlığı açısından çok önemli bir grubu oluşturmaktadır. İçerdiği yüksek biyolojik değeri ile diyetle başlıca protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kaslı gıdalar karakteristik lezzet özelliklerinin dışında, insan

beslenmesinde önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri, yağ asitlerini ve özellikle esansiyel aminoasitleri yeterli düzeyde yapısında bulundurması sebebiyle vazgeçilmez besin öğeleridir. Fakat uygun olmayan depolama şartlarında, içerdikleri yüksek su aktivitesi ve pH değeri nedeniyle fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak birtakım değişikliklere uğrayarak hızlıca bozulma gösterebilmektedirler (Tural ve diğerleri, 2017).

Et ve et ürünlerinde renk, oksidasyon reaksiyonları ve mikrobiyal yük önemli kalite parametrelerinin başında gelmektedir. Özellikle lipid oksidasyonu et ve et ürünlerinin raf ömrü süresini sınırlandırmada çok önemli bir etkiye sahiptir. Elzem aminoasitlerin ve vitaminlerin kaybına, tat, koku, renk ve tekstürde arzu edilmeyen değişikliklere lipid oksidasyonu sebep olmaktadır. Gerçekleşen tüm bu değişiklikler de ürünün bozulmasına, kalite kayıplarına ve ekonomik zarara yol açmaktadır (Tural ve diğerleri, 2017). Bu noktada yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerinde kullanımının yağın serbest oksijen ile reaksiyona girmesini engellediği, kısaca lipid oksidasyonuna izin vermeyerek ransiditeyi önlediği ve tazeliğin korunmasını sağladığı bildirilmiştir (Krochta, 1997).

Yenilebilir film ve kaplamalar taze ve dondurulmuş etlerde depolama sırasında acılaşmaya neden olan lipid oksidasyon ve kahverengileşmeye neden myoglobinin oksidasyon hızının yavaşlatılmasında fayda sağlamaktadır. Perakende satışlarda tabaklanan ve tepsilerde satışa sunulan taze etlerden sızan su miktarının azaltılması, aroma kaybı ile istenmeyen koku oluşumunun sınırlandırılması, bu ürünlerde özellikle yüzeyde bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizma yükünün azaltılması yine yenilebilir film ve kaplamaların faydalarındandır. Ayrıca film ve kaplama seçiminin yanında bunlara bileşen olarak ilave edilen farklı aktif ajanların seçiminde ve kullanım aşamalarında yenilebilir olmaları, kullanım oranları ve insan sağlığının güvenliği gibi konulara dikkat edilmelidir (İçöz, 2017).

Bahsi geçen tüm bu kalite özelliklerinin korunması açısından ambalajlama yöntemi oldukça önemli bir faktördür. Et ve et ürünlerinde görülen su kaybına bağlı büzülmeyi, oksidatif acılaşmayı, istenmeyen renk oluşumunu ve mikrobiyal kontaminasyonu engellemek amacıyla yenilebilir film ve kaplamalar kullanılmaktadır. Genellemek gerekirse, yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların kalite özelliklerini iyileştirerek ve raf ömürlerini uzatarak fonksiyon göstermektedirler (Tural ve diğerleri, 2017).

Bununla birlikte et ve et ürünlerinin ambalajlanmasında yenilebilir film ve kaplama kullanımının bazı avantaj ve dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Taze veya donuk etlerde depolama süresince meydana gelen su kaybını sınırlandırmak,
- Lipit oksidasyonunun neden olduğu ransiditeyi azaltmak,
- Miyogloblin oksidasyonu ile ortaya çıkan kahverengi renk oluşumunu yavaşlatmak,
- Plastik tabakla satışı yapılan taze kırmızı et veya beyaz etin bünyesinde bulunan suyu hapsedmek,
- Yabancı ve istenmeyen kokuları önlemek ve uçucu aroma kaybını azaltmak
- Bozucu ve hastalık yapıcı mikroorganizmaların etin yüzeyinden girişini engellemek (Budak Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

Dezavantajları ise;

- Uygulamanın yüksek maliyetli olması,
- Uygulanabilecek malzeme sayısının az olması,
- Henüz çok yaygın olmayan bir uygulama olduğu için çoğu tüketici tarafından bilinmiyor olması,
- Gıda ile birlikte tüketilebildiği için gıdaların depolanmasında çoğu zaman ekstra bir ambalaj malzemesine daha gerek duyulması şeklinde özetlenebilir (Doğangün Bahtimur, 2018).

Yenilebilir film ve kaplamaların et ve et ürünlerindeki fonksiyonları şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Taze veya donuk etlerin depolama boyunca nem kaybetmeleri bazı kalite özelliklerinin (tekstür, renk ve aroma) olumsuz etkilenmesine neden olurken ayrıca satış ağırlığından da fire verilmesine yol açmaktadır. Bu sebeple nem tutma özelliği yüksek olan yenilebilir ambalajlar et ve et ürünlerinde muhafaza boyunca ortaya çıkan nem kaybını önlemek için kullanılabilir,
- ✓ Taze et veya kanatlı etlerin köpük tabaklarda satışında, ürünün bünyesinde bulunan su, damlayarak tabağın alt kısmında, emici pedler bulursa dahi birikebilmekte ve tüketiciler tarafından arzu edilmeyen bir görüntü ortaya

çıkılmaktadır. Yenilebilir ambalajlar ise bu suyu bünyede hapsederek sızıntıyı önleyebilir, ürünün pazarlanabilme kabiliyetini iyileştirir ve köpük tabakların altına su emicilerin konulmasını gerektirmeyebilir,

- ✓ Düşük oksijen geçirgenliğine sahip yenilebilir ambalaj materyali kullanılarak depolanan etlerde, miyogloblin oksidasyonuna bağlı oluşan kahverengileşmenin ve lipit oksidasyonuna bağlı oluşan acılaştırmanın hızı azaltılabilir,
- ✓ Yenilebilir film ve kaplamalar ile uçucu aroma kaybı ve yabancı koku kontaminasyonu ortadan kaldırılabilir,
- ✓ Et ve et ürünlerinin hem oksidasyon açısından ve hem de mikrobiyal açıdan stabil kalması, yenilebilir ambalajların antimikrobiyal ve antioksidan maddeleri taşıyıcı ajan olarak kullanılmasıyla sağlanabilir,
- ✓ Et ve et ürünlerine uygulanan yenilebilir kaplamalar, kızartma işlemi sırasında yağ emilimini azaltarak son ürünün besleyici değerinde bir iyileşme meydana getirebilir (Tural ve diğerleri, 2017).

2.3.2 Yenilebilir film ve kaplama çalışmaları

Yenilebilir film ve kaplamaların oksidatif reaksiyonlara ve fiziksel strese karşı bariyer görevi yapmaları ve antioksidan/antimikrobiyal maddeleri taşıyıcı ajan özelliği göstermelerinden dolayı kırmızı et ve ürünlerinde kullanımları son yıllarda ilgi görmektedir.

Battisti ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada sığır etinde ambalaj malzemesi olarak kullandıkları jelatin kaplı kağıdın antimikrobiyal ve antioksidan etkilerini araştırmışlardır. Depolama süresi boyunca aktif kağıtla kaplanmış sığır etlerinin lipit oksidasyonuna karşı daha stabil olduğu gözlemlenirken, mikrobiyal popülasyonun da kontrol örneklerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca aktif olarak kaplanmış kağıtla paketlenen sığır etinin, kaplanmamış kontrol kağıdı ile paketlenmiş sığır etine kıyasla önemli ölçüde arzu edilen kırmızı renge ve daha düşük pH değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Yaşar ve diğerleri (2022) tarafından son yapılan bir araştırmada ise *Origanum majorana* L. esansiyel yağı içeren nişasta ile kaplanmış aktif ambalaj kağıdının taze

sığır kıyması üzerine antimikrobiyal ve antioksidan etkisi test edilmiştir. Buzdolabı koşullarında gerçekleştirilen depolamanın 6. ve 12. günlerinde kontrol grubu örnekleri tüketime uygun değilken, *Origanum majorana* L. esansiyel yağı et rengi ve kokusu üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan, soğuk muhafazanın 6. gününe kadar kıymanın raf ömrünü uzatmıştır.

Yapılan bir başka çalışmada, Herring ve diğerleri (2010) domuz etlerini, domuzdan elde edilmiş %10 ve %20 oranındaki jelatin çözeltisi ile kaplayarak 4°C'de depolamışlardır. Depolama boyunca kalite parametrelerini inceledikleri çalışmalarında konsantrasyonları farklı çözeltiler (%10 ve %20) çözeltiler içinde önemli bulunan bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. Ancak jelatin kaplama uygulanan grupların protein karbonil, metmiyogloblin, TBA ve renk farkı bakımından kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Gerçekleştirilen literatür taramalarında yenilebilir film ve kaplamaların antioksidan ve antimikrobiyal maddeler için taşıyıcı ajan olarak kullanıldığı birçok çalışma ile karşılaşılmıştır. Acosta ve diğerleri (2016), üç çeşit bitkisel yağ (karanfil, kekik ve tarçın kabuğu) içeren jelatin esaslı filmlerin fiziksel (mekanik, optik ve bariyer) özellikleri üzerine çalışmışlardır. Ulaşmış oldukları verilere göre, filmlerdeki esansiyel yağ konsantrasyonu artış gösterdikçe ışık geçirgenliklerinin azaldığını, bariyer özelliklerinin ise geliştiğini ifade etmişlerdir.

Bir başka çalışmada ise jelatin bazlı filmlere farklı oranlarda yeşil çay tozu (%1 ve %20) eklenerek filmlerin antioksidan kapasitesi ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Eklenen yeşil çay tozunun filmlere kazandırdığı fiziksel özellikler ile gıdaların stabilitesi üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre filmlere dahil edilen yeşil çay tozunun, antioksidan aktiviteyi arttırdığını ve lipit oksidasyonunu geciktirdiğini bildirmişlerdir (Tammineni ve diğerleri, 2012).

Gomez-Estaca ve diğerleri (2010) çalışmalarında kaynakları değişik jelatinler (sığır ve balık derisi) kullanarak, farklı oranlarda kekik (6,25-25 ml) ya da biberiye (12,5-100 ml) yağı içeren yenilebilir filmler üzerinde çalışmışlardır. Esansiyel yağ ilave edilmiş jelatin esaslı filmlerin, fiziksel ve mekanik özelliklerinde ortaya çıkan farklılıkları gözlemlemişlerdir. Balıkların derisini kullanarak elde ettikleri jelatin esaslı yenilebilir filmlerin suda çözünürlük oranının daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Diğer yandan hangi jelatin kaynağından elde edildiğine bakılmaksızın filmlerdeki kekik yağı

veya biberiye yağının oransal artışına bağlı olarak ışık geçirgenliği değerinin arttığını tespit etmişlerdir.

Crizel ve diğerleri (2016), dünyada biyobozunur jelatin esaslı ambalaj materyali kullanımının giderek arttığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, plastik bazlı ambalaj malzemelerinin çevreye olan zararlarını azaltmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında, gıda endüstrisi atık maddelerinden jelatin kapsülleri ve yaban mersini suyu işleme atığından yararlanarak, biyobozunur ve antioksidan özellik gösteren jelatin esaslı filmler hazırlamışlardır. Kontrol grubu filmler ile yaban mersini suyu işleme atığından elde edilen jelatin esaslı film örneklerinin mekanik ve bariyer özelliklerini kıyasladıklarında UV ışık bariyer özelliği değerinin geliştiğini saptamışlardır. Aynı zamanda 28 gün boyunca yaban mersini suyu işleme atığından elde edilen jelatin esaslı filmlerin antioksidan aktivitesini izlemişlerdir. İşleme atıklarından elde edilen film örneklerinin çevreye dost ve gıdaları korumak için uygun olduğunu rapor etmişlerdir.

Bir diğer yayında jelatinin gıda sanayisinde büyük öneme sahip olduğunu ifade eden Czerner ve diğerleri (2016), işlenmiş et ürünleri, peynir ve yoğurt, jelatin içeren tatlılar, şekerleme ve deniz ürünlerinde jel yapısı oluşumunun jelatinin önemli bir fonksiyonu olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, değişken konsantrasyonlarda jelatin (domuz ve sığır) ile oranları farklı olacak şekilde gliserol kullanmışlardır. Kaynakları ayrı jelatin kullanımının ve farklı oranlarda jelatine eklenen gliserolün, elde edilen filmlerin mekanik özellikleri bakımından önem teşkil ettiğini belirtmişlerdir.

Li ve diğerleri (2014), gıda ambalaj malzemesi olarak kullanacakları jelatin temelli filmlerine, sentetik olmayan antioksidanlar (zencefil ekstraktı, yeşil çay ekstraktı, üzüm çekirdeği özütü ve ginkgo yaprağı ekstraktı) eklemişlerdir. Doğal antioksidanların jelatin bazlı filmler üzerinde oluşturduğu mekanik etkilerini, fiziksel özelliklerini ve antioksidan etkilerini gözlemlemişlerdir. Doğal antioksidan ilave edilen jelatin filmlerin yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu ve böylelikle gıda ürünlerini koruyabilecek özellikte iyi bir ambalaj malzemesi olduğunu saptamışlardır.

Gallego ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada antioksidan özellik gösteren ambalaj malzemelerinin, plastik atık miktarının azaltılmasında, gıdalarda kullanılan sentetik bazlı katkı maddelerinin azaltılmasında ve gıdaların oksidasyona karşı korunmasında

olduğu gibi birçok konuda sayısız avantajlarının olduğunu belirtmişlerdir. Geliştirilmiş ve iyileştirilmiş ambalaj kaynaklarının gıdaların raf ömrünü uzattığını ifade etmişlerdir. *Caesalpinia spinosa* “Tara” (CS) ve *Caesalpinia decapetala* (CD) bitkilerinin ekstraktlarının değişen orandaki konsantrasyonları doğal antioksidan işlevi görmesi için jelatin filmlere eklenmiştir. Elde edilen filmlerde fiziksel, mekanik ve antioksidan özellikleri gözlemlemişlerdir. Bu bitkilerden sağlanan antioksidanların kullanıldığı ambalaj malzemelerinin taze ve dondurulmuş gıdalar ile hazır et ürünlerinde nem kaybını azaltarak, renk bozulmalarını ve oksidasyon reaksiyonlarını (lipid) engellediğini, depolama süresince sığır köftesinin kalitesinin bozulmasını geciktirdiğini vurgulamışlardır. Sonuç olarak bitki ekstraktları ilave edilmiş jelatin filmlerin biyobozunur ve gıdalarda ambalaj materyali olarak kullanılabilirlik bakımından yüksek bir potansiyele sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Farklı bir çalışmada ise kağıdın özelliklerini iyileştirmek için kağıda antimikrobiyal koruma, düşük yanıcılık ve iyi basılabilirlik kombinasyonunu kazandırmak istenmiştir. Kağıda düşük yanıcılık kazandırmak amacıyla baryum borat sentezlenmiştir. Biberiye yağı ve baryum boratın farklı kombinasyonları değişen miktarlarda bağlayıcı nişasta ile karıştırılmış ve formülasyonlar hazırlanmıştır. Bu karışımlarla 80 g/m² kağıt, laboratuvar tipi bir kağıt kaplama makinesi kullanılarak kaplanmıştır. Sonuç olarak baryum borat ve biberiye yağı formülasyonları içeren kaplamalar kağıtlara antimikrobiyal ve düşük yanıcılık özellikleri kazandırmayı başarıırken, aynı zamanda kağıt yüzeyinin basılabilirlik özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamıştır (lk ve diğerleri, 2022).

Konuyla ilgili yapılan kaynak taramalarından da yola çıkılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- ✓ Yenilebilir ve biyolojik olarak parçalanabilen doğal maddelerden ambalaj materyali olarak geliştirilen jelatin kaplı kağıdın sığır kıymasının raf ömrü üzerine etkisini tespit etmek,
- ✓ Jelatinin ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış iki farklı varyasyonunun denenerek hangi formülün ambalaj malzemesi olarak sığır kıyması için daha uygun olduğunu belirlemek,

- ✓ Et sanayisinin atık maddelerinden elde edilen jelatinin ticari ambalaj üretim sürecine dahil edilerek, ambalajın gıdayla temas eden kısmında doğal kaplama malzemesi olarak kullanılmasıyla sıfır atık konusuna yeni bir fayda sağlamak,
- ✓ Bozulmaya bağlı ürün kayıplarının önüne geçerek ekonomik zararı da azaltması beklenen jelatinin aynı zamanda endüstride geleneksel petrol bazlı ambalajlara alternatif olarak çevre dostu ambalaj malzemelerinin kullanımını arttırmasını sağlamak,
- ✓ Jelatine uygulanan ısıl işlemin jelatinin kaplama özellikleri üzerine olan etkilerini araştırmak.



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Et

Çalışmada ana materyal olarak kullanılan et numunesi Karaman piyasasından temin edilmiştir. Yaklaşık 1,5 yaşında Simental türü sığır karkasının az yağlı kaburga etleri alınmıştır. 4°C’de muhafaza edildikten sonra, denemenin kurulacağı gün ÇINAR ET işletmesinde OMT marka EKM 108/32 model 6 mm elek çapına sahip kıyma makinesinde kıyılmıştır. Kıyma işleminden sonra kıyılmış et çalışmanın gerçekleştirileceği Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne buz aküsü ile muhafaza edilerek soğuk zincir kırılmadan ulaştırılmıştır. Kıyılmış et homojenizasyonun sağlanması amacıyla steril çelik küvetler içinde birkaç dakika boyunca elle karıştırılmıştır. Numuneler kaplama uygulaması yapılana kadar kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir.

3.1.2 Jelatin

Çalışmada saf sığır jelatini (Merck) kullanılmıştır. Kullanılan jelatinin özellikleri aşağıda verildiği gibidir:

- % 85-90 Protein
- %10-12 Su,
- % 2-3 Mineral madde
- 350-400 kcal/100 g jelatin
- 250-260 bloom (Gökmen, 2021).

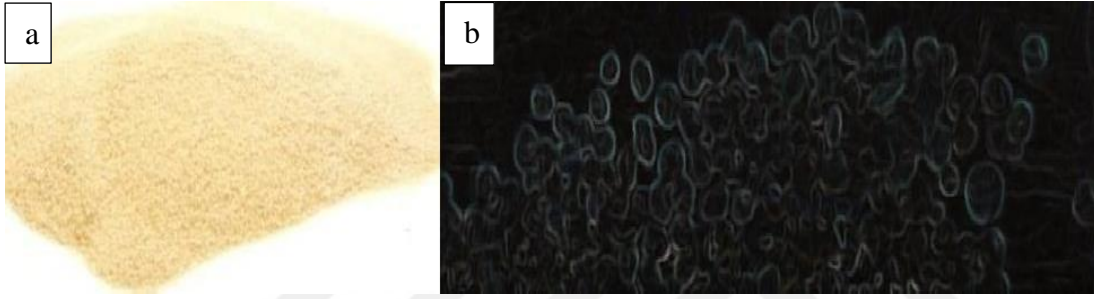
3.1.3 Kağıt

Çalışmada baz kağıt olarak 20 x 25 cm boyutlarında parşömen kağıdı kullanılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Jelatinde ısıtım işlem uygulaması

Ön denemeler sonucunda 100 g jelatin, %60 kıvıltötesine ve %40 mikrodalga güce sahip bir mikrodalga fırına yerleştirilmiştir. Jelatin toplam 15 gün ısıtım işleme tabi tutulmuştur. Mikrodalga her gün 5 dakikalık aralıklarla 1 dakika süreyle toplam 10 dakika çalıştırılmıştır. Her çalışmanın sonunda numuneler mikrodalgada kaşıkla karıştırılarak soğutulmuştur. 15 gün sonra jelatin büyük kristal yapıya dönüşmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Saf jelatin (a), işlenmiş kristal jelatin (b).

3.2.2 Kaplama solüsyonunun hazırlanması ve yüzey uygulaması

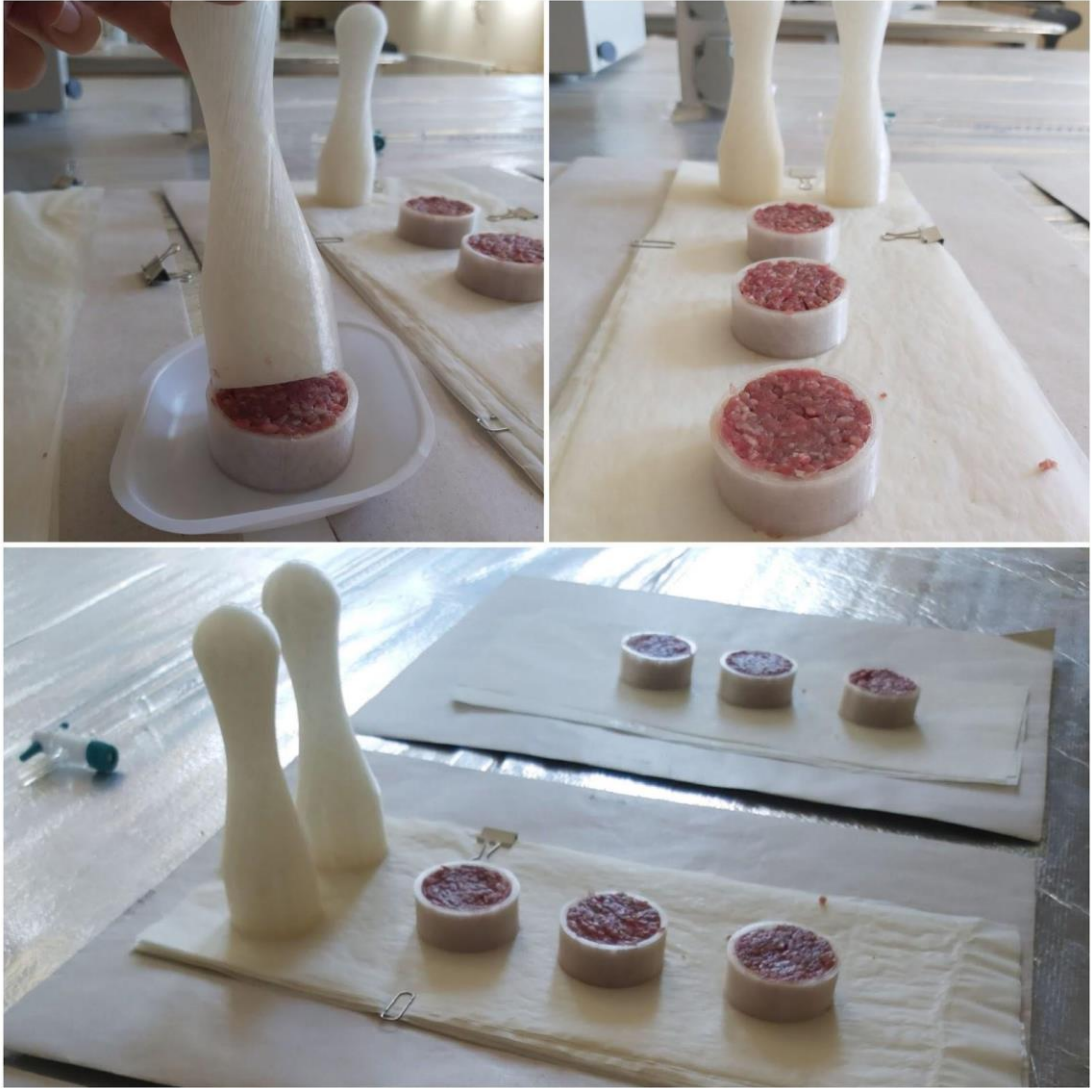
Kağıt örnekleri homojen bir kaplama elde etmek için '0' boyutunda bir çubuk kullanılarak 5 g/m² miktarda emülsiyon ile boyutlandırılmıştır. 60°C sıcaklıktaki çözeltiler bir kağıt kaplama aplikatörü (K202, RK Print Coat Instruments) kullanılarak 3 cm/sn hızla kağıt yüzeyine uygulanmıştır. Daha sonra 30 °C'de 5 saat kurutulmuştur. Tüm kaplanmış kağıtlar paketleme yapılana kadar sabit sıcaklık ve nemde (23°C ve %50 bağıl nem) saklanmıştır.

Çizelge 3.1 : Örneklerde kullanılan kodlamalar.

Kağıt türü	Kodlar	Ürün
Kontrol kağıdı	KK	Sığır kıyması
Jelatin ile kaplama yapılmış kağıt	KJ	Sığır kıyması
Isıtım işlem uygulanmış jelatin ile kaplama yapılmış kağıt	KIJ	Sığır kıyması

3.2.3 Kıymanın ambalaj kağıdı ile paketlenmesi

Paketlenecek olan her kıyma örneği çapı 30 mm ve yüksekliği 30 mm olan, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nde özel olarak tasarlanmış ve 3 boyutlu profesyonel yazıcı (ZAXE X3) ile üretilmiş bir aparat kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Özel aparat ile hazırlanan kıyma örnekleri.

Yaklaşık olarak her biri 30 gr olacak şekilde 3 adet kontrol kağıdı, 3 adet jelatin kaplı kağıt, 3 adet ısıl işlem uygulanmış jelatin kaplı kağıt olacak şekilde toplamda 9 adet kağıt ambalaj ile sığır kıymaları paketlenmiştir (Şekil 3.3). Et örnekleri kodlama

yapıldıktan sonra (Çizelge 3.1) aseptik olarak temizlenmiş buzdolabında piyasa koşullarındaki gibi 4°C' de 7 gün süreyle saklanmıştır. 0., 3., 5. ve 7. günlerde tekrarlanan analizler her depolama periyodunda, numune başına 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3: Kağıt örnekleri ile paketlenmiş kıymalar.

3.2.4 pH analizi

Örneklerde ilk günden başlayarak depolama süresi boyunca gerçekleşen pH değişimlerini tespit etmek amacıyla dijital bir pH metre cihazı (WTW 3110) kullanılmıştır. Her ölçümden önce pH metre probunun 4.00 ve 7.00'lık tampon çözeltiler ile kalibrasyonu sağlanmıştır. 10 g kıyma örneği distile su ile 1/10 oranında homojenize edilerek ölçümler yapılmıştır.

3.2.5 Tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının belirlenmesi

Gıdalarda bulunan yağlar ile havanın serbest oksijeni arasında gerçekleşen otooksidasyon sonucu ortaya çıkan malonaldehitin destilasyon yöntemiyle ayrılarak, spektrofotometrik olarak belirlenmesi prensibine dayanan yöntem kullanılmıştır. 10 g kıyma örneği 50 ml saf su ile 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Karışım daha sonra Kjeldahl balonlarına aktarılarak üzerine 47.5 ml daha saf su eklenmiştir. Ortam asitliğinin artırılması için 2,5 ml 4 N HCl (Merck, Almanya) eklenmiş ve toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Köpürmeyi önlemek için sıvı parafin kullanılmış ve balonlar destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Buharlı damıtma işlemine yaklaşık olarak 50 ml destilat toplanana kadar devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınıp üzerine 5 ml TBA reaktifi (Merck, Almanya) eklenmiştir. Spektrofotometrik okumada gerekli kör deneme için ise 5 ml saf suya 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Tüpler iyi bir şekilde çalkalandıktan sonra kaynar su banyosunda 35 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çıkarılan tüpler 10 dakika soğuk su içinde soğutulmuş ve bir UV-VIS Spektrofotometre (SHIMADZU UV-1800)'de 538 nm dalga boyunda Şahit (kör) denemeye karşı absorbans değerleri okunmuştur (AOAC, 2000).

Hesaplama aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{TBA (mg malonaldehit/kg örnek)} = 7.8 * A$$

$$A = 538 \text{ nm dalga boyundaki absorbans}$$

3.2.6 Nem analizi

Numunelerin kuru maddesi (KM), otomatik nem tayin cihazı (PRECİSA XM 50, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.7 Renk analizi

Depolanan örneklerdeki renk özellikleri renk ölçüm cihazı (Color Flex 45/0 HunterLab) ile belirlenmiştir. Ölçümler öncesi kalibrasyon için cihazın kendi standardı kullanılmıştır. CIE sistemi olarak bilinen sistemde L* açıklık koordinatını (L*=100, siyah, L*=0 beyaz), a* kırmızı/yeşil koordinatını (+a* kırmızı, -a* yeşil) ve b* ise sarı/mavi koordinatını (+b* sarı, -b* mavi) ifade etmektedir (Bilecen Şen, 2020).

3.2.8 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

Film kaplamaların morfolojik karakterizasyonu 5 kV'da çalışan bir (HITACHI SU5000) taramalı elektron mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde yaklaşık 1 cm² boyutundaki kağıt numunelerinin yüzeyleri kaplama cihazında (Polaron SC7620, Quorem Technologies, UK) nano boyutlarda altın ile kaplanmıştır.

3.2.9 Mikrobiyolojik analizler

3.2.9.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı (TMAB)

Kıyma örneklerinde homojenizasyon işlemi için 1/10 oranında izotonik çözeltiler kullanılmıştır. Örnekler seyreltikten sonra 0,1 ml alınarak dökme plaklara eşit şekilde yayılmıştır. Besiyeri olarak PCA (Plate Count Agar) (Merck, Almanya) kullanılarak dökme plak yöntemi ile ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. 35°C'de 48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra plaklarda oluşan koloniler sayılmıştır. Sonuçlar CFU kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Kaşar, 2021; Gökmen ve diğerleri, 2019:103).

3.2.9.2 Toplam maya ve küf sayımı

Kıyma örneklerinde homojenizasyon işlemi için 1/10 oranında izotonik çözeltiler kullanılmıştır. Örnekler seyreltikten sonra 0,1 ml alınarak dökme plaklara eşit şekilde yayılmıştır. Besiyeri olarak PDA (Patato Dextrose Agar) (Merck, Almanya) kullanılarak uygun dilüsyonları hazırlanmıştır. Dökme plak yöntemi ile ekim yapıldıktan sonra aerobik koşullarda 25°C'de 5 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra plaklarda oluşan koloniler sayılmıştır. Sonuçlar CFU kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Kaşar, 2021; Gökmen ve diğerleri, 2019:103).

3.2.10 Duyusal analiz

Duyusal değerlendirme, Merit Gıda Süt Ürünleri firmasının personellerinden oluşan 10 kişilik (5 kadın ve 5 erkek) bir grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Taze sığır kıymalarını değerlendirmede parametre olarak koku, renk ve genel tüketilebilirlik gibi kalite parametreleri değerlendirmeye alınmıştır. Kıyma örnekleri, buzdolabından çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığında (25°C) ambalajsız olarak 5 dakika kadar bekletilip duyusal analize alınmıştır. Her depolama periyodunda (0, 3 ve 7. gün), kontrol ve jelatin kaplı ambalaj grubu numuneleri her kişiye farklı zaman aralıklarında rastgele

verilmiştir. Değerlendirmek için 1.0 ile 5.0 arası ve 0 ile 5.0 arası derecelendirme sistemi kullanılmıştır. Renk (parlak kırmızı;5, pembemsi kırmızı;4, kırmızımsı kahverengi; 3, pembe; 2, soluk pembe;1), koku (çok hoş; 5, hoş; 4, kabul edilebilir;3, nahoş;2, çok nahoş;1) ve genel izlenim (çok iyi; 5 iyi; 4, orta; 3, kötü; 2, çok kötü; 1, 0; kabul edilemez) şeklinde puanlandırılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form örneği Ek 1’de verilmiştir.

3.2.11 İstatiksel analiz

Çalışma sonucu elde edilen tüm veriler MINITAB 16 (Minitab, Inc., ABD) kullanılarak bir varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar, Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. Kıyma örneklerinde yapılan analizler ve analizler sıklığı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Kıymalarda yapılan analizler ve analiz sıklığı.

Analizler	0.gün	3.gün	5.gün	7.gün
pH Analizi	x	x	x	x
TBA Analizi	x	x	x	x
Nem Analizi	x	x	x	x
Renk Analizi	x	x	x	x
Maya ve Küf	x			x
TAMB	x			x

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, jelatin kaplanmış, ısıl işlem uygulanan jelatinle kaplanmış ve kontrol kağıtları ile ambalajlanan sığır kıymaları 7 gün süre ile buzdolabı şartlarında (+4°C) muhafaza edilmiş ve bu süreçte yapılan analizlerle belirlenen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1 pH Analiz Sonuçları

pH kavramı bir maddenin asitlik veya bazlılığının ölçüsüdür. Bir başka ifadeyle hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritmasıdır. Her gıdanın sahip olduğu pH değerleri birbirinden farklıdır. Gıdalardaki pH değerleri, mikrobiyal gelişim ve duyuşal özellikler (tat, koku vb.) başta olmak üzere birçok kalite parametresi üzerinde etkilidir (Kaşar, 2022). Etin pH değeri de etlerdeki tazeliği, etin tadını ve genel anlamda etin kalitesini belirleyen önemli bir faktördür.

Ambalajlandıktan sonra 7 gün süre ile soğuk depolama yapılan kıyma örneklerinde ölçülen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, Tukey Çoklu Karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların soğuk depolama (4°C) süresince pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	0,3727	0,18634	22,62**
Depolama Günü	3	12,7064	4,23547	514,08**
Kağıt*Depolama Günü	6	0,4768	0,07947	9,65**
Hata	24	0,1977	0,00824	
Toplam	35	13,7537		

*= p<0.05 **= p<0.01 ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KI: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Varyans analiz sonuçlarına göre ambalaj kağıtlarına uygulanan jelatin kaplamanın, uygulanan depolama sürecinin ve kağıt*depolama günü etkileşimleri istatistiksel

olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. pH değerleri, depolama boyunca taze kıyma örneklerinde periyodik olacak şekilde belirlenmiştir.

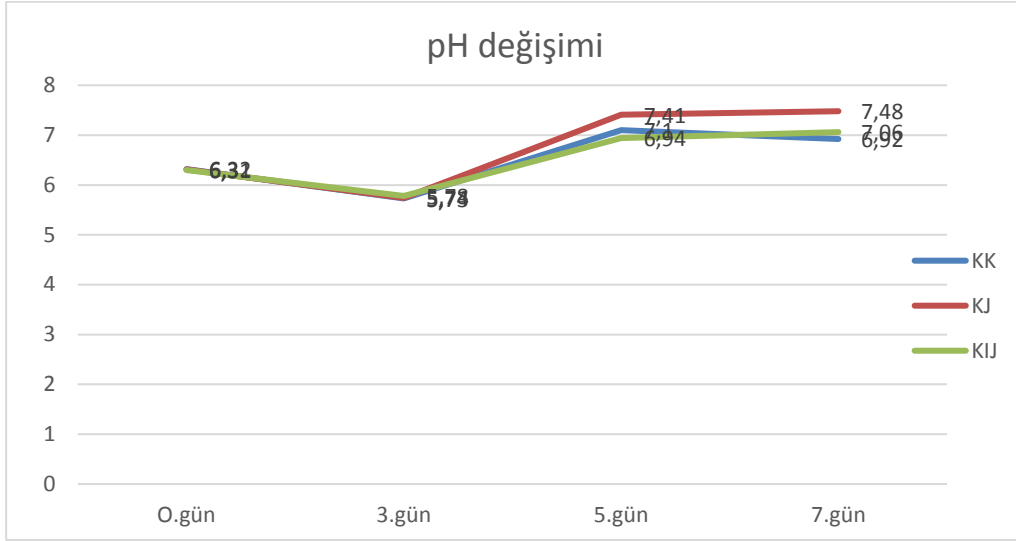
Çizelge 4.2 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların pH değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt	N	pH
KK	12	6,52±0,567 ^b
KJ	12	6,74±0,772 ^a
KIJ	12	6,52±0,545 ^b
Depolama Günü	N	pH
0	9	6,31±0,030 ^b
3	9	5,75±0,065 ^c
5	9	7,15±0,222 ^a
7	9	7,15±0,276 ^a
Kağıt*Depolama Günü	N	pH
KK*0	3	6,32±0,030 ^c
KK*3	3	5,73±0,550 ^d
KK*5	3	7,10±0,060 ^b
KK*7	3	6,92±0,148 ^b
KJ*0	3	6,31±0,030 ^c
KJ*3	3	5,74±0,015 ^d
KJ*5	3	7,41±0,123 ^a
KJ*7	3	7,48±0,095 ^a
KIJ*0	3	6,30±0,030 ^c
KIJ*3	3	5,78±0,110 ^d
KIJ*5	3	6,94±0,070 ^b
KIJ*7	3	7,06±0,160 ^b

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0,05$) birbirinden farklıdır. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Çizelge 4.2'ye göre ambalaj uygulamaları kullanılan kağıt türü açısından değerlendirildiğinde jelatin kaplama yapılmış kağıt örneği ile kontrol kağıdı arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemlidir ($p<0,01$). Ayrıca depolama günleri boyunca örneklerdeki pH değişimi de istatistiki açıdan çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Kağıt*depolama günü etkileşimini incelendiğinde tüm etkileşimlerde ilk 3 günün (0, 3, 5) kendi içinde istatistiki açıdan çok önemli ($p<0,01$) olduğu görülmektedir. Yine

kağıt gün interaksiyonlarında son gün ile 3.günlerin kendi içinde önemsiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1 : pH değışim grafiği.

Depolamanın ilk 3 gününde tüm gruplarda pH düşmüş, daha sonra yükselme eğilimi görülmüştür. Depolamanın son gününde en düşük ph değeri 6,92 olarak KK örneğinde görülürken, bunu 7,06 ile KIJ, ve 7,48 ile KJ grubu takip etmiştir. Kaplamalı kağıt gruplarında kontrol kağıdına göre pH değerin yüksek çıkmasında kaplama çözeltisinin bazik özellikte olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Kodal (2008), kekik yağı içeren yenilebilir film kaplama uyguladığı ve soğuk depolama yaptığı kıymalarda pH değeri kontrol gruplarından yüksek olduğunu ve farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunduğunu ifade etmiştir. Oluşan farkın filmlerin pH değeri yüksek olmasından kaynaklanabileceğini de eklemiştir. Candoğan (2009) kekik yağı ilaveli filmler ile kaplama yaptığı sığır kıymalarının kalite özelliklerini araştırdığı çalışmasında film ile kaplanmış kıymaların pH değeri kontrol grubundan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sığır etlerini kaplamak için kullandığı kaplama çözeltisinde jelatinin de bulunduğu Göktaş (2022)'ın çalışmasında, depolama sonunda 4°C de kaplamalı örneklerde pH değeri kaplamasız örneklere kıyasla yüksek çıktığını tespit etmiştir. Çalışmamızın sonuçları literatürdeki pH sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

4.2 TBA Analiz Sonuçları

Ambalajlandıktan sonra 7 gün süre ile soğuk depolama yapılan kıyma örneklerinde ölçülen Tiyobarbitirik asit (TBA) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	0,8912	0,044559	8,38**
Depolama Günü	3	0,93275	0,0310917	58,46**
Kağıt*Depolama Günü	6	0,03118	0,0055196	0,98 ^{ns}
Hata	24	0,12765	0,005319	
Toplam	35	1,18069		

*= p<0.05 **= p<0.01 ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Varyans analiz sonuçlarına göre TBA değerleri üzerine kağıt türü ve depolama günü istatistiki açıdan çok önemli (p<0,01) bulunurken kağıt*depolama günü interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (p>0,05). Ortalama değerler üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma testine ait sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait Tukey test sonuçları.

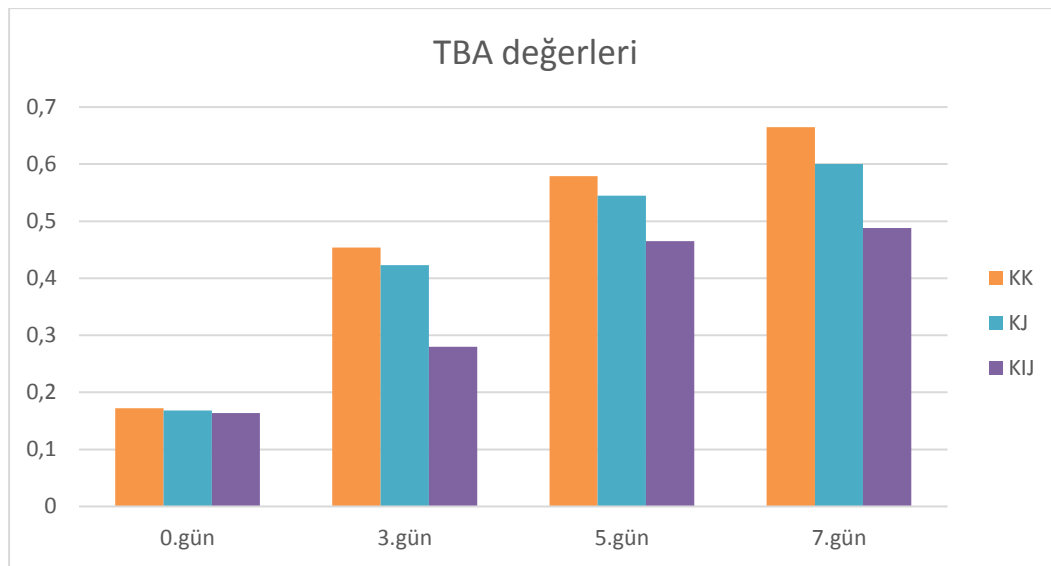
Kağıt	N	TBA (mgMA / kg örnek)
KK	12	0,467±0,196 ^a
KJ	12	0,434±0,180 ^a
KIJ	12	0,349±0,167 ^b
Depolama Günü	N	pH
0	9	0,168±0,037 ^c
3	9	0,386±0,143 ^b
5	9	0,530±0,051 ^a
7	9	0,584±0,079 ^a
Kağıt*Depolama Günü	N	pH
KK*0	3	0,172±0,047 ^d
KK*3	3	0,454±0,039 ^{abc}
KK*5	3	0,579±0,009 ^{ab}
KK*7	3	0,665±0,016 ^a
KJ*0	3	0,168±0,043 ^d
KJ*3	3	0,423±0,104 ^{bc}

Çizelge 4.4 (devam): Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların TBA değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt*Depolama Günü	N	pH
KJ*5	3	0,545±0,007 ^{ab}
KJ*7	3	0,600±0,31 ^{ab}
KIJ*0	3	0,164±0,038 ^d
KIJ*3	3	0,280±0,210 ^{cd}
KIJ*5	3	0,465±0,004 ^{abc}
KIJ*7	3	0,488±0,016 ^{abc}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.
KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Çizelge 4.4 incelendiğinde kağıt türlerinin TBA değerleri üzerine etkisinin istatistiki açıdan çok önemli ($p<0,01$) olduğu görülmektedir. Depolama gününe ait istatistik sonuçlarına bakıldığında ise depolama süresi uzadıkça TBA değerindeki artışın çok önemli ($p<0,01$) olduğu ve en yüksek TBA değerinin $0,584 \text{ mg MA kg}^{-1}$ olduğu görülmektedir. Kağıt*depolama günü interaksyonu değerlendirildiğinde depolama günleri arasında görülen farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 7. gününde en düşük TBA değeri $0,488 \text{ mg MA kg}^{-1}$ ile KIJ grubunda en yüksek TBA değeri $0,665 \text{ mg MA kg}^{-1}$ ile KK grubunda görülmüştür. Farklılık istatiki açıdan önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Bu sonuçlara göre KIJ örneğinde jelatine uygulanan ısıl işlemin depolama sürecinde sığır kıymasında oksidasyonu geciktirdiği düşünülmektedir.



Şekil 4.2 : TBA değeri değişim grafiği.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda benzer şekilde TBA değerinde düşüşler gözlenmiştir. Kodal (2008) iki farklı tür kekik uçucu yağının (Oregano- *Oreganum heracleoticum* L ve Thyme-*Thymus vulgaris* L) yenilebilir filmlerin, soğuk depolama (4°C) boyunca taze sığır kıymasının oksidatif ve renk stabilitesi üzerine olan etkilerini belirlediği araştırmasında, kekik yağı ilaveli filmlerin uygulandığı taze kıymalarda TBA değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu saptamıştır. Farklı bir çalışmada ise İçöz ve Eker (2016) yaptıkları çalışmalarında Tekirdağ köftesinin satışında kullanılan köpük tabaklar üzerine kaplama malzemesi olarak sığır jelatini ve gliserol uygulayarak köftelerin kalite parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Raf ömrü süresince tüm gruplarda köftelerin TBA değerlerinin olması gereken sınır değerler arasında olduğu saptanmıştır. Jelatin konsantrasyonu arttıkça köftelerin TBA değerlerinde kaydadeğer bir fark olmamakla birlikte film içeren ambalajlardaki köftelerde 7. günde standart ambalaja göre TBA değerlerinin biraz daha düşük olduğu belirlenmiştir. Elimizdeki analiz sonuçlarının literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında paralel olduğu görülmektedir. Isıl işlem uygulanmış jelatin ile kaplamanın sığır etlerinde lipid oksidasyonunu yavaşlattığı düşünülmektedir.

4.3 Nem Analiz Sonuçları

Ambalajlandıktan sonra 7 gün süre ile soğuk depolama yapılan kıyma örneklerinde ölçülen nem (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	328,63	164,315	68,61**
Depolama Günü	3	2814,18	938,060	391,69**
Kağıt*Depolama Günü	6	481,96	80,326	33,54**
Hata	24	55,08	2,395	
Toplam	35	3799,38		

*= p<0.05 **= p<0.01 ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Varyans analiz sonuçlarına göre nem değerleri üzerine kağıt türü, depolama günü ve kağıt*depolama günü interaksyonu çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Ortalama

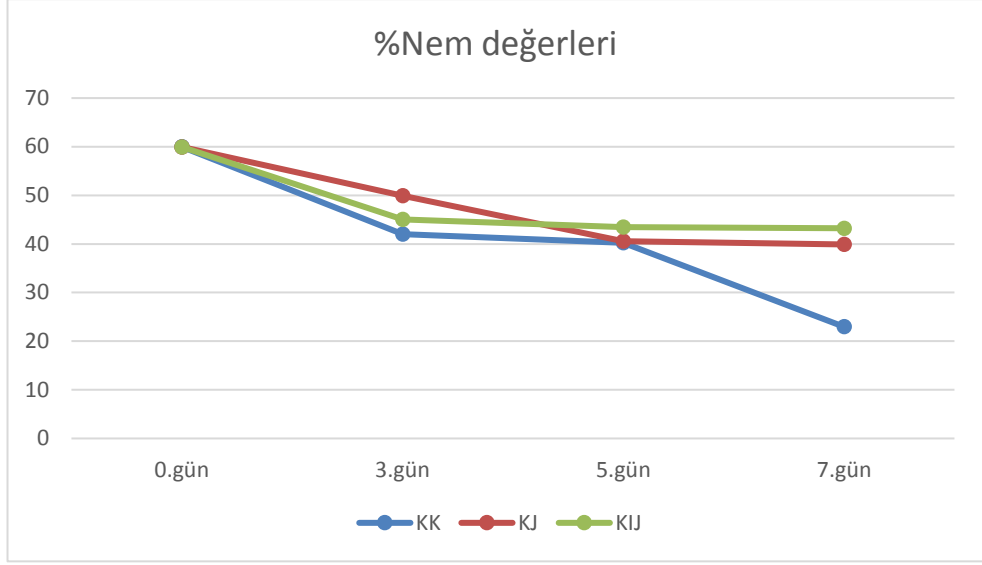
değerler üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma testine ait sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların nem değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt	N	Nem(%)
KK	12	41,3±13,74 ^b
KJ	12	48,2±8,69 ^a
KIJ	12	47,9±7,39 ^a
Depolama Günü	N	Nem(%)
0	9	59,9±2,40 ^a
3	9	45,6±3,48 ^b
5	9	41,4±1,62 ^c
7	9	35,3±9,93 ^d
Kağıt*Depolama Günü	N	Nem(%)
KK*0	3	59,9±2,77 ^a
KK*3	3	42±0,47 ^{cd}
KK*5	3	40,2±0,38 ^d
KK*7	3	22,9±1,23 ^e
KJ*0	3	59,9±2,77 ^a
KJ*3	3	49,9±0,41 ^b
KJ*5	3	40,5±0,79 ^{cd}
KJ*7	3	39,9±1,06 ^d
KIJ*0	3	59,9±2,77 ^a
KIJ*3	3	45±0,66 ^c
KIJ*5	3	43,4±0,58 ^{cd}
KIJ*7	3	43,2±0,58 ^{cd}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.
KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Çizelge 4.6’ya göre jelatin uygulamasının nem değeri üzerine olan etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Depolama günlerinin etkisi incelendiğinde depolama süresi uzadıkça nem değerindeki düşüşün çok önemli ($p<0,01$) olduğu ve en düşük nem değerinin %35,3 olduğu gözlemlenmiştir. Kağıt*depolama günü interaksiyonu değerlendirildiğinde muhafazanın 7.gününde en düşük nem değeri %22,9 ile kontrol grubunda (KK), en yüksek nem değeri ise %43,2 ile ısıl işlem görmüş jelatinli grupta (KIJ) belirlenmiştir. Depolama gününün artışıyla tüm gruplarda nem oranlarındaki düşüşün istatistiki sonuçlarının çok önemli ($p<0,01$) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3 : Nem değeri değişim grafiği.

Genel olarak jelatin ilaveli gruplara (KJ ve KIJ) göre kontrol grubunun (KK) depolama boyunca nem oranındaki belirgin düşüş Şekil 4.3'te de görülmektedir.

İçöz (2017) jelatin ve gliserol solüsyonlarını kullanarak kaplama yaptıkları köftelerde 7 günlük soğuk depolama sonucunda en düşük rutubet değerlerini kontrol gruplarında tespit etmişlerdir. Göktaş (2022) zeytin yaprağı ekstraktı, gliserol ve jelatin çözeltileri ile kaplama yaptığı sığır etlerinde soğuk depolama sonucunda en düşük nem değerlerinin kaplamasız gruplarda saptandığını ve istatistiki olarak anlamlı bulunduğunu bildirmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında uyumluluk göstermektedir. Jelatin ilavesinin ambalaj kağıtlarında nemi kontrol kağıtlarına kıyasla daha iyi koruduğu görülmüştür. Nemin korunmasının ürünün kimyasal ve tekstür özelliklerine olumlu fayda sağladığı bilinmektedir.

4.4 Renk Analiz Sonuçları

Renk faktörü tüketicilerin satın alma kararlarında et ve et ürünleri için önemli bir kalite parametresi olduğu için çalışmada belirlenmiştir (Battisti, 2017). Tüketiciler çiğ et ürünlerini satın alırken tazelik göstergesi olarak özellikle renk skalasını baz alırlar (Çiçek ve diğerleri, 2013). Sığır kıymalarının renk özelliklerinin belirlenmesi için 7 gün süreyle depolanan örneklerin renk tayini sonucunda elde edilen değerler Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9'da verilmiştir.

Örneklerin L* değeri açıklık, parlaklık durumunu ifade etmektedir. Renk açıldıkça L değeri artış gösterirken, renk koyulaştıkça L değeri düşmektedir (Gökmen, 2017:39). Ambalajlandıktan sonra 7 gün süre ile soğuk depolama yapılan kıyma örneklerinde ölçülen L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	10,05	5,026	6,93**
Depolama Günü	3	396,79	132,264	182,42**
Kağıt*Depolama Günü	6	33,73	5,621	7,75**
Hata	24	17,40	0,725	
Toplam	35	457,97		

*= p<0.05 **= p<0.01 ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt,

KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

L* değeri varyans analiz tablosu incelendiğinde L* değerleri üzerine kağıt türü, depolama günü ve kağıt*depolama günü interaksyonu çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Ortalama değerler üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma testine ait sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt	N	L*değeri
KK	12	36,06±3,741 ^b
KJ	12	37,26±3,175 ^a
KIJ	12	37,07±4,078 ^a
Depolama Günü	N	L*değeri
0	9	41,90±0,160 ^a
3	9	36,86±1,888 ^b
5	9	35,75±1,546 ^c
7	9	32,68±1,289 ^d
Kağıt*Depolama Günü	N	L*değeri
KK*0	3	41,91±0,185 ^a
KK*3	3	35,24±1,931 ^{cd}
KK*5	3	33,76±0,627 ^d
KK*7	3	33,32±1,160 ^{de}
KJ*0	3	41,90±0,185 ^a
KJ*3	3	36,80±0,831 ^{bc}
KJ*5	3	36,85±0,340 ^{bc}
KJ*7	3	33,49±0,670 ^{de}
KIJ*0	3	41,89±0,185 ^a

Çizelge 4.8 (devam): Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların L* değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt*Depolama Günü	N	L*değeri
KIJ*3	3	38,54±1,285 ^b
KIJ*5	3	36,64±0,362 ^{bc}
KIJ*7	3	31,23±0,294 ^e

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.
KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Renk analizleri sonucunda L* değeri ilk günden son güne kadar sürekli düşmüş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Yani depolama süresince kıyma örneklerinde genel olarak parlaklıkta bir azalma görülmüştür ve et rengindeki bu değişim gayet olağandır. Farklı kağıtlar ile ambalajlanan kıyma örneklerinin görüntülerinden de anlaşılacağı üzere (Şekil 4.4) kıymalarda depolama süresince kurumaya bağlı olarak parlaklıklar giderek azalmış, renk koyulaşmıştır. Ayrıca bu süreçte oksidasyona bağlı oluşan metmyoglobinin de renkteki bu değişime sebep olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde jelatin kaplamalı ambalaj gruplarında (KJ ve KIJ) ortalama L* değerinin kontrol grubuna (KK) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ambalaj olarak sığır kıymalarında likopen içeren yenilebilir film kullanan Candoğan (2009) L* değerini ilk gün 53,49 son gün (12.gün) 43,57 olarak tespit etmiştir. Başka bir çalışmada Çiçek ve diğerleri (2013) 7 gün depoladıkları dana etinin L* değerinin son güne kadar genel olarak azalma eğilimi gösterdiğini ifade etmişlerdir. Battisti ve diğerleri (2017) ise sığır etinde jelatin kaplı kağıdın antimikrobiyal ve antioksidan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kaplama uygulandıktan sonra L* değerinde önemli ($p<0,05$) bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Sonuçların Battisti ve diğerleri (2017) hariç benzer çalışmalarla uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Jelatin ve ısıl işlem uygulanmış jelatin kaplama kağıt ile ambalajlandıktan sonra 7 gün boyunca depolanan kıymaların a* (kırmızılık) değerlerine ait varyans analizi Çizelge 4.9 'da Tukey test sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların a* (kırmızılık) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	0,532	0,2661	0,82 ^{ns}
Depolama Günü	3	71,447	23,8157	73,43 ^{**}
Kağıt*Depolama Günü	6	23,579	3,9299	12,12 ^{**}
Hata	24	7,784	0,3243	
Toplam	35	103,342		

*= p<0.05 **= p<0.01 ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

a* değeri varyans analiz tablosu incelendiğinde a* değerleri üzerine kağıt türünün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken (p>0,05), depolama günü ve kağıt*depolama günü etkisi çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Çizelge 4.10 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların a* (kırmızılık) değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt	N	a* değeri
KK	12	11,08±1,735 ^a
KJ	12	11,25±1,729 ^a
KIJ	12	10,96±1,828 ^a
Depolama Günü	N	a* değeri
0	9	13,47±0,113 ^a
3	9	10,04±1,131 ^c
5	9	10,86±1,380 ^b
7	9	10,02±0,888 ^c
Kağıt*Depolama Günü	N	a* değeri
KK*0	3	13,48±0,131 ^a
KK*3	3	11,28±1,069 ^{bc}
KK*5	3	9,18±0,659 ^d
KK*7	3	10,38±0,361 ^{bcd}
KJ*0	3	13,47±0,131 ^a
KJ*3	3	9,18±0,516 ^d
KJ*5	3	11,77±0,878 ^b
KJ*7	3	10,61±0,761 ^{bcd}
KIJ*0	3	13,46±0,131 ^a
KIJ*3	3	9,66±0,27 ^{cd}
KIJ*5	3	11,64±0,134 ^b
KIJ*7	3	9,09±0,649 ^d

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak (p<0.05) birbirinden farklıdır. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

a* değeri kırmızılığı ifade eden bir ölçüdür. Yükselen bir a* değeri demek kırmızılığın da artması demektir (Rentfrow ve diğerleri, 2004). Tukey test sonuçları incelendiğinde a* değeri depolama günleri boyunca azalma eğilimi göstermiş ve ortaya çıkan fark istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Depolamanın a* değeri üzerindeki değişimine bakıldığında başlangıç a* değeri 13,47 iken depolamanın son gününde 10,02 olarak kaydedilmiştir. Kağıt*depolama günü interaksyonu incelendiğinde a* (kırmızılık) et renginde görülen dalgalanmalarda depolama şartları, süresi ve bu süreçte ette meydana gelen bozulma kaynaklı reaksiyonların etkili olabileceği düşünülmektedir.

Jelatin ve ısıt işlem uygulanmış jelatin kaplama kağıt ile ambalajlandıktan sonra 7 gün depolanan kıymaların b* (sarılık) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve Tukey Çoklu Karşılaştırma test sonuçları 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların b* (sarılık) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D	K.T	K.O	F
Kağıt	2	1,530	0,7652	5,48*
Depolama Günü	3	59,040	19,6799	140,81**
Kağıt*Depolama Günü	6	9,685	1,6142	11,55**
Hata	24	3,354	0,1398	
Toplam	35	73,609		

*= $p<0.05$ **= $p<0.01$ ns. istatistiksel olarak önemsiz. KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıt işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

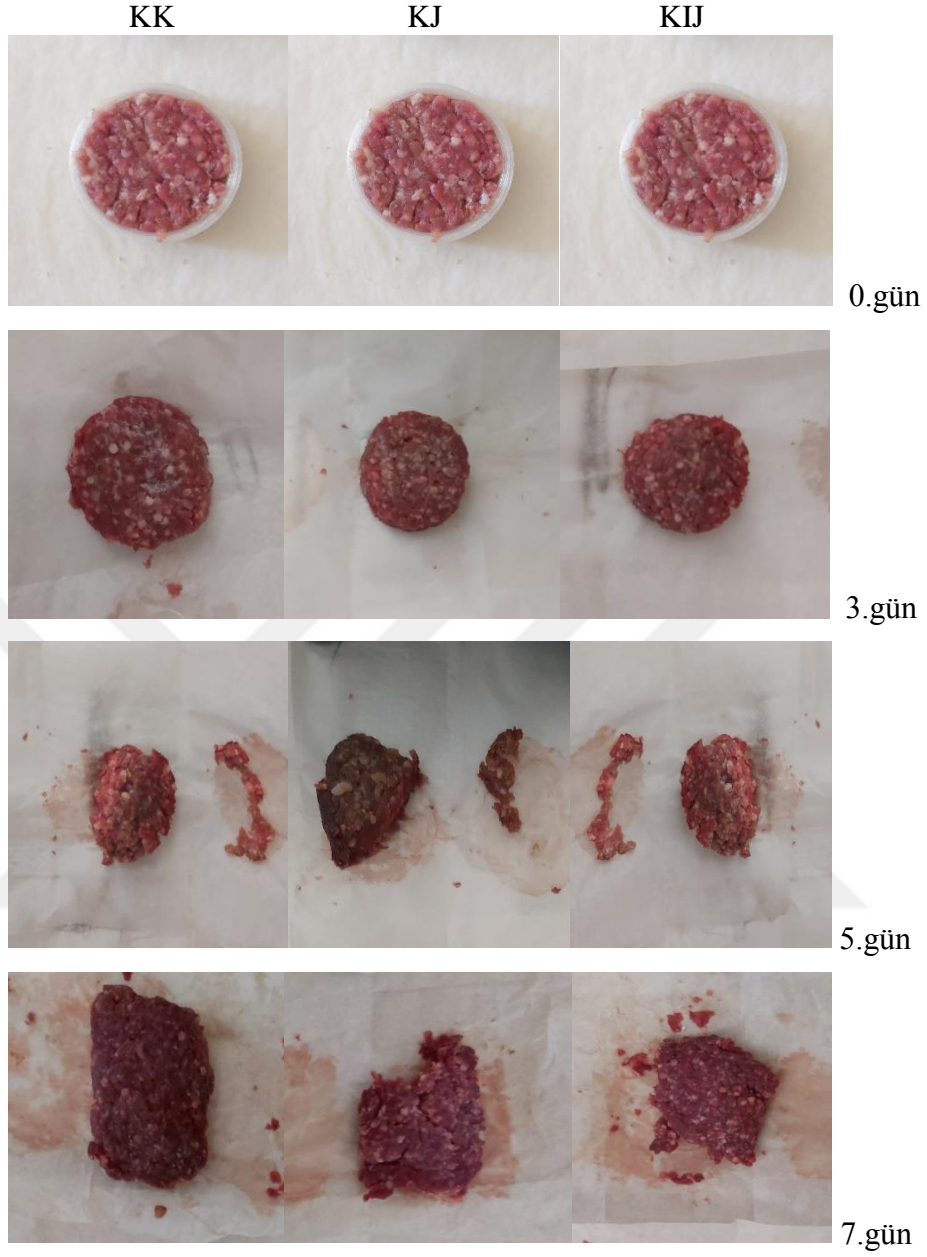
b* değeri varyans analiz tablosu incelendiğinde b* değerleri üzerine kağıt türünün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0,05$), depolama günü ve kağıt*depolama günü interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.12 : Jelatin ile kaplanmış kağıtlarla ambalajlanan kıymaların b* (sarılık) değerlerine ait Tukey test sonuçları.

Kağıt	N	b*değeri
KK	12	13,27±1,501 ^b
KJ	12	13,76±1,440 ^a
KIJ	12	13,41±1,490 ^{ab}
Depolama Günü	N	b*değeri
0	9	15,44±0,445 ^a
3	9	13,40±0,230 ^b
5	9	13,24±1,142 ^b
7	9	11,85±0,514 ^c
Kağıt*Depolama Günü	N	b*değeri
KK*0	3	15,45±0,514 ^a
KK*3	3	13,58±0,175 ^{bc}
KK*5	3	11,81±0,167 ^e
KK*7	3	12,24±0,219 ^{de}
KJ*0	3	15,44±0,514 ^a
KJ*3	3	13,44±0,153 ^{bc}
KJ*5	3	14,36±0,130 ^{ab}
KJ*7	3	11,81±0,705 ^e
KIJ*0	3	15,43±0,514 ^a
KIJ*3	3	13,18±0,195 ^{cd}
KIJ*5	3	13,55±0,325 ^{bc}
KIJ*7	3	11,49±0,305 ^e

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.
 KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

b* değeri sarılığı ifade eden bir ölçüdür. Yükselen bir b* değeri demek sarılığın da artması demektir (Rentfrow ve diğerleri, 2004). Farklı kağıt örneklerinin b* değerleri birbirine yakın sonuç verse de farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu saptanmıştır. Depolamanın başında 15,44 olarak ölçülen b* değeri depolama sonunda genel olarak başlangıç gününe göre düşüş göstermiştir.



Şekil 4.4 : Soğuk depolama boyunca kıymaların değişimi.

4.5 Mikrobiyolojik Analizler

4.5.1 Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı

Çalışma kapsamında sığır kıymalarının mikrobiyolojik yükünün belirlenmesi amacıyla 0. ve 7. günlerde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısına bakılmıştır. Analizlerin sonucunda ulaşılan değerler Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 : Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (kob/g).

Örnekler	0.gün	7.gün
KK	$1,2 \cdot 10^6$ kob/g	$8,0 \cdot 10^8$ kob/g
KJ	$1,2 \cdot 10^6$ kob/g	$8,0 \cdot 10^8$ kob/g
KIJ	$1,2 \cdot 10^6$ kob/g	$3,2 \cdot 10^8$ kob/g

KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Çizelge 4.13 incelendiğinde başlangıç ve bitiş günleri arasında mikrobiyal yükte ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 7. günde KK örneğinde $8 \cdot 10^8$ kob/g iken KIJ örneğinde $3,2 \cdot 10^8$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulanan jelatin ile kaplanmış kağıdın mikrobiyal yükte önemli bir farklılık yarattığı görülmüştür. Bu farkın jelatine uygulanan ısıl işlemden kaynaklı olabileceği ve kağıdın antimikrobiyal aktivitesini arttırdığı düşünülmektedir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa ısıl işlemlili jelatin ilaveli grubun kontrol grubuna göre mikrobiyal bozulmayı yavaşlattığı söylenebilir.

Taze etin film ile kaplanmasında farklı oranlarda greyfurt çekirdeği ekstraktı kullanarak mikroorganizma yükündeki değişimi gözlemleyen Ha ve diğerleri (2001) çalışmalarında depolama sonunda toplam bakteri sayısının düştüğünü bildirmişlerdir. Sagoo ve diğerleri (2002) kitosan kullandıkları film ile kapladıkları domuz eti kıymasında toplam aerobik bakteri ve küf-maya sayısının düşüş gösterdiğini saptamışlardır. Gökteş (2022) zeytin yaprağı ekstraktı, gliserol ve jelatin içeren yenilebilir filmler ile kaplama yaptığı sığır etlerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını genel olarak kontrol gruplarından düşük bulmuştur. Buradan film kullanımının mikrobiyal bozulmaları geciktirmede yararlı olduğu sonucuna varmıştır.

Genel olarak toplam aerobik mikroorganizma sayısı $7 \log_{10}$ kob/g 'ı geçtiği zaman gıda ürünü bozuk olarak nitelendirilir. Bu sayı $8 \log_{10}$ kob/g 'ı aştığında ise nahoş bir koku ortaya çıkmaya başlar. Bu nedenle çoğu çalışmada raf ömrü göstergesi olarak bu değerler dikkate alınır. Bizim çalışmamızda da depolama periyodunun 7.gününde kıyma örneklerinde hissedilen nahoş koku analiz sonuçlarıyla örtüşmektedir.

4.5.2 Maya ve küf sayısı

Çizelge 4.14 : Maya ve küf sayısı (kob/g).

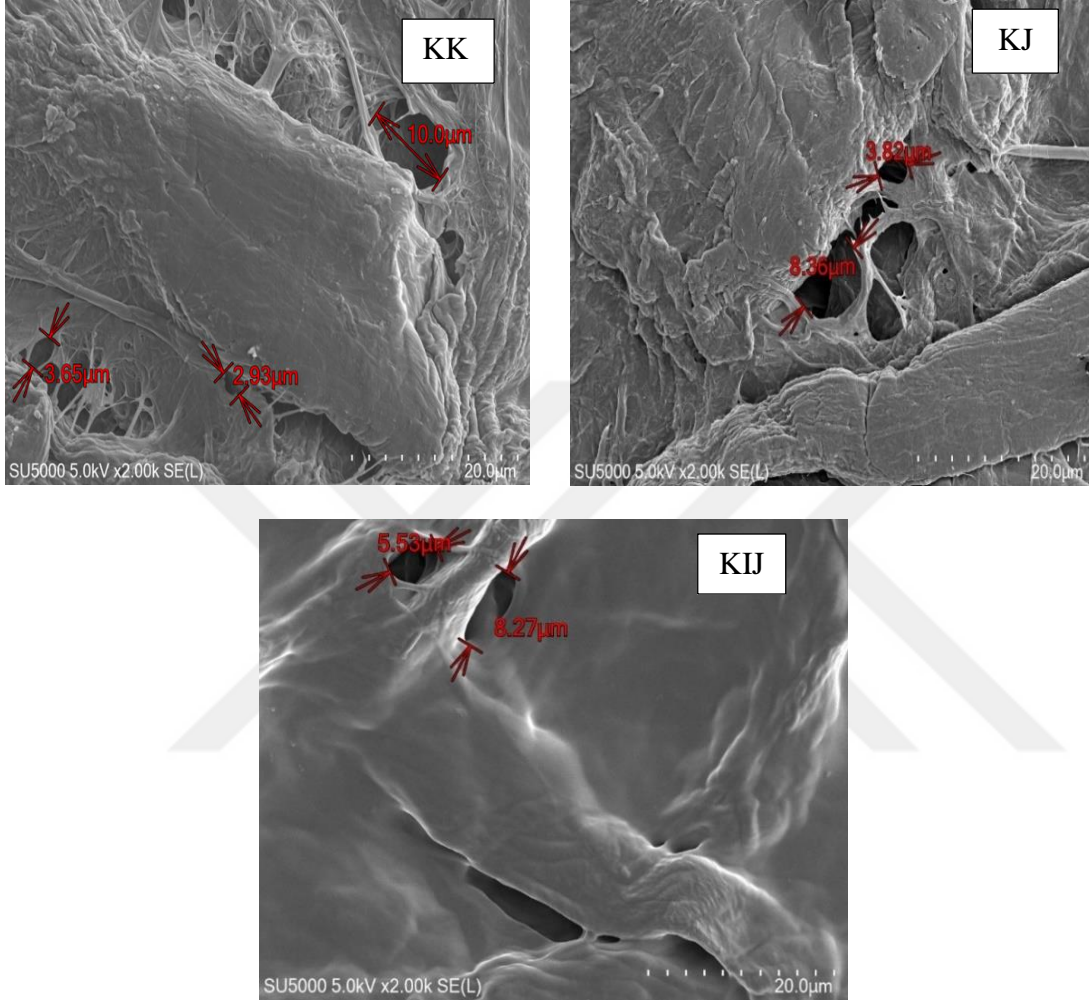
Örnekler	0.gün	7.gün
KK	$3,0 \cdot 10^3$ kob/g	$1,6 \cdot 10^6$ kob/g
KJ	$3,0 \cdot 10^3$ kob/g	$9,5 \cdot 10^5$ kob/g
KIJ	$3,0 \cdot 10^3$ kob/g	$7,0 \cdot 10^6$ kob/g

KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

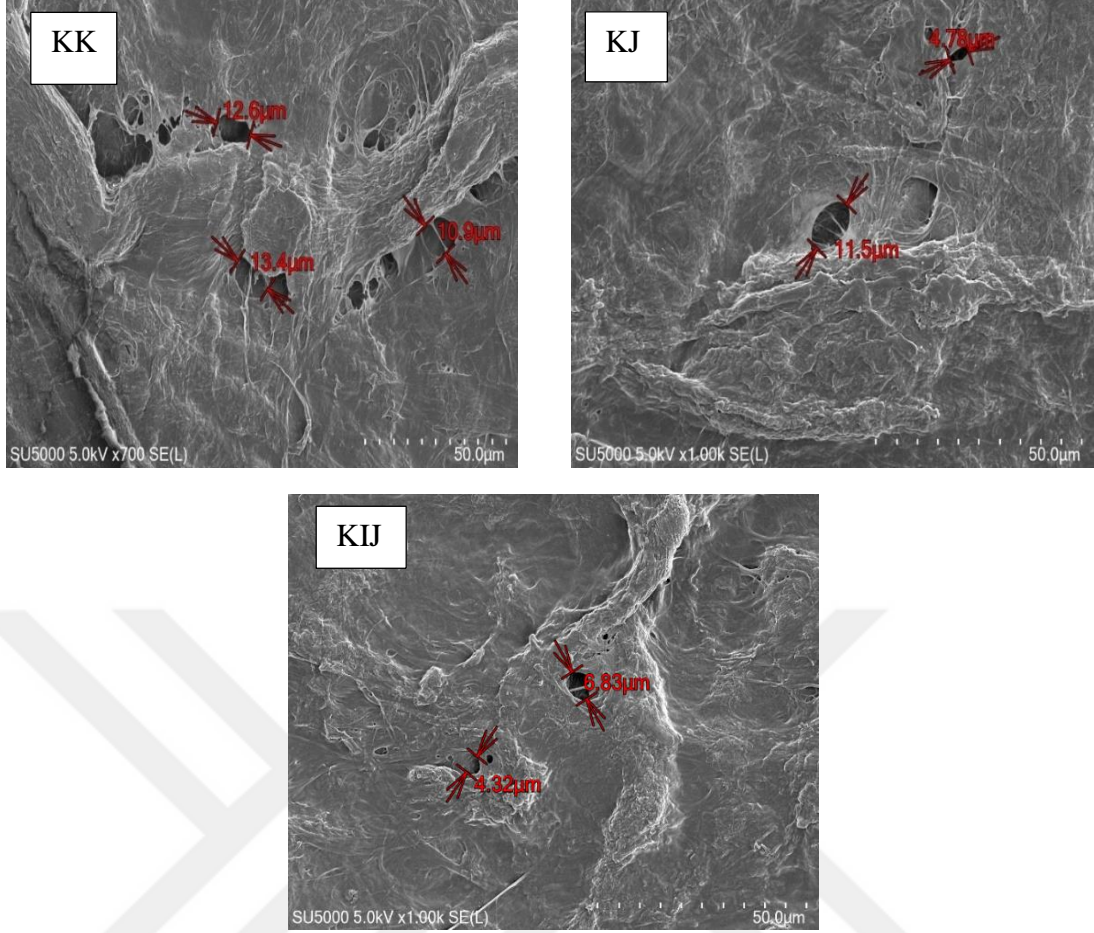
Çizelge 4.14’de verilen maya ve küf sayısı incelendiğinde en düşük sayım $9,5 \cdot 10^5$ kob/g olarak KJ örneğinde gerçekleştirilmiştir. Bunu sırasıyla KK ve KIJ örnekleri takip etmiştir. Göktaş (2022) zeytin yaprağı ekstraktı, gliserol ve jelatin içeren yenilebilir filmler ile kaplama yaptığı sığır etlerinde maya ve küf sayısını, kaplamalı örneklerde kontrol örneklerine göre genel olarak daha yüksek bulmuştur. Göktaş film kaplı gruplarda sayım sonuçlarının daha yüksek çıkmasını kaplama çözeltisinde bulunan gliserol ve sığır jelatininin maya ve küf gelişimi için çok ideal bir besi ortamı olmasından kaynaklandığını düşündüğünü ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda da Göktaş (2022) ‘ninki ile benzer bir sonuç görülmüştür. Değerlerin KIJ grubunda kontrol grubuna (KK) nazaran daha yüksek çıkması maya ve küfün düşük su aktivitesinde çalışmamasından ve jelatin içeriğinin uygun besiyeri olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

4.6 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntüleri

Elde edilen test ve kontrol kağıtlarının SEM görüntüleri Şekil 4.5 ve 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.5 : SEM görüntüleri (KK: kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplanmış kağıt, KIJ: ısıt işlem uygulanmış jelatin kaplanmış kağıt).



Şekil 4.6 : SEM görüntüleri (KK: kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplanmış kağıt KIJ: ısıtılmış jelatin kaplanmış kağıt).

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 incelendiğinde jelatin ile kaplanmış kağıtların (KJ ve KIJ) kontrol kağıdına (KK) kıyasla çok daha pürüzsüz ve sürekli bir yüzeye sahip olduğu ve homojen bir iç yapı sunduğu görülmektedir. Ayrıca, jelatin kağıt yüzeyine homojen bir şekilde dağılarak daha az düzensizlik, ve düşük gözenekli bir yapı sağlamıştır. Kontrol kağıdı (KK) pürüzlü bir yüzeye, yoğun bir düzensizliğe ve yüksek gözenekliliğe sahip artan sayıda boşluk bulundururken ısıtılmış jelatin kaplı kağıtta (KIJ) ise tam aksine daha kompakt ve pürüzsüz bir yapı ile çok daha küçük gözenekler görülmüştür.

Battisti ve diğerleri (2017) sığır etini jelatin kaplama yaptıkları kağıt ambalajlar ile paketlenerek soğuk muhafaza süresince antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kaplama yaptıkları kağıtların yüzey mikrograflarının homojen ve nispeten daha düzenli olduğunu, selülozik gözeneklerin doldurulduğunu bu sayede kağıt pürüzlülüğünün azaldığını bildirmişlerdir. Arfat ve diğerleri (2017), çalıştıkları jelatin bazlı filmlerin yüzey morfolojisini belirlemek için aldıkları SEM

görüntülerinde filmlerin daha pürüzsüz, düzenli ve homojen dağılım sağladığını belirtmişlerdir. SEM analizi ile elde edilen görüntüler literatür ile karşılaştırıldığında, jelatinin kaplama yapılmış kağıtların yüzey mikrograflarının daha pürüzsüz ve homojen bir dağılıma sahip olduğu ve bulguların paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.7 Duyusal Analiz

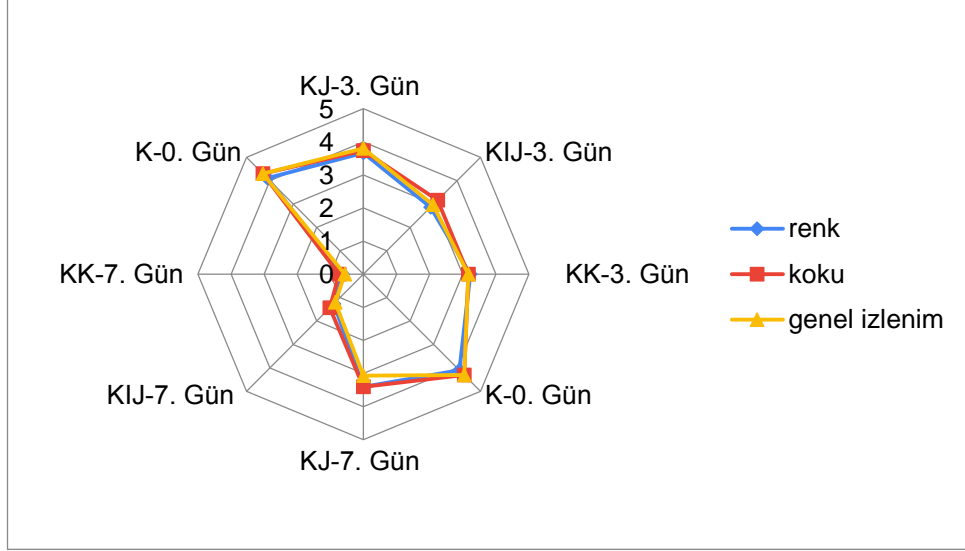
Çalışmamıza katılan panelistler tarafından gerçekleştirilen duyusal analizlerde buzdolabı koşullarında depolanan kıyma örneklerinin “renk”, “koku” ve “genel beğeni” özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye ait sonuçlar Çizelge 4.15’de, duyusal değerlendirme için kullanılan duyusal analiz formu ise EK A1’de verilmiştir.

Çizelge 4.15 : Kıyma örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları.

Profil	Sonuçların Ortalama Değerleri						
	0.gün		3. gün			7. gün	
	Kıyma	KK	KJ	KIJ	KK	KJ	KIJ
Renk	4,1	3,23	3,66	2,86	0,63	3,4	1,26
Koku	4,3	3,16	3,73	3,16	0,73	3,4	1,43
Genel beğeni	4,3	3,16	3,80	2,96	0,56	3,06	1,20

KK: Kontrol kağıdı, KJ: jelatin kaplamalı kağıt, KIJ: Isıl işlem uygulanmış jelatin kaplamalı kağıt

Yapılan analizlerde renk profili için 1-5 (soluk pembe-parlak kırmızı), koku profili için 1-5 (çok nahoş-çok hoş) ve genel beğeni için 0-5 (kabul edilemez-çok iyi) skalası kullanılmıştır. Ortalama değerlere ait çizelge incelendiğinde depolama sonunda en düşük ortalama değerlerin kontrol grubunda tespit edildiği görülmüştür. Genel bir değerlendirme yapıldığında tüm gruplarda tüm özellikler için ortalama değerlerde düşüş görüldüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.7 : Duyusal analiz sonuçlarına göre örümcek ağı grafiği.

Kıyma örneklerinin renk, koku ve genel beğeni özellikleri değerlendirilerek elde edilen örümcek ağı grafiği Şekil 4.7'de verilmiştir. Kıymalarda renk ve koku değerlerinin her depolama periyodunda düştüğü en fazla düşüşün ise kontrol grubunda olduğu görülmüştür. 7.günde genel olarak tüm grupların renk, koku ve genel görünümünün beğenilmediği grafikten de (Şekil 4.7) anlaşılmaktadır. Kokuşmanın lipit oksidasyonuna ve mikrobiyolojik bozulmaya bağlı olarak ortalama raf ömrü buzdolabı şartlarında 3-4 gün olan taze kıymada görülmesi olağandır. Jelatin ilavesinin az da olsa kıymanın duysal özelliklerinde olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; piyasaya sunulan tüketime hazır taze kıymanın ambalajlanmasında jelatin kaplı kağıt kullanılarak raf ömrünü uzatmak için yeni bir yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır. Biyobozunur ambalaj kullanımına katkı sağlayacağı düşünülen jelatin ve ısıt işlem uygulanmış jelatin ile kaplama yapılan kağıt ambalajlar ile bozulma hızı en yüksek ürün gruplarından birisi olan sığır kıyması paketlenmiştir. 4°C’de buzdolabı koşullarında kaplama yapılmamış kontrol örnekleri ile jelatin kaplama uygulanan örnekler 7 gün süre ile depolanmış ve kalite parametreleri incelenmiştir.

Örneklerin pH değerlerindeki değişime bakıldığında kullanılan ambalaj çeşidinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Depolama periyodunun 3 gününde tüm gruplarda pH değerlerinde düşüş gözlemlenirken ilerleyen günlerde artış gerçekleşmiştir. 7.günde en yüksek pH jelatin kaplı ambalaj kağıdı ile paketlenmiş kıymada, en düşük pH ise kontrol grubu kıyma örneğinde belirlenmiştir. Anlamlı bulunan bu farklılıkta kaplama çözeltisinin jelatin içeriğinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Jelatinin ilave edildiği kağıtlarla ambalajlanan sığır kıymalarında oksidasyonun bir göstergesi olan TBA değerlerinin saptanması için yapılan analiz bulgularında istatistiksel olarak TBA üzerinde kağıt*depolama günü etkisi anlamsız ($p>0,05$) bulunsada, kağıt çeşidi ve depolama periyodunun etkisi çok önemli ($p<0,01$) görülmüştür. Tüm depolama günleri boyunca tüm gruplarda genel olarak TBA değerinde artış görülse de jelatin ilaveli grupların değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Depolama sonunda en düşük TBA değeri ısıt işlem görmüş jelatin kaplı kağıt ambalajdaki kıymada saptanmış ve hem jelatinin hem de jelatine uygulanan ısıt işlemin lipid oksidasyonunu yavaşlatıcı etki gösterdiği düşünülmektedir.

Jelatin içeren ambalajlardaki kıymaların nem oranlarının test kağıtlarındaki kıymaların nem oranından yüksek çıkması çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Bu durumda jelatin ilavesinin ambalaj kağıtlarında nemi daha iyi muhafaza ederek kontrol kağıtlarına kıyasla ürünü kurumaya karşı daha iyi koruduğu düşünülmektedir.

Kıymaların L*(açıklık-koyuluk) değerlerine bakıldığında kağıt çeşidi açısından, depolama günleri açısından ve her ikisinin etkileşimi açısından değerlendirildiğinde sonuçlar çok anlamlı ($p<0,01$) bulunmuştur. Depolama boyunca kıyma örneklerinde genel olarak parlaklıkta bir düşüş yaşanmış; renkteki bu değişim üründeki bozulma ve kurumaya bağlı olarak normal görülmüştür. a* değerleri üzerine kağıt türünün etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmazken ($p>0,05$), depolama günü ve kağıt*depolama günü interaksiyonu anlamlı ($p<0,01$) bulunmuştur. Farklı kağıt örneklerinin b* değerleri birbirine yakın sonuç verse de fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur.

Kıymaların toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında başlangıç ile 7. gün arasında belirgin bir artış görülürken, ısıtma işlemi uygulanmış jelatin kaplı ambalajdaki kıymalarda bu yükseliş daha aşağıda kalmıştır. Uygulanan ısıtma işleminin antimikrobiyal etki gösterdiği ve mikrobiyolojik bozulmayı yavaşlatma açısından diğer gruplara göre yararı olduğu düşünülmektedir. Maya ve küf sayısı incelendiğinde en düşük sayı jelatin kaplama yapılan grupta görülürken bunu kontrol ve ısıtma işlemi görmüş jelatin kaplamalı grup takip etmiştir. Yüksek bulunan değerlerin jelatin içeriğinin uygun bir besiyeri olmasından ve maya ve küfün düşük su aktivitesinde çalışmamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

SEM analizi ile elde edilen görüntülerde jelatin kaplama yapılmış kağıtların yüzey mikrograflarının daha pürüzsüz ve homojen bir dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan duyu analizi sonuçlarına bakıldığında renk, koku ve genel izlenim puanları açısından kontrol grubu örnekleri jelatin içeren kaplama gruplarına göre panelistler tarafından daha az beğenilmiştir.

Et sanayisinin atık maddelerinden elde edilen jelatin aynı zamanda gıda ve çevreye dost özellikleri ile ilgi çeken bir biyobozunur maddedir. Bu sebeple de et sektöründe yeni nesil ambalajlama yöntemleri geliştirmeye ve ambalaj kaynaklı çevresel sorunların çözümüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmada incelenen birçok yenilebilir film ve kaplama çalışmalarından farklı olarak jelatine ısıtma işlemi uygulanmış ve jelatinin kaplama özellikleri üzerine etkisinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde jelatine uygulanan ısıtma işleminin sistemde antimikrobiyal ve antioksidan aktivite açısından belirgin şekilde yarar sağladığı bir gerçektir. Tek başına

ıslı iřlem uygulaması ile herhangi bir antimikrobiyal veya antioksidan ajan ilavesine gerek olmadan da ambalajda koruyuculuęun saęlanabileceęi dūřunūlmektedir. Elde edilen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik ۆzellikler gۆz ۆnūne alındıęında gruplar arasından en iyi kaplama materyalinin ıslı iřlem uygulanmıř jelatin olduęu sonucuna varılmıřtır.

Öyle ki endūstride her bir proses ayrı bir maliyet parametresidir. Bu anlamda jelatine uygulanacak ıslı iřlemin maliyet hesabının gۆz ۆnūne alınarak saęlayacaęı fayda zarar oranının deęerlendirilmesinin sektöre ıřık tutabileceęi dūřunūlmektedir. Bu konuya dair yapılacak sonraki çalıřmalarda jelatinin yenilikçi teknolojiler ile geliřtirilmesi ve farklı ۆrūn gruplarının jelatin ilaveli kaęıt kaplamalarla ambalajlanarak raf ۆmrū çalıřmalarının yapılması ۆnerilebilir.



KAYNAKLAR

- Acosta, S., Chiralt, A., Santamarina, P., Rosello, J., González-Martínez, C., & Cháfer, M. (2016). Antifungal films based on starch-gelatin blend, containing essential oils. *Food hydrocolloids*, 61, 233-240.
- Arslan, A. (2002). Salam ve sucuk üretimi. *Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi*, 344-353.
- AOAC, 2000, Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, VA, Association of Official Analytical Chemists.
- Bağdatlı, AB. ve Kayaardı, S. (2010). Et ve et tüketiminde kullanılan paketlenme yöntemleri. *Akademik Gıda*, 8 (2), 24-30.
- Battisti, R., Fronza, N., Júnior, Á. V., da Silveira, S. M., Damas, M. S. P., ve Quadri, M. G. N. (2017). Gelatin-coated paper with antimicrobial and antioxidant effect for beef packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 11, 115-124.
- Bilecen Şen, D. (2020). Farklı antioksidan ve antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir kaplamaların ısı işlem görmüş et ürünlerinde kullanım olanakları ve ürünlerin raf ömrü ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Bilir Ormancı, F. S. ve Koluman, A. (2006). Kırmızı Et ve Paketleme. *Akademik Gıda*, 4 (3), 3-5.
- Calo, J. R., Crandall, P. G., O'Bryan, C. A., ve Ricke, S. C. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems—a review. *Food Control*, 54, 111-119.
- Canbaz, B. (2021). Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) ekstraktı içeren yenilebilir jelatin filmlerinin tavuk etinin oksidatif stabilitesi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi.
- Candoğan, K. (2009). Antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki yenilebilir filmlerin taze etlerin raf ömrüne etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Araştırma Projesi, Ankara, 92s.
- Cervený, J., Meyer, J. D., ve Hall, P. A. (2009). Microbiological spoilage of meat and poultry products. In *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages* (pp. 69-86). Springer, New York, NY.
- Chaichi, M., Hashemi, M., Badii, F., ve Mohammadi, A. (2017). Preparation and characterization of a novel bionanocomposite edible film based on pectin and crystalline nanocellulose. *Carbohydrate Polymers*, 157, 167-175.
- Coşkun Topuz, F. ve Boran, G. (2018). Jelatin bazlı yenilenebilir film ve kaplamalar. *Akademik Gıda*, 16 (3), 332-339.
- Czerner, M., Fasce, L. A., Martucci, J. F., Ruseckaite, R., ve Frontini, P. M. (2016). Deformation and fracture behavior of physical gelatin gel systems. *Food Hydrocolloids*, 60, 299-307.
- Çelik, İ., ve Tümer, G. (2016). Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akademik*

Gıda, 14(2), 180-188.

- Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Çabuk, D., İyiekmekçi, B., Kurbandurdiyev, H., ve Cevahiroğlu, H. (2013). Dana etinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı ambalajlama yöntemleri ve depolama süresinin etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2013(2), 62-70.
- Çölük, G., Ural, E., ve Kandırmaz, E. A. (2022). Flame retardant and antimicrobial paper coatings with rosemary oil and barium borate. *Cellulose Chemistry and Technology*.
- Delikanlı, B., ve Özcan, T. (2014). Probiyotik içeren yenilebilir filmler ve kaplamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 59-70.
- Dikel, Ç. (2012). Kitosan eklenen jelatin ile kaplamanın çipura (*Sparus aurata* L., 1758) filetoalarının soğukta (+4C) depolanması esnasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değişimler üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi.
- Doğangün Bahtimur, E. (2018). Limon kabuklarından antimikrobiyal özellikli yenilebilir film üretimi ve karakterizasyonu. Hacettepe Üniversitesi.
- Eker, B. ve İçöz, A. (2017). Smart, active and sustainable food packaging. *Center for Quality*.
- Gallego, M. G., Gordon, M. H., Segovia, F., ve Almajano Pablos, M. P. (2016). Gelatine-based antioxidant packaging containing *Caesalpinia decapetala* and *Tara* as a coating for ground beef patties. *Antioxidants*, 5(2), 10.
- Gennadios, A., & Weller, C. L. (1991). Edible films and coatings from soymilk and soy protein. *Cereal Foods World*, 36(12), 1004-1009.
- Gómez-Estaca, J., De Lacey, A. L., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., ve Montero, P. (2010). Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food microbiology*, 27(7), 889-896.
- Gökmen, S. (2021). Effect of different thawing methods on quality properties of stuffed pasta (manti). *Italian Journal of Food Science*, 33(SP1), 170-178.
- Gökmen, S., Kocabaş, A., Savran, İ., Sayaslan, A., Aydın, M. F., ve Yetim, H. (2019). Effect of infrared, ultraviolet-c radiations and vacuum drying on certain chemical and microbial characteristics of stuffed pasta (manti). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 100-107.
- Göktaş, S. M. (2022). Zeytin yaprağı ekstraktı, gliserol ve jelatin içeren çözelti ile kaplanıp depolanan sığır etlerinde fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik değişimler. Harran Üniversitesi.
- Ha, J. U., Kim, Y. M., ve Lee, D. S. (2001). Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 14(2), 55-62.
- Hecer, C. (2012). Et teknolojisinde ambalajlama yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31(1), 57-62.
- Herring, JL, Jonnalongadda, SC, Narayanan, VC ve Coleman, SM (2010). Soğuk depolamada jelatin kaplı domuzun oksidatif stabilitesi. *Et Bilimi*, 85 (4), 651-656.

- İçöz, A. (2017). Tekirdağ Köftesinin farklı oranlarda jelatin, gliserol ve kekik ekstraktı içeren çözelti ile kaplanması raf ömrüne etkisinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi.
- İçöz, A., ve Eker, B. (2016). Tekirdağ Köftesi ambalajında kullanılan biyolojik tabanlı kaplama malzemesinin ürün kalitesi üzerine etkisi. *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. doi: 10.17366/uahmf.2016824335
- Jaberi, R., Kaban, G., ve Kaya, M. (2019). Effects of vacuum and high-oxygen modified atmosphere packaging on physico-chemical and microbiological properties of minced water buffalo meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(3), 421.
- Karim, A. A., ve Bhat, R. (2008). Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. *Trends in food science and technology*, 19(12), 644-656.
- Kasar, H. (2022). Mikrodalga plazma teknolojisi ve gıda/yemek sanayinde kullanımı: Mantı örneği. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Keçeci, S. (2018). Sığır eti köftelerinin bazı fizikokimyasal, tekstürel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı düzeylerde dondurarak kurutulmuş çeşitli sebze turşusu tozlarının etkilerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılınç, D. (2017). Kekik yağı katılmış jelatin filmlerinin antioksidan aktivitesi ve bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi.
- Kılınççeker, O., ve Hepsağ, F. (2010). Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 5(2), 20-27.
- Kodal, B. (2008). Antioksidan özelliğindeki yenilenebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkileri. Ankara Üniversitesi.
- Kozan, H. İ. (2012). Kıyım haline getirilmiş sığır etlerinin kalite özellikleri üzerine çeşitli ışık kaynaklarının etkileri. Selçuk Üniversitesi.
- Krochta, J. M. (2017). Edible protein films and coatings. *Food proteins and their applications*, 529-550.
- Li, J. H., Miao, J., Wu, J. L., Chen, S. F., ve Zhang, Q. Q. (2014). Preparation and characterization of active gelatin-based films incorporated with natural antioxidants. *Food Hydrocolloids*, 37, 166-173.
- Noor, S., Bhat, Z. F., Kumar, S., ve Kousar, I. (2017). Asparagus racemosus: A newly proposed natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of meat products. *Nutrition and Food Science*, 673-687.
- Oğuzhan, P., ve Yangılar, F. (2016). Yenilebilir film ve kaplamaların gıda endüstrisinde kullanımı. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1).
- Olfaz Hezer, E. (2018). Taze etin bozulma sürecinin tahribatsız optik yöntemlerle incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Öz, A. T., ve Süfer, Ö. (2012). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalite üzerine yenilebilir film ve kaplamaların etkisi. *Akademik Gıda*, 10(1), 85-91.

- Özay, D. (2019). Jelatin ve kitosan bazlı yenilebilir aktif kaplamanın inci kefalı kalitesine etkisinin araştırılması. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Polat, S. (2016). Nanokompozit ambalaj filmi üretimi ve bazı gıdaların ambalajlanmasında kullanım olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi.
- Rentfrow., G., Linville., M. L., Stahl, C. A., Olson., K. C., and Berg., E. P., 2004, The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time, *Journal of Animal Science*, 82, 3034-3037.
- Sagoo, S., Board, R., ve Roller, S. (2002). Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products. *Food microbiology*, 19(2-3), 175-182.
- Tammineni, N., Ünlü, G., Rasco, B., Powers, J., Sablani, S., ve Nindo, C. (2012). Trout- Skin gelatin- based edible films containing phenolic antioxidants: Effect on physical properties and oxidative stability of cod- liver oil model food. *Journal of food science*, 77(11), E342-E347.
- Tokatlı, K., ve Demirdöven, A. (2015). Kitosan ve kitosan bazlı yenilebilir film uygulamaları. *Akademik Gıda*, 13(4), 348-353.
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F. T. Ve Turhan, S. (2017). Yenilebilir film ve kaplamalar: üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. *Akademik Gıda*, 15(1), 84-94.
- Tüğen, A. (2018). Farklı oranlarda limon yağı katılmış jelatin-kitosan filmlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi.
- Umaraw, P., ve Verma, A. K. (2017). Comprehensive review on application of edible film on meat and meat products: An eco-friendly approach. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(6), 1270-1279.
- Üçüncü, M. (2007). Gıda ambalajlama teknolojisi. Yy.
- Valdes, A., Ramos, M., Beltrán, A., Jiménez, A., & Garrigós, M. C. (2017). State of the art of antimicrobial edible coatings for food packaging applications. *Coatings*, 7(4), 56.
- Vodnar, D. C., Pop, O. L., Dulf, F. V., & Socaciu, C. (2015). Antimicrobial efficiency of edible films in food industry. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2), 302-312.
- Yasar, S., Nizamlıoğlu, N. M., Gücüş, M. O., Bildik Dal, A. E., ve Akgul, K. (2022). *Origanum majorana* L. essential oil-coated paper acts as an antimicrobial and antioxidant agent against meat spoilage. *ACS omega*, 7(10), 9033-9043.

EKLER

EK A1: Duyusal analiz formu

Tarih:

Örnek: Sığır Kıyması

Lütfen size verilen örneklere 1 ile 5 arasında puan veriniz

		Petri Kutuları									
Kategori	Nitelik	Puan	A	B	C	D	E	F	G	H	I
RENK	Parlak Kırmızı	5									
	Pembemsi Kırmızı	4									
	Kırmızımsı Kahverengi	3									
	Pembe	2									
	Soluk Pembe	1									
KOKU	Çok Hoş	5									
	Hoş	4									
	Kabul Edilebilir	3									
	Nahoş	2									
	Çok Nahoş	1									
GENEL İZLENİM	Kabul Edilebilir										
	Çok İyi	5									
	İyi	4									
	Orta	3									
	Kötü	2									
	Çok Kötü	1									
	Kabul Edilemez										
	-	0									



ÖZGEÇMİŞ