

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**FARKLI UÇUCU YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN
ANTİBAKTERİYEL YENİLEBİLİR FİLMLERİN
TAVUK ETİNİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Şeyhmus PARILTI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TUNCELİ-2026

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**FARKLI UÇUCU YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN
ANTİBAKTERİYEL YENİLEBİLİR FİLMLERİN
TAVUK ETİNİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Şeyhmus PARILTI
(220041104)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TUNCELİ-2026

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FARKLI UÇUCU YAĞLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN
ANTİBAKTERİYEL YENİLEBİLİR FİMLERİN
TAVUK ETİNİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Şeyhmus PARILTI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 07/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Burcu
ATALAY
(Kahramanmaraş İstiklal
Üniversitesi)

BAŞKAN

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza

Doç. Dr. Yeliz İPEK
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN

Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB024-22

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve sanat eserleri kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

07/01/2026

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Şeyhmus PARILTI

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında hoşgörüsü, ilgisi ve yardımlarıyla her zaman desteklerini sağlayan değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı YLMUB024-22 numaralı proje ile destekleyen Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca manevi olarak desteklerini esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

Şeyhmus PARILTI
TUNCELİ-2026



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
RESİMLER LİSTESİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLOLAR LİSTESİ.....	VI
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Tavuk Eti için Yenilebilir Film ve Ambalajlamanın Önemi.....	4
1.2.Uçucu Yağ katkılı Filmin Tavuk Etinde Ambalaj Olarak Kullanımı.....	5
1.3.Daha Önce Uçucu Yağ ve Film Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	6
2. MATERYAL VE METOT.....	10
2.1.Materyal.....	10
2.2. Metot.....	10
2.2.1. Yenilebilir filmlerin elde edilmesi.....	10
2.2.2. Tavuk göğüs eti örneklerine filmlerin uygulanması.....	10
2.2.3. Film uygulanan tavuk eti örneklerine uygulanan mikrobiyolojik analizler.....	11
2.2.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı.....	12
2.2.3.2. Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayımı.....	12
2.2.3.3. Koliform bakteri sayımı.....	12
2.2.3.4. <i>Lactobacillus</i> spp.sayımı.....	13
2.2.4. Kimyasal analizler.....	14
2.2.4.1. Tavuk eti örneklerinde pH değeri analizi.....	14
2.2.4.2.Tiyobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) değeri analizi.....	14
2.2.4.3. Su aktivitesi analizi.....	14
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
3.1. Mikrobiyolojik Analizlerin Sonuçları.....	15
3.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı.....	15
3.1.2. Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısı.....	18
3.1.3. Koliform bakteri sayısı.....	20
3.1.4. <i>Lactobacillus</i> spp.sayısı.....	22
3.2. Kimyasal Analizlerin Sonuçları.....	23
3.2.1. Tavuk eti örneklerine uygulanan pH analizi değerleri.....	23
3.2.2. Tavuk eti örneklerinin tiyobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) değerleri..	26
3.2.3. Tavuk eti örneklerinin aw değerleri.....	27
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	29
5. KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ	

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1.	Besiyeri hazırlığının yapılması.....	11
Resim 2.2.	Besiyeri ve film çözeltilerinin hazırlanması.....	11
Resim 2.3.	Hazırlanan bazı besiyerlerin dökülerek kurumaya bırakılması	12
Resim 2.4.	Mikrobiyolojik ekimlere hazırlık yapılması.....	13
Resim 2.5.	Bazı mikrobiyolojik ekimlerle ilgili görüntüler.....	13



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının günlere göre değişimi.....	16
Şekil 3.2.	Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısının günlere göre değişimi.....	20
Şekil 3.3.	Koliform sayısının günlere göre değişimi.....	21
Şekil 3.4.	<i>Lactobacillus</i> spp. sayısının günlere göre değişimi.....	23
Şekil 3.5.	Tavuk eti örneklerinin pH değerlerinin günlere göre değişimi.....	25
Şekil 3.6.	Tavuk eti örneklerinin TBARS değerlerinin günlere göre değişimi.....	26
Şekil 3.7.	Tavuk eti örneklerinin aw değerlerinin günlere göre değişimi	28

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	TMAB sayısının günlere göre değişimi (log kob/g).....	15
Tablo 3.2.	TPAB sayısının günlere göre değişimi (log kob/g).....	18
Tablo 3.3.	Koliform bakteri sayısının günlere göre değişimi (log kob/g).....	20
Tablo 3.4.	<i>Lactobacillus</i> spp. sayısının günlere göre değişimi (log kob/g).....	22
Tablo 3.5.	pH değerlerinin günlere göre değişimi.....	25
Tablo 3.6.	TBARS değerlerinin günlere göre değişimi.....	26
Tablo 3.7.	Aw değerlerinin günlere göre değişimi	27



SEMBOLLER LİSTESİ

mL	: Mililitre
°C	: Santigrat
dk	: Dakika
g	: Gram
%	: Yüzde
kob/g	: Koloni oluşturan birim/gram
aw	: Su aktivitesi
M	: Molarite



KISALTMALAR LİSTESİ

GRAS	: Güvenli olarak kabul edilen
TBARS	: Tiyo barbutirik asit reaktif substans
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TPAB	: Toplam psikrofilik aerobik bakteri
PCA	: Plate count agar
MRS	: De Man Ragosa Sharpe Agar
TCA	: Trikloro asetik asit
TBA	: Tiyoarbitürük asit
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
K	: Kontrol
S	: Sarımsak yağı
N	: Nane yağı
KE	: Kekik yağı
L	: Limon kabuğu yağı
P	: Portakal kabuğu yağı
KŞ	: Kişniş yağı

ÖZET

Bu çalışmada sodyum kazeinat-nişasta esaslı polimere antimikrobiyal etkili farklı uçucu yağlar eklenerek (sarımsak, nane, kekik, limon kabuğu, portakal kabuğu, kişniş) sodyum kazeinat-nişasta polimeri esaslı yenilebilir film elde edilmiştir. Tavuk göğüs etlerinin bu filmler ile kaplanarak +4 °C’de 20 gün süresince muhafaza edilmesi sağlanmış ve bu filmlerin tavuk etinin raf ömrü ve kalitesi üzerine etkisi belirlenmiştir. Kullanılan uçucu yağlara göre örnek grupları oluşturulmuş ve kontrol grubu dışındaki tüm gruplara kaplama işlemi yapılmıştır. Antibakteriyel filmle kaplanan örnekler steril kaplara koyulup her birisi parafilm ile hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Sonrasında 0., 1., 4., 8., 12., 16. ve 20. günlerde mikrobiyolojik analizler ve kimyasal analizler yapılmak üzere buzdolabında muhafaza edilmiştir. Mikrobiyolojik olarak koliform bakteri, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, *Lactobacillus* spp., sayılarının belirlenmesi için analizler yapılmıştır. Kimyasal olarak ise pH, TBARS ve aw analizleri yapılmıştır.

Çalışmadaki tüm mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde, filmlerin TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. ve Koliform mikroorganizma sayısını düşürdüğü belirlenmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslama yapıldığında en etkili grubun sarımsak yağının kullanıldığı filmler ile kaplanan grup olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. için nane, kekik ve limon uçucu yağlarının kullanıldığı gruplar takip etmiştir. Yine kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, filmlerin TBARS ve pH değerlerinin yükselmesini yavaşlattığı belirlenmiştir. Filmlerin aw değerlerine etkisi ise az olmuştur.

Çalışma sonucunda farklı uçucu yağların sodyum kazeinat-nişasta polimerine katılarak oluşturulduğu filmlerin tavuk göğüs etlerinin raf ömrü üzerine olumlu etkilerinin olduğu ve kaliteyi koruduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaların özellikle gıda endüstrisinde raf ömrü sınırlı olan çabuk bozulmaya eğilimli besin değeri yüksek et ve et ürünleri için uygulanması bu gıdaların güvenli olarak daha uzun süre muhafaza edilmesini ve kalitenin korunmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla bu tür çalışmalarla elde edilecek başarılı sonuçlar günümüzde çevre duyarlılığına sahip tüketicilerin güvenilir ve kaliteli gıdaya olan taleplerinin karşılanmasını ve doğal yenilebilir ambalajlarla ilgili yeni çalışmaların yapılmasını mümkün kılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağ, antibakteriyel, yenilebilir film, tavuk eti, raf ömrü, kalite

ABSTRACT

Effect of antibacterial edible films produced using different essential oils on the shelf life and quality of chicken meat

In this study, edible films based on sodium caseinate-starch polymer were obtained by adding different essential oils with antimicrobial effects (garlic, mint, thyme, lemon peel, orange peel, coriander) to a sodium caseinate-starch polymer. Chicken breast meats were coated with these films and stored at +4°C for 20 days, and the effect of these films on the shelf life and quality of chicken meat was determined. Sample groups were created according to the essential oils used, and the coating process was applied to all groups except the control group. Samples coated with antibacterial film were placed in sterile containers, each sealed airtight with parafilm. Subsequently, they were stored in the refrigerator for microbiological and chemical analyses to be performed on days 0, 1, 4, 8, 12, 16, and 20. Microbiological analyses were performed to determine the numbers of coliform bacteria, total mesophilic aerobic bacteria, total psychrophilic aerobic bacteria, and *Lactobacillus* spp. Chemical analyses included pH, TBARS, and aw.

When all microbiological analysis results in the study were evaluated, it was determined that the films reduced the numbers of TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp., and coliform microorganisms. Compared to the control group, the most effective group was determined to be the group coated with films using garlic oil. This was followed by the groups using mint, thyme, and lemon essential oils for TMAB, TPAB, and *Lactobacillus* spp., respectively. Furthermore, when the chemical analysis results were evaluated, it was determined that the films slowed down the increase in TBARS and pH values. The effect of the films on aw values was minimal.

The study determined that films created by incorporating different essential oils into a sodium caseinate-starch polymer had a positive effect on the shelf life and quality preservation of chicken breast meat. The application of these studies, particularly to perishable, high-nutritional-value meat and meat products with limited shelf life in the food industry, would ensure longer safe preservation and quality maintenance of these foods. Therefore, successful results from such studies will meet the demands of environmentally conscious consumers for reliable and high-quality food and will enable new research on natural, edible packaging.

Keywords: Essential oil, antibacterial, edible film, chicken meat, shelf life, quality

1. GİRİŞ

Gıdalar içerdikleri besin öğelerinden dolayı kısa sürede bozulabilirler. Bu sebeple her aşamada biyokimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı gıda ürünlerinin korunmaları gerekmektedir. Bunun için her zaman sadece soğutma işlemi yeterli olmamaktadır. Bundan dolayı gıdaların hem raf ömrünü uzatmak hem de kalitesini korumak için ambalajlama işlemi yapılmalı; ayrıca ambalaj içine koruyucu etkin bileşenler eklenmeli ve sonra depolama yapılmalıdır. Ancak bu bileşenler sayesinde ya mikroorganizma faaliyeti durdurularak ya da tamamen yok edilerek gıdanın raf ömrü ve kalitesi daha etkin korunabilmektedir. Toplam bakteri, maya- küf sayıları gıdanın hijyeni ile ilgili bilgi vermektedir. Ayrıca bu değerler tavuk etinin muhafaza sürecinin değerlendirilmesinde kalite endeksi olarak kabul edilmektedir (İbrahim ve ark., 2014).

Uçucu yağlar, doğal olmaları ve antibakteriyel özellik göstermeleri nedeniyle doğal gıda üretiminde antimikrobiyel amaçla kullanılabilir (Cerit, 2008). Gıda sanayinde uçucu yağ kullanılabilen bitkilerin diğer koruyuculara göre daha güvenli olduğu tespit edilmiştir (Nair ve ark., 2005). Uçucu yağ elde edilen ve antimikrobiyal özellik gösteren bu bitkilerin hazır gıdaların üretiminde kullanılmaları sayesinde bu gıdaların muhafaza süreleri uzatılabilmektedir (Faragve ark., 2016). Mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösteren uçucu yağ kullanılan bazı bitkiler kekik, adaçayı, karanfil, biberiye, çörekotu, sarımsak gibi bitkilerin uçucu yağlarıdır (Barker, 2019). İlaveten kimyon, defne, tarçın, greyfurt, kişniş, limon, soğan, portakal, karabiber, mercanköşk, zerdeçal, üzüm çekirdeği yağ gibi yağlar da antimikrobiyal aktivite gösteren başlıca uçucu yağlardır (Tassou ve ark., 2000; Nasar-Abbas ve ark., 2004). Bu bitkilerin uçucu yağlarının antimikrobiyel etki göstermesinin sebebi bileşiminde bulunan fenol, alkoller ve aldehit gibi bileşenlerinin bulunmasından dolayıdır (Nychas, 1995). Günümüzde uçucu yağ katkılı malzemelerin et ve et ürünlerinde kullanılması ile ilgili çalışmalara yoğunlaşılmıştır (Royo ve ark., 2010).

Gıdaların raf ömrünü uzatmak ve kalitesini düzeltmek için bitki özleri üzerinde çalışılmaktadır (Botsoglou ve ark., 2003). Uçucu yağlar, bitkilerin çeşitli kısımlarından elde edilebilmektedir. Uçucu yağlar, doğal koruyucular olarak kabul edilmiş ve gıdalarda kullanılmalarına izin verilmiştir (Nychas, 1995). Uçucu yağların kullanımı sınıflandırmada güvenli olarak kabul edilmiştir (Tiwari ve ark., 2009). Ancak bunların kullanıldıkları bazı gıdalarda reaksiyona girmesi ve lezzette baskın bir tat ve aroma oluşturmaları sebebiyle

kullanımları sınırlı olabilmektedir (Burt, 2004). Diğer taraftan ambalajlar gıdanın muhafazasında çok önemli bir yere sahiptir (Debeaufort ve ark., 1998). Çünkü hem işlenmemiş hem de işlenmiş gıda ürünlerinde mikrobiyal kontaminasyonlara rastlanabilmekte ve bu durum ciddi sonuçlara sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle ürünlerin önemli şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir (Padgett ve ark., 1998). Bu doğal antimikrobiyal özellikteki uçucu yağların kullanıldığı filmler ile ambalajlanmış gıda ürününde mikroorganizma gelişimi yavaşlatılarak ya da tamamen durdurularak hem ürünün raf ömrü artırılabilir hem de kalitesi korunabilmektedir (Appendini ve Hotchkiss, 2002; Kamper ve Fennema, 1985).

Gıda sanayinde kullanılan film ya da kaplamalar yenilebilir (biyobozunur) ve sentetik olarak ikiye ayrılırlar. Yenilebilir özellikteki bu malzemeler gıdalar ile birlikte tüketilebilen yeni teknolojiler olarak karşımıza çıkmaktadır (Beckett, 2000; Valencia-Chamorro ve ark., 2009). Yenilebilir filmler genellikle, soğukta muhafaza edilen su ürünleri, tavuk eti, kırmızı et gibi protein değeri yüksek gıdaların kullanım süresini uzatmak ve kalitesini korumak amacıyla kullanılmaktadır. Film ya da kaplamaların güvenilir olmakla birlikte ürünün solunumuna yavaş yavaş izin vermesi ve uzun muhafaza sürelerinde mikrobiyal bozulmayı engellemesi ya da tamamen durdurması önemli özelliklerdendir (Kılınççeker ve Hepsağ, 2010; Erol ve Turhan, 2012).

Günümüzde yapılan araştırmalarda ambalajlamada kullanılan petrol türevli kimyasal ambalajların ekolojik olarak zarar verdiği bir gerçektir (Davis ve Song, 2006). Kimyasal malzeme olarak kullanılan petrol kaynaklarının sınırlı olması ve herşeyden önemlisi çevre kirliliğine sebep olması nedeniyle gıdalarda ambalaj malzemesi olarak kullanımında doğal katkıları içeren yenilenebilir doğal malzemelerin ambalaj olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Namazi ve Mosadeg, 2011). Yenilebilir filmler et ve et ürünleri ile dış ortam arasında güçlü bir koruma vazifesi görerek oksijen temasını ve fiziksel darbeleri engelleme açısından önem teşkil etmektedir (Baron ve Sumner, 1993; Field ve ark., 1986). Yenilebilir doğal ambalaj malzemesi olarak lipid, karbonhidrat ve protein gibi doğal polimerler kullanılmaktadır (Çelebi ve Dehmen, 2013; Robertson, 2013). Polisakkarit olarak, nişasta, kitosan, selüloz gibi farklı polisakkaritler kullanılmaktadır. Bitkisel protein kaynakları olarak mısır zeini, buğday gluteni, yer fıstığı gibi malzemeler kullanılırken; jelatin, kollajen, kazein gibi malzemeler hayvansal protein olarak kullanılabilmektedir (Robertson, 2013). Film ya da kaplamalar oluşturulurken bu malzemelerden başka plastikleştirici, antioksidan vb. malzemeler de kullanılmaktadır

(Üstünol, 2009). Bu şekilde gıda ile çevre arasında dış faktörler açısından engelleyici özellik gösteren, gıdaların raf ömrünü uzatmak ve kalite özelliklerini korumak amacıyla yenilebilir ve biyobozunur olarak parçalanabilen ambalajlara olan ihtiyaç günden güne artmaktadır (Canbaz, 2021).

Günümüzde tüketicilerin hem güvenlik hem de kalite ile ilgili bu taleplerinden dolayı yenilebilir filmler; aktif ve akıllı gıda ambalajlama sistemlerinde yer almıştır (Candan ve Bağdatlı, 2018). Yenilenebilir filmlerin çevre dostu özellikte yani biyobozunur olması, ekonomik özellikte ve temininin kolay olması bu filmlerin kimyasal malzemelere alternatif olmasını sağlamıştır (Tang ve ark., 2012; Lourdin ve ark., 1995; Appendini ve Hotchkiss, 2002). Diğer taraftan yenilebilir filmlerin ürün ile beraber tüketilebilme özelliği vardır. Özellikle yenilebilir biyofilmlerin içeriğinde protein bulunması durumunda gıdanın besleyici değeri artabilmekte ve gıdaların duysal özellikleri de artırılabilir (Dursun ve Erkan, 2009). Lipidlerin kaplama malzemesi olarak kullanılması ile de nem kayıpları önlenmektedir (Robertson, 2013; Akbaba, 2006). Yine bu filmlere elastikiyet kazandırmak amacıyla diğer katkıları da kullanılmaktadır (Üstünol, 2009). Ayrıca yenilebilir filmler gıdaların küçük miktarlar halinde ambalajlanmasında kullanılabilir. Günümüzde aktif ve akıllı ambalajlama teknolojileri içerisinde yer alan yenilebilir filmler için antimikrobiyal özelliklerin de bu yenilebilir filmlere katılarak nasıl geliştirileceği üzerinde çalışılmaktadır (Erol ve Turhan, 2012). İşte bu bağlamda uçucu yağlar yenilebilir filmlerin antimikrobiyal özelliklerinin iyileştirilmesinde çoğunlukla araştırılan ilave maddelerdir. Bu şekilde elde edilecek biyofilmler, hem gıdanın lezzetine katkıda bulunabilmekte hem de bozulmayı önleyerek ürünün kullanım süresini artırılabilir (Santiago-Silva ve ark., 2009). Uçucu yağlar terpenoidler, terpen, fenolik bileşikler içerdiklerinden dolayı mikroorganizmaların duvar yapılarına zarar vererek mikroorganizmaları durdurmakta ya da yok etmektedir (Ahmad ve ark., 2012). Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında proteinler, karbonhidratlar ve lipidler tek tek ya da birleşik olarak kullanılabilir. Bu filmlerde proteinler ve karbonhidratlar daha çok dayanıklılık oluşturmak için kullanılmakta yağlar ise su geçişini kontrol etmek ve azaltmak açısından kullanılmaktadır (Üstünol, 2009).

Günümüzde çalışma şartlarının ağır olması, zamanın sınırlı olması gibi sebepler dengeli beslenmeyi etkilemektedir. Bu durum da hazır gıdaların daha çok üretilmesine ve tüketilmesine sebep olmaktadır. Bu gıdaların da protein açısından zengin ve besin değeri yüksek bir gıda olması istenmektedir. Tavuk eti besleyici protein içermekte ve yine çok önemli olan yağ asitlerini, vitaminleri ve mineral maddeleri de yapısında bulundurmaktadır

(Marangoni ve ark., 2015). Bu sebeplerle tavuk eti hem besleyici ve ekonomik hem de kolay hazırlanabilen bir gıda olması sebebiyle tercih edilmektedir. İşte bu sebeplerle bu ürünlerin içerisindeki bileşenlerden dolayı raf ömrünün korunması ve kalitesinin muhafaza edilmesi son derece önem taşımaktadır (Doğan ve ark., 2005).

1.1. Tavuk Eti için Yenilebilir Film ve Ambalajlamanın Önemi

Tavuk etinin bozulması birçok nedene bağlı olabilmekte ve bozulma durumu kendisini duyuşal özelliklerdeki değışiklikler ile belli etmektedir. Tavuk etinde gelişen mikroorganizmalar bozulmanın en önemli nedenidir. İlaveten tavuk etinin ışıık ve aşırı sıcaklığa maruz kalması nedeniyle yapısının değışimi ve yağlarının okside olması ile kötü kokunun oluşması gibi durumlar da bu gıdaları tüketilmeyecek duruma getirebilmektedir (Patterson ve McMeekin, 1981). Kanatlı etlerinin muhafazasında kullanılan en iyi yöntem +4°C’de soğukta muhafazadır. Çünkü sıcaklığın düşürölmesi ile bazı reaksiyonlar yavaşlamakta ve mikroorganizma gelişimi engellenerek gıdanın dayanıklılık süresi artırılabilir (Stonehouse ve Evans, 2015). Tavuk etlerinde ambalajlama ve soğuk zincir en çok kullanılan koruma yöntemleridir ancak yine de tavuk etinin 4°C’de muhafaza edildiğinde bile bir hafta gibi kısa bir sürede tüketilebilirliği kaybolabilmektedir. Buzdolabı sıcaklığında tavuk etlerinin bozulmasında en önemli mikroorganizma grubu psikrofillerdir. Ambalajlama endüstrisindeki gelişmelerle birlikte kanatlı etlerinin korunması için yeni teknolojiler ortaya çıkmış ve yeni ambalaj malzemeleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu konudaki yeniliklerden birisi olarak gösterilen filmler kanatlı etlerinin ambalajlanmasında kullanılarak raf ömrünü uzatan ambalajlar olarak nitelendirilmişlerdir. Ayrıca bu ambalajlar kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için de kullanılmaktadır (Dhanapal ve ark., 2012).

Bir et ürününün ilk ve son olarak kalitesinde değışiklik yapan özellikler o ürünün kıvamı, görünümü ve kokusu olabilmektedir. Yapısından dolayı kolay bozulan işlenmemiş et ürünlerinin üretimi ve depolanması sürecinde birçok değışim meydana gelmektedir. Bunlar mikrobiyolojik, fizikokimyasal, biyokimyasal ve enzimatik değışimlerdir. Bunun için bazı önlemlerin alınması gerekli olup bununla birlikte tüketiciler katkı maddelerinin neredeyse hiç kullanılmadığı, uygun maliyetli, daha uzun süre muhafaza edilen gıdaları tüketmek istemektedir (Çelebi Sezer ve Bozkurt, 2021). Çiğ tavuk eti yüksek besin değerine sahip bir gıda olduğu için kontaminasyona elverişlidir. Bu durum da hem sağlık

açısından hem de ekonomik açıdan önemli bir sorundur. Çünkü bununla birlikte çiğ tavuk etinin içerdiği aw ve pH değerlerinin de mikroorganizmaların gelişmesi için uygun olması onların üremesi için gerekli şartları sağlamaktadır (Yıldırım ve ark., 2015).

Son zamanlarda tavuk eti ve ürünleri için tüketicilerin ambalajlama isteklerindeki değişikliklerden dolayı ilgili yeniliklerin yapılması sağlanmış, hem tavuk etinin kalitesini korumak hem de güvenliğini sağlamak açısından antimikrobiyal ve antioksidan doğal malzemelerin kullanıldığı yeni ambalajlama metotlarına yönelinmiştir (Suppakul ve ark.,2003). Bu konudaki önemli değişimlerden biri de yenilebilir film ve kaplamaların tavuk eti ambalajlanmasında kullanılmasıdır (Aguirre-Joya ve ark., 2018). Bu tür ambalajlama, doğal koruyucu içeren ve gıdayı koruyan birçok fonksiyona sahiptir. Bu kapsamda antimikrobiyal ve antioksidant özellik gösteren ambalajlar, gıdanın kontrolünü sağlamaktadır. Özellikle de bu ambalajlar gıdada mikroorganizmaların büyümeleri ve oksidasyonu için bariyer oluşturmakta böylece tavuk etinin kullanım ömrünü artırmaktadır (Sofi ve ark., 2018; Nwakaudu ve ark., 2015). Yenilebilir kaplamalar 5 çeşit yöntem ile gıdalara uygulanır. Bunlar; püskürtme, boyama, dökme, damlatma ve daldırma yöntemleridir (Dhanapal ve ark., 2012).

1.2. Uçucu Yağ Katkılı Filmin Tavuk Etinde Ambalaj Olarak Kullanımı

Bu alanda yaygın olarak kullanılan doğal maddeler arasında uçucu yağlar gelmektedir. Antioksidan, antimikrobiyel, antifungal özellikteki bileşenleri içermesinden dolayı uçucu yağlar; yenilebilir filmlerde gıdanın kalitesini, duyu özelliklerini ve dayanıklılık süresini uzatmak için kullanılmaktadır (Botsoglou ve ark., 2003). Uçucu yağlar bitkilerin çeşitli yerlerinden elde edilmekle birlikte genellikle üretimlerinde farklı destilasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Chouliara ve ark., 2007). Elde edilen bazı yağlardan çevre dostu filmlerin oluşturulduğu bazı çalışmalar bulunmaktadır (Fратиanni ve ark., 2010). Et ve et ürünlerinde kullanılan baharatların başında kekik, sarımsak, kırmızı biber, karabiber gelmekle beraber farklı baharatlar ve yağlar da lezzet ve farklılık oluşturmak için kullanılabilir.

Tavuk eti içerdiği besin bileşenlerinden dolayı mikrobiyolojik bozulmalara karşı duyarlı gıdalardan birisidir. Taze kanatlı etleri genellikle bir hafta ile 12 gün arasında bir raf ömrüne sahiptir. Kanatlı etlerinin en iyi şekilde muhafaza edilmesi, raf ömrünün artırılması ve kalitesinin korunması için ambalajlama alanında düzenlemeler yapılması

gerekmektedir. Bu da ancak doğal ambalajlama olanakları ile ilgili yeni teknolojilerin oluşturulmasıyla olabilecektir. Bu çalışmada tavuk göğüs etinin depolanması sürecinde raf ömrünü uzatmak ve kalite özelliklerini korumak için güvenilir doğal sodyum kazeinat – nişasta esaslı polimer elde edilmiş ve bu polimere uçucu yağlar katkılanarak yenilebilir filmler üretilmiştir. Bu yenilebilir filmlere sarılı tavuk göğüs etlerinin 20 gün boyunca 4°C’de depolanması sağlanmış ve belirli günlerde analizlerinin yapılarak mikrobiyolojik ve kimyasal değerlendirmelerinin yapılması amaçlanmıştır. Çünkü uçucu yağ ilaveli yenilebilir filmlerle tavuk etinin kaplanarak depolanmasına yönelik literatürde az çalışmaya rastlanmaktadır. Farklı uçucu yağların ayrı ayrı sodyum kazeinat-nişasta esaslı polimerlere katkılanarak biyofilmlerin oluşturulduğu ve bu biyofilmlerle tavuk etinin kaplanarak korunmasına yönelik çalışma sayısı ise çok sınırlıdır. Ayrıca bu çalışmada doğal antimikrobiyal katkı olarak portakal ve limon kabuğu yağı kullanılarak yenilebilir filmlerde kullanım potansiyelinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Çünkü genellikle atık olarak işlem gören limon ve portakal kabuklarının yeniden geri dönüşümünün sağlanarak yağlarının elde edilmesi ile sürdürülebilirlik kapsamında bu doğal malzemenin atık yerine kazanca dönüştürülebileceği gösterilmek istenmiştir. Yine tavuk etinin bu yenilebilir filmlerle bozulması önlendiğinde ve raf ömrü artırıldığında halk sağlığı korunacak, ürünün kalitesi korunacak ve ekonomik kayıplar azaltılacaktır.

1.3. Daha Önce Uçucu Yağ ve Film Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Farklı esansiyel yağların uygulandığı çalışmalardan elde edilen veriler incelendiğinde kontrol grubuna göre toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının depolama süresi boyunca azaldığı bildirilmiştir (Fratianni ve ark., 2010; Sharafati Chaleshtori ve ark., 2016).

Bir çalışmada selüloz asetatlı bir film üretilmiş ve içerisine % 50 oranında biberiye yağı kullanılmıştır. Bu filmlerle kaplanan tavuk göğüs etleri altı gün depolandığında psikrofilik ve koliform bakteri sayısının azaldığı belirtilmiştir (De Melo ve ark., 2012).

Farklı bir çalışmada portakal, kekik, defne, adaçayı yağlarının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans*'a karşı etkisi incelenmiştir. Kekik yağının diğerlerinden daha fazla etkili olduğu belirtilmiştir (Çelikel ve Kavas, 2008).

Sorgum unu ve patatesin kaplama materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada 0. günden başlanarak 5'er gün arayla 15. güne kadar 4°C'de depolanan örneklerin toplam TPAB, TMAB, koliform bakterileri ile pH ve tiyobarbitürik asit analizleri yapılmıştır. Depolama süresince TMAB ve TPAB sayısının azaldığı, TBA değerinde ise artışın yaşandığı ve pH değerine ise etkisinin olmadığı vurgulanmıştır (Malav ve ark., 2013).

Song ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada çipura balığının muhafaza süresini artırmak için aljinat içeren filme vitamin C ve çay polifenollerini eklemişlerdir. Bu maddeler sayesinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı azalmıştır. Ayrıca bu maddeler TBA, pH, TVB-N üzerinde olumlu yönde etkili olarak bozulmayı azaltmış ve kalite de korunmuştur.

Tavuk göğüs etinin kaplama malzemesine kekik ve biberiye esansiyel yağları katılarak 4°C'de 21 gün depolanması yapılmıştır. Çalışma sonucunda biberiye yağının kekik yağına göre antimikrobiyal olarak daha etkili olduğu belirtilmiştir (Fratanni ve ark., 2010).

Sharafatı ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada % 0.5, % 1.0 ve % 2.0 oranında kimyon ve okaliptüs uçucu yağlarının kullanıldığı kitosan bazlı filmler ile kapladıkları tavuk etlerini dokuz gün boyunca 4°C'de muhafaza etmişler ve bu yağların tavuk etinin raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Bunun için TMAB, Enterobacteriaceae, maya-küf ve laktik asit bakteri sayımı yapılmış ve mikroorganizma sayılarının azaldığı tespit edilmiştir.

Zivanovic ve ark. (2005) çalışmalarında, % 1.0 ve % 2.0 oranlarında kekik uçucu yağı ile katkılanmış kitosan filmlerini uyguladıkları salamlarda filmin 5°C'de 10 günlük depolama sonunda *Escherichia coli* O157:H7 sayısını 3 log düzeyinde azalttığını bildirmişlerdir.

Anason, fesleğen, kişniş, kekik uçucu yağlarını kullanarak yenilebilir filmler elde eden araştırmacılar, filmleri bologna tipi sosis dilimlerine uygulamışlardır. Filmlerin uygulandığı örneklerde patojen bakterilerin azaldığı belirtilmiştir (Zivanovic ve ark., 2005).

Fernández-Pan ve ark. (2014), % 0.01 oranında kekik ve- % 0.02 oranında karanfil uçucu yağı ekleyerek film üretmiş ve filmi tavuk göğüs etine uygulayarak bunun kalite ve raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Kekik yağının örneklerin muhafaza süresini iki katına çıkardığı belirtilmiştir.

Kamkar ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada sarımsak uçucu yağı ilaveli kitosandan oluşan filmlerle tavuk filetolarını sararak 4°C'de muhafaza etmiş ve muhafaza süresince mikrobiyel değişiklikleri incelemiştir. Bu filmler yüksek inhibitör etki göstermiş ve en düşük psikrotrofik mikroorganizma sayısı depolamanın 7. gününde tespit edilmiştir.

Ha ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada % 0,5-1 oranında greyfurt çekirdeği ekstresinin kullanıldığı çok tabakalı polietilen filmlerin uygulandığı işlenmemiş etlerde mikrobiyolojik büyümeyi takip etmişler ve 3 °C'de 18 gün yapılan muhafazada aerobik ve koliform bakterilerin büyümesinde yavaşlamanın olduğunu tespit etmişlerdir.

Bir çalışmada bergamot uçucu yağı kullanılan kitosan filmlerinin narenciyelerde çürümenin sebebi olan *Penicillium italicum* küfüne karşı antifungal etkisi değerlendirilmiş ve konsantrasyondaki artışa bağlı olarak küf gelişmesinin azaldığı bildirilmiştir (Sánchez-González ve ark., 2010).

Zinoviadou ve ark. (2009), % 0.5, 1 ve 1.5 oranlarında güvey otu uçucu yağı katılan serum protein filmlerinin taze ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalara karşı etkinliklerini belirlemeye çalışmıştır. En fazla oranda kullanılan uçucu yağın kullanıldığı örneklerde toplam bakteri sayısı büyük oranda azalmış diğer taraftan laktik asit bakterilerinin gelişmesi durmuştur.

Chidanandaiah ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada bufalo eti köfteleri farklı oranlarda (% 0, 2, 4 ve 6) aljinat filmleri ile kaplanmış ve bu köfteler polietilen torbalar içerisinde buzdolabında depolandığında TBA, toplam bakteri, psikrofilik bakteri ve maya ve küf sayılarının kontrol örneğine göre oldukça azaldığı bildirilmiştir.

Baranenko ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada çeşitli şekillerde işlenmiş et ürünlerine kitosan esaslı jelatin, buğday lifi nişasta, sodyum aljinat gibi kaplamaları uygulamışlardır. Bu uygulamanın toplam sayıyı düşürdüğü bildirilmiştir. % 2 oranında kitosan ve organik asit çözeltisi ile % 2 oranında jelatin ile üretilen filmlerin mikrobiyal yükü düşürdüğü bildirilmiştir. Araştırmacılara göre kitosan esaslı yenilebilir kaplamalar et ürünlerinin mikrobiyal güvenliğini artırmak ve muhafaza süresini uzatmak için önemli etkide bulunmuştur.

Fernández- Pan ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada tavuk göğüs etlerinin raf ömrünü ve kalitesini geliştirmek amacıyla serum protein içeriğine kekik ve karanfil uçucu yağları eklenmiş ve elde edilen yenilebilir filmler tavuk göğüs etlerine uygulanmış ve amaçlanan sonuca ulaşılmıştır.

Zamudio-Flores ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada uçucu yağ kullanılan filmler ile muamele gören numunelerin pH değeri 20. gün sonunda yaklaşık 4,5 seviyesine düşmüştür. TBARS verileri filmliler örneklerde kontrol örneklerinden düşük bulunmuş ve ürünlerdeki yağ oksidasyonu yavaşlamıştır. Dolayısıyla nişasta esaslı filmler kontrol örneklerine göre tekstürel özelliklerini daha iyi koruyabilmiştir.



2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Film üretiminde sodyum kazeinat-nişasta esas olmak üzere gliserin ve agar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tavuk göğüs eti Tunceli’de yerel bir firmadan temin edilmiş ve aynı gün analizlere başlanmıştır. Filmlere antibakteriyel etki sağlamak için bileşen olarak eklenen sarımsak yağı (Arifoğlu), nane yağı (Arifoğlu), kekik yağı (Arifoğlu), portakal kabuğu yağı (Arifoğlu), limon kabuğu yağı (Polente natural), kişniş yağı (Botaniksana) firmalardan satın alınmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Yenilebilir filmlerin elde edilmesi

Sodyum kazeinat ve nişasta esaslı filmler üretilmiştir. Bu amaçla kullanılacak sodyum kazeinat ve patates nişastası karışımı suda çözülerek % 7 polimer içeren film çözeltileri hazırlanmıştır. Toplam polimer miktarının % 25’i kadar gliserin ilave edilmiştir. Ayrıca kıvamı artırmak için % 1 oranında agar kullanılmıştır. Karışım blender ile 15 dakika karıştırılmıştır. Sonra ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 200°C, 500 rpm’de 25 dakika karıştırılarak 90°C’de su banyosunda 15 dakika bekletilmiştir. Oluşan çözelti 45-50°C’ye soğutulup içine polimer miktarının % 5’i oranında uçucu yağ katılarak karışım 5 dakika bir el blenderı ile karıştırılmış ve steril ortama dökülerek filmler elde edilmiştir.

Çalışmada kontrol grubu ile beraber her bir antimikrobiyal uçucu yağ için oluşturulan örnekler ile toplamda 7 farklı grup oluşturulmuştur. Kontrol grubu işlem uygulanmadan oluşturulan grubu temsil ederken diğer 6 grup da farklı antimikrobiyal uçucu yağ kullanılarak oluşturulan grupları göstermektedir.

2.2.2. Tavuk göğüs eti örneklerine filmlerin uygulanması

10’ar g alınan tavuk göğüs eti örnekleri film ile kaplanmış ve örnekler steril kaplarda parafilm ile kapatılarak +4°C’de 20 gün depolanmıştır.

2.2.3. Film uygulanan tavuk eti örneklerine uygulanan mikrobiyolojik analizler

Hazırlanan örnekler için 0., 1., 4., 8., 12., 16. ve 20. günlerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB), koliform ve *Lactobacillus* spp. sayısı belirlenmiştir. Steril ortamda gramajlanan tavuk eti örnekleri (10 g), 90 mL otoklavlanmış haldeki steril peptonlu su ile karıştırılmış ve 2 dakika homojenize edilerek 10^{-7} 'ye kadar seyreltmeler yapılmıştır. Yayma plak yöntemine göre ekim yapılmıştır.



Resim 2.1. Besiyeri hazırlığının yapılması



Resim 2.2. Besiyeri ve film çözeltilerinin hazırlanması



Resim 2.3. Hazırlanan bazı besiyerlerin dökülerek kurumaya bırakılması

2.2.3.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı

Bu sayım için Plate Count Agar (Neogen) kullanılmıştır. Plate Count Agar hazırlanarak otoklavlanmıştır. Steril petrilere dökülen PCA'ya örnek dilüsyonlarından ekim paralelli olacak şekilde yapılmıştır. PCA besiyerlerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış ve yayılmıştır. Petriler 35°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra koloniler sayılarak TMAB hesaplanmıştır (FAO, 1992).

2.2.3.2. Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayımı

Bu sayım için Plate Count Agar (Neogen) hazırlanıp otoklavlanarak steril petrilere dökülmüştür. Örneklerden 0,1 mL otomatik pipet (Isolab) ile alınarak yayma plak yöntemi uygulanmıştır. Ekim yapılan petriler soğutmalı inkübatörde 7 gün süresince 7°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda koloniler sayılarak TPAB hesaplanmıştır (FAO, 1992).

2.2.3.3. Koliform bakteri sayımı

Koliform mikroorganizmaların sayımı için Violet Red Bile Agar (Condalab) kaynatılarak hazırlanıp steril petrilere dökülmüştür. Sonra hazırlanan örnek dilüsyonlarından otomatik pipetler ile yayma plak yöntemine göre ekim yapılmış ve drigalski spatülü ile yayılmıştır (Tağı, 2010). Ekimler paralel şekilde yapılmış olup

inkübatörlerde 35°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda koyu pembe-kırmızı tipik koloniler sayılarak toplam koliform sayısı hesaplanmıştır (Özdikmenli, 2011).



Resim 2.4. Mikrobiyolojik ekimlere hazırlık yapılması

2.2.3.4. *Lactobacillus* spp.

Bu mikroorganizmaların sayımı için De Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar (Merck) besiyeri olarak kullanılmıştır. Örnek dilüsyonlarından 0,1 mL alınarak ekim yapılmış ve anaerobik ortamda 37°C’de 72 saat süre ile inkübasyona bırakılarak sayım yapılmıştır (Downes ve Ito, 2001).



Resim 2.5. Bazı mikrobiyolojik ekimlerle ilgili görüntüler

2.2.4. Kimyasal analizler

2.2.4.1. Tavuk eti örneklerinde pH değeri analizi

10 g tavuk göğüs eti ve 90 mL saf suda Ultra Turrax ile 1 dakika homojenize hale getirildikten sonra pH metre ile ölçüm yapılmıştır. pH ölçümleri 0.,1, 4., 8., 12. 16. ve 20. günlerde kontrol ve örnek gruplarının her birisi için yapılmıştır (Emiroğlu ve ark., 2010).

2.2.4.2.Tiyobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) değeri analizi

Homojen durumdaki tavuk göğüs eti örneklerinden 2 g alınmıştır. Bu örnek üzerine 12 mL Trikloro Asitik Asit (TCA) çözeltisi eklenmiştir. Tekrar homojenizasyon sağlanarak Whatman 1 filtre kağıdı aracılığıyla süzölmüştür. 3 mL kadar süzöntüden alınarak bir deney tüpüne aktarılmış, yine deney tüpüne 3 mL kadar Tiyobarbitürik Asit (TBA) (0.02M) çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Sonra 100°C’de 40 dk su banyosunda bırakılmış ve soğutulularak 2000 rpm de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda okunmuştur. Okuması yapılan absorbans değerleri formölden hesaplanmıştır (Lemon, 1975).

$$TBARS = ((\text{absorbans} / k (0.06) \times 2 / 1000) \times 6.8) \times 1000 / \text{örnek ağırlığı}$$

2.2.4.3. Su aktivitesi analizi

Örneklerin su aktivitesi (aw) 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Bu amaçla tavuk göğüs eti örnekleri cihazın ölçüm kaplarına koyulmuş ve ölçüm sıcaklığı (25°C) ile örneğin sıcaklığı arasındaki fark 0.5°C oluncaya kadar beklenmiştir. Fark sabitlendikten sonra ölçüm başlamış ve cihaz ekranında görönen aw değeri sabitlendikten sonra elde edilen veriler kaydedilmiştir (Atalar ve Dervişoğlu, 2015).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Antimikrobiyal özellikteki uçucu yağ ile katkılандırılmış yenilebilir özellikteki filmler ile kaplanan tavuk göğüs etlerinin 20 gün boyunca 4°C’de depolanması sürecinde yapılan mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçları belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler 3 tekrar ve her tekrarda 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilerek ortalama logaritmik değerler verilmiştir.

3.1. Mikrobiyolojik Analizlerin Sonuçları

3.1.1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı

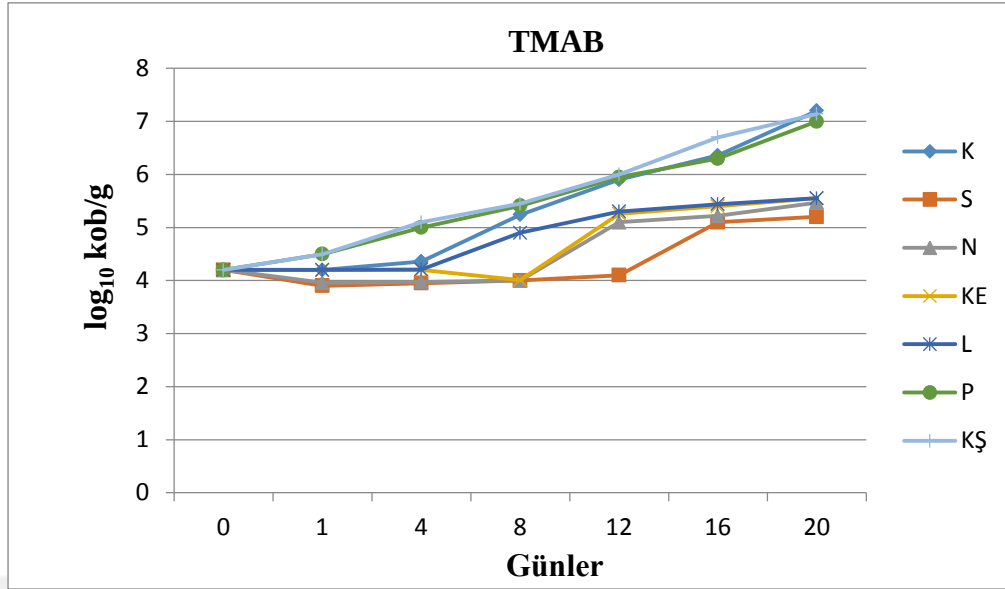
20 günlük analiz süresince çalışmada Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının değişimi Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. TMAB sayısının günlere göre değişimi (log kob/g)

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
1	4,20	3,90	3,96	4,20	4,20	4,50	4,50
4	4,36	3,95	3,97	4,20	4,21	5,00	5,10
8	5,24	4,00	4,00	4,01	4,90	5,41	5,45
12	5,90	4,10	5,10	5,26	5,30	5,95	6,00
16	6,36	5,10	5,22	5,40	5,44	6,30	6,70
20	7,20	5,20	5,47	5,55	5,55	7,00	7,14

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

Yapılan analizler sonucunda TMAB için elde edilen sonuçların 20 günlük depolama süresince değişimi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3. 1. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının günlere göre değişimi

Yapılan çalışmada TMAB sayısı kontrol grubu için 0. gün 4,2 log kob/g olarak bulunmuştur. Daha önceki araştırmacıların çalışmalarına göre; İmar (2021) çalışmasında bu sayıyı $1,70 \times 10^5$ - $3,08 \times 10^5$ kob/g arasında bulmuştur. Saleh ve ark. (1997) tavuk göğüs etlerinde TMAB sayısını 4,4 log kob/g olarak bulmuşlardır. Yıldırım ve ark. (2015) çalışmalarında tavuk göğüs etlerindeki TMAB sayısını ortalama olarak 7,79 log kob/g olarak bulmuşlardır. Sağun ve ark. (1996) piliç göğüs etlerinde toplam TMAB sayılarını ortalama olarak 7,0 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Kundakçı ve ark. (1991) toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının 6,04 log kob/cm² olduğunu, Şahin ve ark. (2017) 5,16 log kob/g ve Efe ve Gümüşsoy (2005) tavuk etlerinde TMAB sayısının 2,39 log kob/g ile 7,59 log kob/g sayıları arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada bulunan başlangıç kontrol değerleri diğer araştırmacılarla kıyaslandığında sonuçların Saleh ve ark. (2015) ve Efe ve Gümüşsoy (2005) çalışmaları ile uyumlu; İmar (2021), Yıldırım ve ark. (2015), Sağun ve ark. (1996), Kundakçı ve ark. (1991) ve Şahin ve ark. (2017) çalışmalarına göre düşük olduğu belirlenmiştir.

TMAB sayısı açısından başlangıçta bulunan kontrol değeri Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları tebliğine göre çiğ kanatlı etleri için ön görülen TMAB sayısı için izin verilen maksimum değer altında bulunmuştur (Anonim, 2006). Önceki çalışmalarda ise bu sayıların daha yüksek olmasının sebebinin tavuk etinin alındığı yerlerin hijyenik şartlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu tebliğe göre tavuk etlerinde kabul edilebilirlik TMAB sayısı sınır

değeri 6,69 log kob/g olarak belirtilmiştir. Tepe (2019) çalışmasında tavuk göğüs etlerine 15 gün sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre belirtilen 6,69 log kob/g sınırına kontrol grubunun 7 günde ulaştığını belirtmiştir. Mevcut çalışmada ise 16. günde 6,36 log kob/g, 20. günde 7,2 log kob/g düzeyine gelinmiş yani ancak 20. günde kontrol değeri tebliğin belirttiği değeri aşmıştır.

Mevcut çalışmada 1. gün sarımsak ve nane uçucu yağı kullanılan filmlerde 0. güne göre TMAB sayılarında bir düşüş gözlenmiş daha sonraki günlerde yavaş bir artış gözlenmiştir. Bunun sebebi bu uçucu yağların diğer yağlara göre 1. gün daha fazla etki göstermesiyle açıklanabilir. Sonuncu gün TMAB sayılarına bakıldığında en yüksek sayının kontrol grubunda olmakla birlikte en düşük sayıların sırasıyla sarımsak, nane, kekik ve limon uçucu yağlarının kullanıldığı filmlerde olduğu belirlenmiştir.

Yine Imar (2021) çalışmasında uçucu yağ katkılı sodyum kazeinat – nişasta filmlerinin uygulandığı örneklerde 8. günde bile TMAB sayısında sadece 3,1 log kob/g'lık bir artış tespit etmiştir. Ancak kötü koku oluşmadığını belirtmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından biyofilmlerin TMAB sayısı üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Bu durumun hem bu uçucu yağ katkılı filmlerin antimikrobiyal etkisinden dolayı hem de tavuk göğüs eti ile oksijen temasının engellenmesinden ve aerobik mikroorganizmanın gelişiminin yavaşlamasından dolayı olduğu ifade edilmiştir.

Ouattereve ark. (2000), Karsha ve Lakshmi (2010) ile Özdemir ve ark. (2018) gibi araştırmacılara göre kazein-nişasta esaslı film kullanıldığında bu filmlerin iyi bir gaz bariyeri olduğu belirtilmiştir. Sarımsak, defne gibi uçucu yağların ise antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir.

Ghebleh (2019) çalışmasına göre TMAB sayısının kit-k-p (Kitosan-kekik-propolis) grubunda en düşük olduğu belirlenmiştir. En yüksek sayının ise ko grubunda bulunduğu ve TMAB sayısının depolamanın uzamasına bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir. TPAB sayısı değerlendirildiğinde ise depolamanın sonuna kadar yine en düşük sayıların kit-k-p grubunda olduğu bildirilmiştir.

Tepe (2019) çalışmasında jelatin, gliserol ve antimikrobiyallerden oluşan kaplama ile kapladığı tavuk göğüs etlerinin 4°C'de 15 gün depolanması süresince TMAB sayısı için en etkili grubun % 1,0 kekik yağı grubu olduğunu belirtmiştir. Bu değerleri % 1,0 defne yağı örnekleri ile % 1,0 karanfil yağı örnekleri izlemiştir.

Farklı esansiyel yağların kullanıldığı araştırmalardan elde edilen bulgular incelendiğinde mevcut çalışmadaki gibi TMAB sayısındaki artış oranında azalma

depolama süresince uçucu yağ katkılı filmlerde görülmüştür (Malav ve ark., 2013; Zinoviadou ve ark., 2009).

3.1.2. Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısı

20 günlük analiz süresince çalışmada Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısının değişimi Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. TPAB sayısının günlere göre değişimi (log kob/g)

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
1	2,81	2,00	2,10	2,20	2,30	2,79	2,80
4	3,30	2,01	2,20	2,25	2,35	2,87	2,92
8	4,10	2,80	3,00	3,30	3,37	3,35	3,40
12	4,26	3,30	3,40	3,73	3,80	4,01	4,10
16	4,86	3,31	3,45	3,75	3,81	4,20	4,30
20	4,90	3,35	3,50	3,81	3,90	4,60	4,70

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

Önceki çalışmalar değerlendirildiğinde; Bailey ve ark. (2000) soğuk ortamda bekletilen tavuk etinin psikrofil bakteri sayılarını 0. günde 3,60 log kob/g, 7. Günde 7,47 log kob/g ve 14. günde 7,60 log kob/g olarak tespit etmiştir. Mevcut çalışmada tavuk göğüs eti kontrol grubunun TPAB’ı 0. gün, 8. gün ve 16. gün için araştırmacıların verilerinden düşük bulunmuştur.

Kundakçı ve ark. (1991), 0°C’de depolanan PVC ambalajlı tavuk göğüs etinde 16. günde sayının 5,25 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada 16. günde kontrol grubunda TPAB sayısı 4,86 düzeyinde bulunmuştur. Dolayısıyla bu değer araştırmacıların verisinden daha düşüktür.

Yine araştırmacılardan Efe ve Gümüşsoy (2005) yaptığı çalışmada tavuk göğüs etlerinde psikrotrof bakteri sayılarının 2,87 log kob/g- 6,62 log kob/g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2015) çalışmalarında tavuk göğüs etinde TPAB değerinin 4,23 log kob/g- 8,97 log kob/g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışma sonuçlarının bu sonuçlar ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğu söylenebilir.

Şahin ve ark. (2017) çalışmalarında TPAB sayısını tavuk göğüs etlerinde ortalama 5,06 log kob/g olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmada göğüs etinin 0. günden 20. güne kadar olan sürecinde psikrofil bakteri sayısı bu araştırmacılarınkinden düşüktür.

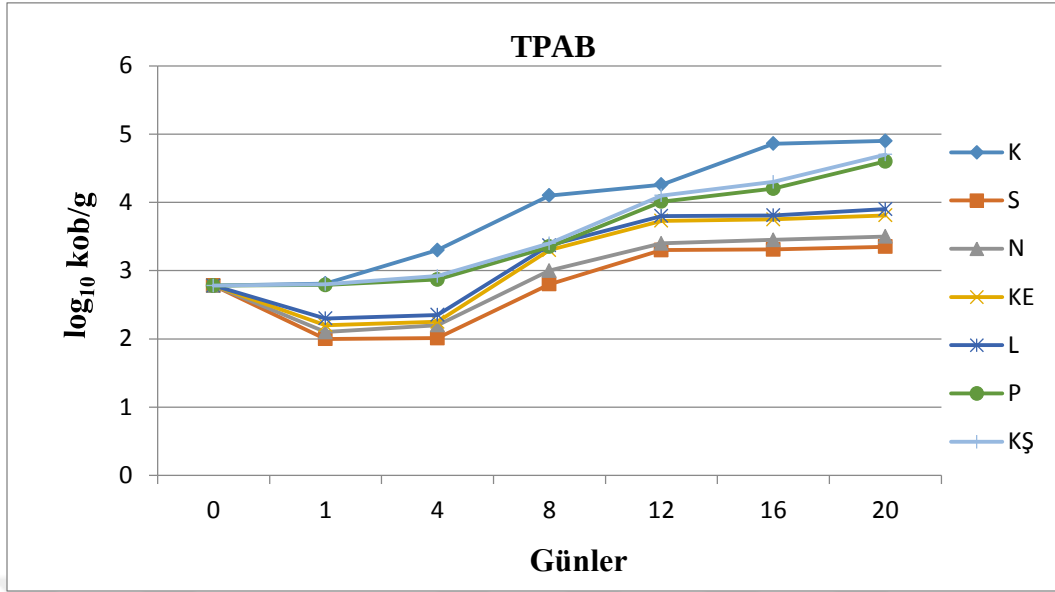
Tepe (2019) uçucu yağlar ile yaptığı çalışmada kontrol grubunun 15. gün yani analizin son günü 9,29 log kob/g seviyeye ulaştığını %1,0 kekik yağı katkılı kitosan kaplamanın olduğu grupta ise bu sayının 7,64 log kob/g düzeyinde kaldığını bunu sırasıyla %1,0 defne yağı ve %1,0 karanfil yağı katkılı kaplamanın izlediğini belirtmiştir. Burada en fazla indirgemenin kekik yağında olduğu ve kontrol grubu ile yaklaşık 2 log'luk bir farkın olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada sarımsak, nane, kekik ve limon yağı kullanılan örneklerde kontrol grubuna göre 1-2 log düzeyinde bir fark bulunduğu tespit edilmiştir.

Ghebleh (2019) çalışmasında depolama sürecinde yani 16. gün sonuna kadar TPAB sayısının en düşük kitosan kekik priopolis örneklerinde olduğunu ve bu sayının 2,47 log kob/g değerinde olduğunu bildirmiştir.

Tavuk etlerinin psikrofil bakteri sayısı ile ilgili TGK'da herhangi bir limit değer bulunmamaktadır (TGK, 2012). Ancak soğutulmuş tavuk etlerinde psikrofil bakteri sayısı 10^7 - 10^8 kob/g seviyesine yükseldiğinde oluşan kötü koku bozulmanın göstergesi olarak tanımlanmıştır. Guerrero ve Taylor (1994)'de belirttiğine göre %1,0 kekik yağı kullanılan grupta sınır değerlere 15. günde gelinmiştir. Mevcut çalışmada kontrol örneği dahil olmak üzere hiçbir uçucu yağ içeren filmle kaplı örnekte bu sayıya ulaşılmamış en yüksek sayı kontrol düzeyinde 4,9 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Yine farklı esansiyel yağ katkılı kaplamaların uygulandığı tavuk göğüs eti örneklerinde toplam psikrofilik aerobik bakterilerinin artış hızındaki azalma Malav ve ark. (2013) ve Fernández-Pan ve ark. (2014) ile uyumlu bulunmuştur.

Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) sayısının günlere göre değişimi Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısının günlere göre değişimi

3.1.3. Koliform bakteri sayısı

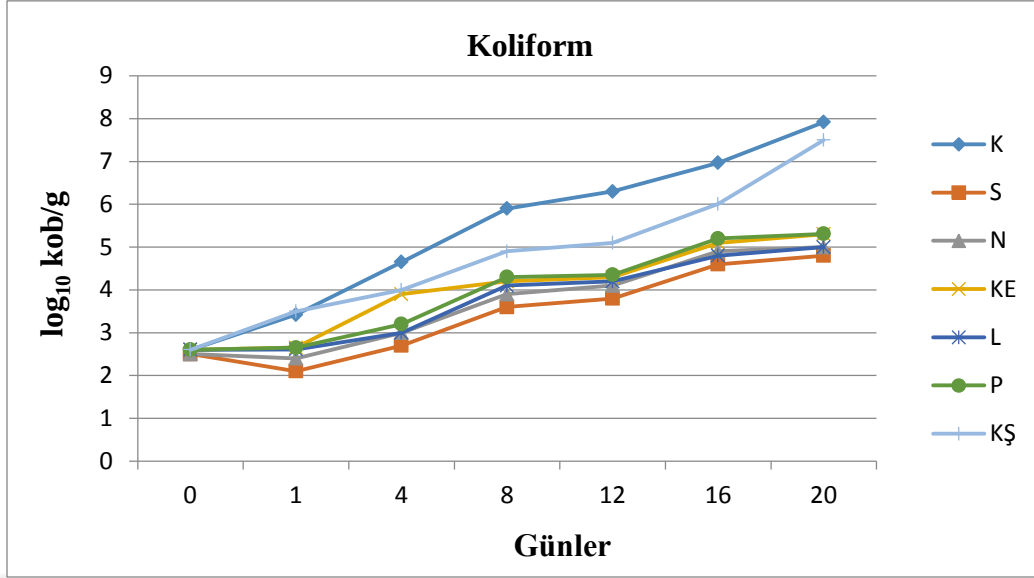
Mevcut çalışmadaki koliform mikroorganizmaların sayısının günlere göre değişimi Tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Koliform bakteri sayısının günlere göre değişimi (log kob/g)

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	2,60	2,50	2,50	2,60	2,60	2,60	2,60
1	3,42	2,10	2,40	2,65	2,61	2,65	3,50
4	4,65	2,70	3,00	3,90	3,00	3,20	4,00
8	5,90	3,60	3,90	4,20	4,10	4,30	4,90
12	6,30	3,80	4,10	4,30	4,20	4,35	5,10
16	6,97	4,60	4,90	5,10	4,80	5,20	6,01
20	7,92	4,80	5,00	5,30	5,00	5,31	7,50

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

Koliform mikroorganizmaların 20 günlük depolama süresince sayısının günlere göre değişimi Şekil 3. 3’ de gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. Koliform sayısının günlere göre değişimi

Mevcut çalışmada 1. gün sarımsak ve nane uçucu yağı kullanılan filmlerde 0. güne göre TMAB sayılarında olduğu gibi Koliform grup mikroorganizma sayısında da bir düşüş gözlenmiş daha sonraki günlerde yavaş bir artış gözlenmiştir. Bunun sebebi uçucu yağın diğer yağlara göre 1. gün daha fazla etki göstermesiyle açıklanabilir. Sonuncu gün koliform sayılarına bakıldığında en yüksek sayı kontrol grubunda olmakla birlikte en düşük sayıların sırasıyla sarımsak, nane ve limon (eşit düzeyde), portakal ve kekik uçucu yağlarının kullanıldığı filmlerde olduğu belirlenmiştir.

Imar (2021) çalışmasına göre depolanan tavuk etinin 0. gününde koliform bakteri sayısı $1,2 \times 10^3$ - $2,4 \times 10^3$ kob/g arasında bulunmuştur. Çalışmada uçucu yağ kullanılan aktif film ile kaplanan tavuk etinde 4°C 'de 19 gün boyunca filmlerin etkili olduğu bu kullanılan yöntemin uygulanabileceği belirtilmiştir.

Tepe (2019) çalışmasında tavuk göğüs etlerinin 0. gün koliform bakteri sayısını ortalama 2,59 log kob/g olarak bulmuştur. Kolsarıcı ve ark. (2004), 0. günde koliform sayısını 3,78 log kob/g bulduklarını belirtmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2015), tavuk göğüs eti örneklerinde koliform sayısının 1,63-6,36 log kob/g arasında olduğunu ve ortalama değerin ise 5,07 log kob/g olduğunu bildirmişlerdir. Sağun ve ark. (2009) göğüs eti örnekleri ile yaptıkları çalışmalarda ise koliform sayısını 3,14 log kob/g olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmada tavuk göğüs etinin 0. gün kontrol örneğindeki koliform sayısı 2,6 log kob/g olarak bulunmuştur. Çalışma sonucu Tepe (2019) ile çok yakın ve

uyumlu, Yıldırım ve ark. (2015) ile uyumlu; Kolsarıcı ve ark. (2004) ve Sağun ve ark. (1996) değerlerinden ise düşük bulunmuştur.

Tepe (2019) çalışmasında uçucu yağ katkılı kaplama ile kaplanan örneklerde 15 gün boyunca kontrol grubuna göre koliform sayılarının daha düşük olduğunu belirtmiştir. İmar (2021) yaptığı açıklamada tavuk etinin depolanma sürecinde herhangi bir aşamada (taşıma, dağıtım vb) soğuk zincirin kırılması sonucu uçucu yağ katkılı biyofilmlerin piliç etlerinin raf ömrünü koruyabileceğini belirtmiştir. Çünkü bu araştırmacıların yapmış olduğu çalışmada filmler, 4°C’de 19 gün boyunca tavuk etini muhafaza edebilmiştir.

Anonim (2006)’ye göre koliform bakterilerin büyük bir bölümünü oluşturan *E. coli*’nin $5,0 \times 10^3$ kob/g aşmaması gerektiği belirtilmektedir. Mevcut çalışmada koliform grup için başlangıç sayısı (2,60 log kob/g) bu değerden düşüktür.

3.1.4. *Lactobacillus* spp. sayısı

Mevcut çalışmadaki *Lactobacillus* sayısının değişimi Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4. *Lactobacillus* spp. sayısının günlere göre değişimi (log kob/g)

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	2,65	2,00	2,10	2,19	2,19	2,19	2,65
1	2,59	2,00	2,11	2,19	2,19	2,19	2,70
4	2,91	2,10	2,50	2,62	2,61	2,64	3,50
8	3,30	2,51	2,61	2,75	2,65	2,77	3,80
12	4,34	2,60	2,69	2,69	2,69	2,80	4,51
16	5,35	2,61	2,71	3,10	2,72	3,20	5,22
20	5,42	2,70	2,75	3,22	2,80	3,40	5,30

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

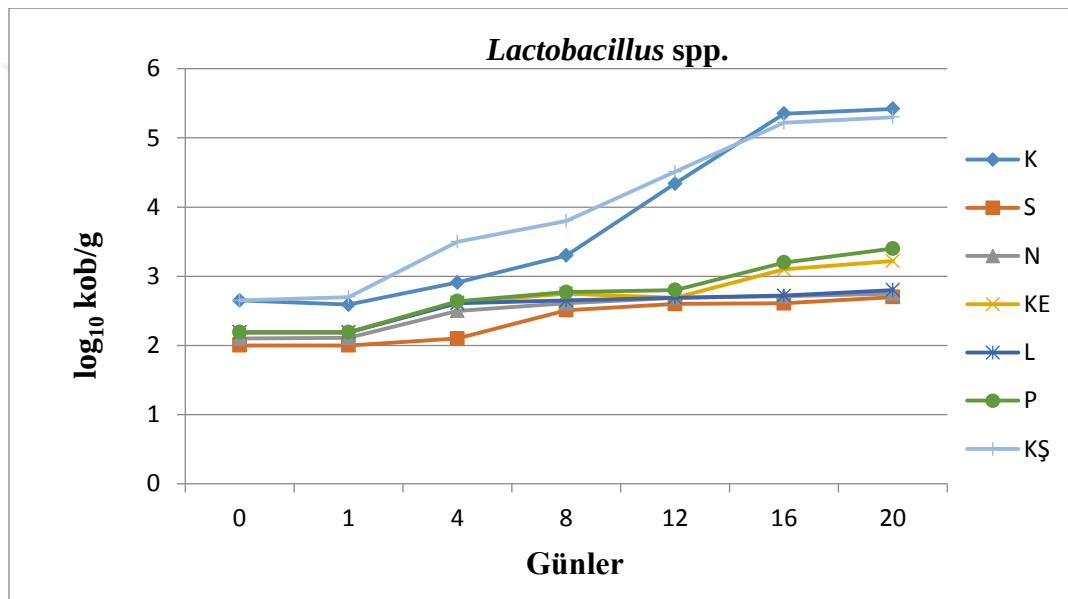
Mevcut çalışmada 20 gün süresince kontrol edilen örneklerde son gün en yüksek ulaşılan sayı kontrol grubunda 5,42 log kob/g olarak bulunmuştur. Yine son gün değerlerine bakıldığında kontrol grubu ile sarımsak, nane, kekik ve limon uçucu yağı uygulanan örneklerde kontrol grubuna göre yaklaşık 2 log kob/g oranında bir azalma tespit edilmiştir.

Ghebleh (2019) yaptığı araştırmada depolamanın 0. gününde tavuk eti örneklerindeki *Lactobacillus* spp. sayısını incelediğinde en yüksek sayının ko (kontrol)

grubunda olduğunu, kitosan-kekik-propolis katkılı malzemenin uygulandığı grupta ise sayının en düşük düzeyde olduğunu bulmuştur. Muhafaza süresinin sonundaki sonuçlarda da yine *Lactobacillus* spp. sayısının en yüksek değerinin ko grubunda olduğu en düşük değerinin ise kitosan- kekik- propolis grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Snarafati ve ark. (2016) çeşitli esansiyel yağ katkılı kaplamalar ile çalışmış ve kaplanan tavuk göğüs eti örneklerinde bu mikroorganizmaların üreme hızında olumlu bir yavaşlamanın olduğu bildirilmiştir.

Lactobacillus spp. sayısının 20 günlük depolama süresince değişimi Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4. *Lactobacillus* spp. sayısının günlere göre değişimi

3.2. Kimyasal Analizlerin Sonuçları

3.2.1. Tavuk eti örneklerine uygulanan pH analizi değerleri

Çalışmadaki tavuk eti örneklerinin pH değerlerinin günlere göre dağılımı Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

Tavuk etinde bazı mikrobiyal faaliyetler ile aminli bileşikler pH’nın yükselmesine sebep olurken *Lactobacillus* spp. gibi laktik asit bakterileri ise tavuk etinin pH değerinin düşmesine sebep olabilmektedir.

Mevcut çalışmada kontrol örneğinde 0. gün pH 4,39 olarak bulunurken bu değer 20. gün 7,2 düzeyine gelmiştir. Tepe (2019) yaptığı çalışmasında tavuk göğüs etlerinin 0.

gün ortalama pH'sını 6,01 olarak belirlemiş, Kolsarıcı ve ark. (2004) çalışmasında 0. gün bu değeri 6,47 olarak bulmuş ve diğer bir araştırmacı Yuste ve ark. (2005) ise tavuk eti pH'sını 6,43 olarak belirlemiştir. Mevcut çalışma sonuçları araştırmacılarınki ile karşılaştırıldığında bulunan pH değeri araştırmacıların 0. gün değerlerinden daha düşüktür. Ancak mevcut çalışmanın 16. gününde pH değeri açısından araştırmacılarınkine yakın değer bulunmuştur ki bu da tavuk etinin başlangıçtaki mikrobiyal yükünün daha az olması ile ilişkilendirilebilir.

Imar (2021) yaptığı çalışmasının 2. tekrarında piliç etindeki pH değerinin 0-8 gün arası yaklaşık 6,8-6,9 olduğunu bulmuş ve bozulma ile birlikte pH değerinin arttığını bildirmiştir. Aktif film ile sarılmış örneklerde ise pH değerlerinin ilk önce biraz düştüğünü sonra tekrar artmaya başladığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada benzer durum sarımsak ve nane uçucu yağının kullanıldığı örneklerde 1. gün görülmüş sonra artış başlamıştır. Buradaki pH değerindeki düşüşün sarımsak ve nane uçucu yağı içeren filmlerin diğer örneklerle göre daha etkili olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Tüketilebilir kanatlı etinin pH'sının 5,2-7,0 arasında değiştiği düşünülürse bu araştırmacıların kontrol örneği grubu 11. günde bozulurken diğer örnek gruplarının tüketime uygun olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan çalışmada 18. günde bile baharatlı filmin pH'sı 7,0'ın altında kalarak baharat içerikli film ile sarılı tavuk etinin hala tüketime uygun olduğu bildirilmiştir. Karşılaştırma yapıldığında mevcut çalışmada kontrol grubunun pH'ı başlangıçta 4,39 iken 20. günde bu değer 7,2 düzeyine gelmiştir. Bu değer yenilebilir film uygulanan örneklerden yüksektir. Uçucu yağ uygulanan yenilebilir film uygulanan örneklerde ise en düşük pH sarımsak uçucu yağında bulunmuş sırasıyla nane, kekik ve limon uçucu yağları ile devam etmiştir. Diğer gruplarda pH'nın daha yüksek olmasının sebebinin ise tavuk etinde depolama süresi boyunca mikrobiyal faaliyet sonucu bazı aminli bileşiklerin daha çok oluşmuş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kontrol grubu dışındaki diğer tüm örnekler 20. günde dahi belirtilen 5,20-5,81 sınırları arasında olduğundan tüketime uygun bulunmuştur.

Ghebleh (2019) çalışmasında kitosan-kekik-propolis kaplamalı tavuk etinde depolama süresince pH değerlerini incelendiğinde depolamanın 16. gününde pH değerinin ko grubunda en yüksek, kitosan-kekik-propolis grubunda ise en düşük olduğunu belirlemiştir. Küçüközet (2015) yaptığı çalışmasında sodyum kazeinat-niştasta temelli olarak ürettiği yenilebilir filmlere % 10-15 oranında kekik ve kimyon katkısı yapmış ve bu filmlerin uygulandığı örneklerde kontrol pH'sının bu örneklerle göre daha yüksek olduğunu

belirtmiştir. Bazı araştırmacılar bu yönde yapılan uygulamalarda depolama süresince örnek gruplarında pH değerindeki artışın yavaş olduğunu belirtmişlerdir.

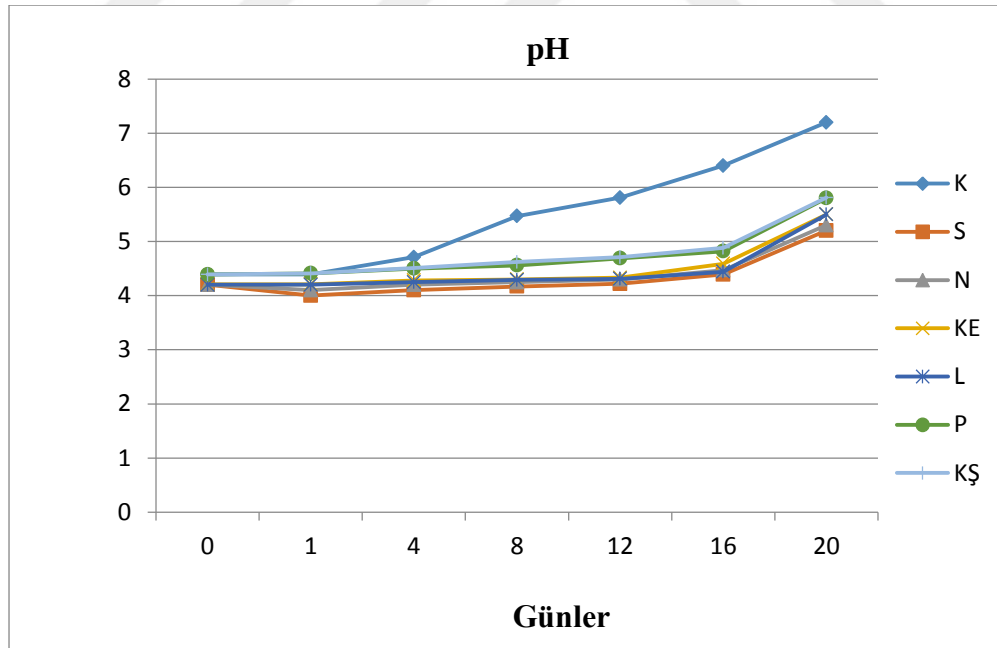
Yine başka bir çalışmada biberiye ve karanfil ekstraktı ile kaplanan 4°C’de muhafaza edilen tavuk etinde depolama boyunca pH artışının engellendiği rapor edilmiştir. (Masniyom ve ark., 2002).

Mevcut çalışmada pH değerlerinin günlere göre değişimi Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5. pH değerlerinin günlere göre değişimi

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	4,39	4,20	4,20	4,21	4,20	4,39	4,39
1	4,39	4,00	4,10	4,21	4,20	4,41	4,41
4	4,71	4,10	4,20	4,28	4,25	4,50	4,51
8	5,47	4,17	4,25	4,30	4,29	4,56	4,62
12	5,81	4,22	4,30	4,33	4,31	4,69	4,71
16	6,40	4,39	4,47	4,59	4,44	4,82	4,88
20	7,20	5,20	5,30	5,50	5,50	5,80	5,81

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı



Şekil 3. 5. Tavuk eti örneklerinin pH değerlerinin günlere göre değişimi

3.2.2. Tavuk eti örneklerinin tiyobarbutirik asit reaktif substans (TBARS) değerleri

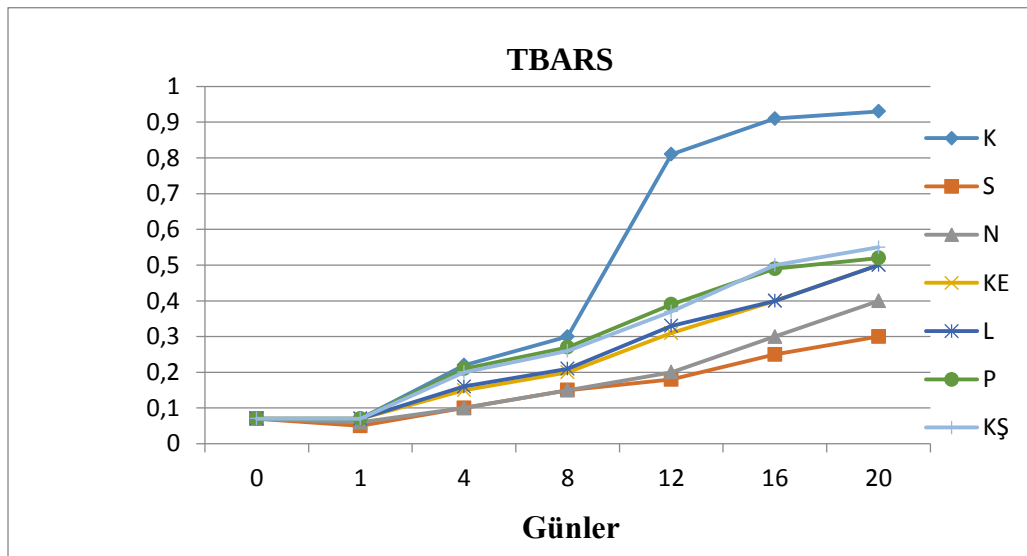
Tavuk eti içermiş olduğu çoklu doymamış yağ asitlerinden dolayı oksidasyona duyarlıdır. Çalışmada örneklerin TBARS değerlerinin günlere göre değişimi Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. TBARS değerlerinin günlere göre değişimi

Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
1	0,07	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
4	0,22	0,10	0,10	0,15	0,16	0,21	0,20
8	0,30	0,15	0,15	0,20	0,21	0,27	0,26
12	0,81	0,18	0,20	0,31	0,33	0,39	0,37
16	0,91	0,25	0,30	0,40	0,40	0,49	0,50
20	0,93	0,30	0,40	0,50	0,50	0,52	0,55

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

Mevcut çalışmada örneklerin TBARS değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Tavuk eti örneklerinin TBARS değerlerinin günlere göre değişimi

Ghebleh (2019) tarafından yapılan çalışmada kit-k-p (kitosan-kekik-propolis) grubuna ait tavuk eti örneklerinin 16 günlük depolamada TBARS verilerinde önemli değişikliklerin olduğu rapor edilmiştir. Depolamanın 16. gününde TBARS değerinin kitosan- kekik- propolis örneğinde en düşük, kontrol grubunda ise en yüksek olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla kitosan-kekik-propolis örneğinde TBARS üzerine etki diğer gruplardan daha fazla olmuştur. Mevcut çalışmada araştırmacının sonuçlarıyla benzerlik görülmektedir. Çünkü çalışmanın 20. gününde en büyük değer kontrol grubunda olmuştur. Diğer uçucu yağ içeren filmlerin uygulandığı gruplarda ise en küçük değer sarımsakta olup bunu sırasıyla nane, kekik ve limon uçucu yağının izlediği tespit edilmiştir. Yine çalışma sonuçları, Malav ve ark. (2013) ve Al-Hijazeen ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmalarda gibi çeşitli esansiyel yağların uygulandığı tavuk göğüs eti örneklerinde olduğu gibi TBARS değerlerinin depolama süresince artışıdaki yavaşlaması benzerlik göstermektedir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre tavuk etindeki doymamış yağ asitlerinin oksidasyon hızında yavaşlamanın olduğu yani bu etkinin çalışmalarda kullanılan esansiyel yağlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2.3. Tavuk eti örneklerinin aw değerleri

Tavuk eti örneklerinin aw değerlerinin günlere göre değişimi Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7. Aw değerlerinin günlere göre değişimi

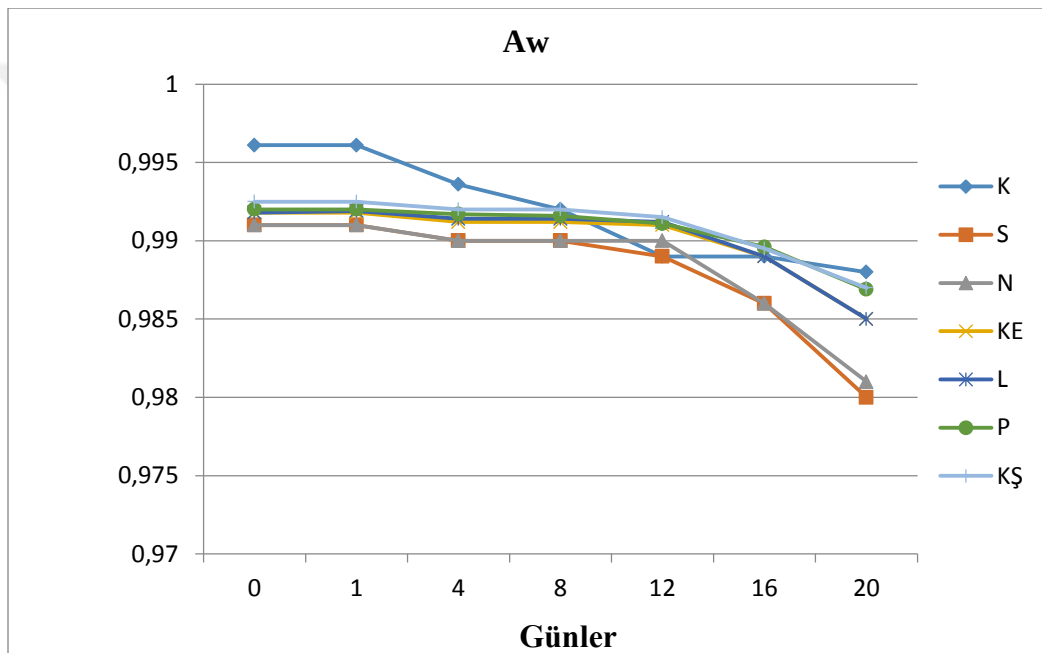
Günler	K*	S	N	KE	L	P	KŞ
0	0,996	0,991	0,991	0,992	0,992	0,992	0,993
1	0,996	0,991	0,991	0,992	0,992	0,992	0,993
4	0,994	0,990	0,990	0,991	0,991	0,992	0,992
8	0,992	0,990	0,990	0,991	0,991	0,992	0,992
12	0,989	0,989	0,990	0,991	0,991	0,991	0,992
16	0,989	0,986	0,986	0,989	0,989	0,989	0,989
20	0,988	0,980	0,981	0,985	0,985	0,987	0,987

*K: Kontrol, S: Sarımsak yağı, N: Nane yağı, KE: Kekik yağı, L: Limon kabuğu yağı, P: Portakal kabuğu yağı, KŞ: Kişniş yağı

Su aktivitesi mikroorganizmaların faaliyetleri ve gelişebilmeleri için gereklidir. Mikroorganizmalar var olan serbest suyu kullanmaktadır. Bu nedenle buradaki aw de

mikroorganizmaların kullandıkları serbest suyun miktarını vermektedir. A_w değerinin düşürülmesi ile kanatlı ürünlerinde raf ömrü uzatılabilmektedir (Şireli ve Özdemir,1998). Mevcut bu çalışmada kontrol grubunun 0. gün su aktivitesi 0,996 civarında bulunmuş 20. gün ise bu değer 0,988 olarak bulunmuştur. Uçucu yağın kullanıldığı örneklerde ise bu değer son gün sarımsakta 0,980 ve nanede 0,981 olarak bulunmuştur. Sonuçlar göstermiştir ki a_w değeri 20. gün sonunda kontrol grubuna benzer özellik göstermektedir. Uçucu yağ kullanımı su aktivitesini düşürmek konusunda az etkili olmuştur.

Tavuk eti örneklerinin a_w değerlerinin günlere göre değişimi Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Tavuk eti örneklerinin a_w değerlerinin günlere göre değişimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sodyum kazeinat ve nişasta esaslı polimere uçucu yağlar ilave edilerek antibakteriyel özellik gösteren yenilebilir filmler üretilmiştir. Tavuk göğüs etine istenilen bazı duyuşal özellikleri de kazandırabilmek amacıyla uçucu yağlardan yararlanılmak istenmiş ancak bu özelliğı kazandırırken keskin bir koku ve tat oluşmasını önlemek için uçucu yağlar sınırlı düzeyde kullanılmıştır. Çalışmada hiçbir işlem yapılmamış kontrol grubu ve diğler 6'sı uçucu yağ katkılı yenilebilir filmlere sarılmış tavuk göğüs etleri olmak üzere 7 grup örnek hazırlanmıştır. Örneklere mikrobiyolojik olarak TMAB, TPAB *Lactobacillus* spp., Koliform analizleri uygulanmış; kimyasal olarak pH, TBARS ve aw değlerleri analizleri yapılmıştır.

Üretilen yenilebilir filmler tavuk göğüs etlerine sarılmış ve örnekler 20 gün boyunca 4°C'de depolanmıştır. Bu etlere 0., 1., 4., 8., 12., 16. ve 20. günlerde mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları değlerlendirildiğinde sodyum kazeinat-nişasta esaslı ve uçucu yağ ilaveli antibakteriyel özellik gösteren yenilebilir filmlerin mikroorganizma faaliyetleri üzerine değlerlendirilmesi yapılmış ve bu filmlerin mikroorganizma faaliyetini yavaşlatarak veya durdurarak tavuk etinin raf ömrünü uzatma potansiyelinde olduğı kanaatine varılmıştır. Çalışmadaki tüm mikrobiyolojik analiz sonuçları değlerlendirildiğinde filmlerin TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. ve Koliform mikroorganizma sayısını düşürdüğü belirlenmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslama yapıldığında en etkili grubun sarımsak yağının kullanıldığı filmler ile kaplanan grup olduğı belirlenmiştir. Diğler etkili gruplar ise nane, kekik ve limon uçucu yağlarının kullanıldığı filmlerle kaplanan gruplar olmuştur.

Uçucu yağ içeren filmler ile kaplanan tavuk göğüs eti örneklerinin 20 gün sonunda dahi tüketilebilir durumda olduğı, örneklerin bozulmadığı görölmüştür. Aynı zamanda kimyasal analiz sonuçları olarak pH, TBARS ve aw değlerleri incelenerek bu filmlerin ürünün kalitesi ile ilgili verileri değlerlendirilmiştir. Gruplar arasında kıyaslama yapıldığında kontrol grubunun pH değlerinin yenilebilir film uygulanan gruplardan daha yüksek olduğı belirlenmiştir. Kaplama materyaline eklenen uçucu yağlar depolama boyunca pH değlerinin yükselmesini yavaşlatmıştır. Bu filmlerle yağ oksidasyonun yavaşlamış olduğı yani TBARS değlerinin artış hızının da yavaşlamış olduğı belirlenmiştir. Depolama süresince su aktivitesi üzerindeki filmlerin etkisinin ise az olduğı belirlenmiştir.

Tavuk etlerinin normal raf ömrü yaklaşık 7-12 gün olduğu halde bu çalışmada üretilen antimikrobiyal özellikteki sodyum kazeinat-nişasta esaslı yenilebilir filmlerin 20 gün süresince mikrobiyal bozulmayı önleyerek ürünün raf ömrünü ve kalitesini koruduğu tespit edilmiştir. O halde bu şekilde üretilen aktif yenilebilir filmlerin ambalaj materyali olarak alternatif malzeme olabilme potansiyelinden dolayı bu çalışma bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Bu sayede tavuk etlerinde bozulma kaynaklı olabilecek kayıplar azaltılmış olacaktır. Ayrıca bu çalışmada limon ve portakal kabuğu yağları da kullanılmıştır. Bu meyveler ülkemizde çokça yetiştirip tüketilen meyvelerdir ve bu meyvelerin kabuklarının atık olması yerine yağının çıkarılarak antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki biyoaktif bileşenleri içeren yağının ambalaj malzemesine katkı olarak kullanılabilme imkanının olması meyve kabuklarının sürdürülebilirlik çerçevesinde geri dönüşümünü sağlamış olacak dolayısıyla ekonomik olarak da kazanç sağlanmış olacaktır.

Mevcut çalışma sonucunda sarımsak uçucu yağının kullanıldığı filmlerin en etkili örnek grubu olduğu görülmüştür. Diğer yakın etkili grupların ise nane, kekik ve limon kabuğu uçucu yağının kullanıldığı gruplar olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen verilerin diğer araştırmacılarınkinden farklı olmasının sebebinin temin edilen tavuk örneklerinin temin edildiği yere, ortama, içerdiği mikrobiyal yüke, depolama süresine ve diğer taraftan antimikrobiyal özellik kazandırmak için uçucu yağ olarak kullanılan maddelerin konsantrasyonuna, etkinliğine, çeşidine, üretim yöntemine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Günümüzde tüketicilerin güvenilir ve kaliteli gıdaya olan taleplerinin artması doğal yenilebilir ambalajlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu nedenle bu yönde yapılan bu çalışmanın gıda endüstrisinde raf ömrü sınırlı olan çabuk bozulmaya meyilli besin değeri yüksek olan et ve et ürünleri için uygulanması hem kalite üzerine daha başarılı sonuçların elde edilmesini sağlayacak hem de raf ömrünün uzatılması ile gıda güvenliği sağlanarak halk sağlığı korunmuş olacak ve ekonomik kayıplar da azaltılacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T., Agustini, T.W.,** 2012. Physio mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leather jacket incorporated with essential oils. *Food Hydrocolloids* 28, 1, 189-199.
- Aguirre-Joya, J. A., De Leon-Zapata, M. A., Alvarez-Perez, O. B., Torres-León, C., Nieto-Oropeza, D. E., Ventura-Sobrevilla, J. M., Aguilar, C. N.,** 2018. Basic and applied concepts of edible packaging for foods. In *Food packaging and preservation* (pp. 1-61). Academic Press.
- Akbaba, G.,** 2006. Yenilebilir ambalajlar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.
- Al-Hijazeen, M., Lee, E. J., Mendonca, A., Ahn, D.U.,** 2016. Effect of Oregano Essential Oil (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) on the Storage Stability and Quality Parameters of Ground Chicken Breast Meat. *Antioxidants (Basel)* 7;5(2):18. doi: 10.3390/antiox5020018.
- Anonim,** 2006. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Kanatlı Eti Karışımları Tebliği. Tebliğ No: 2006/29, Yayımlandığı Resmi Gazete: 07.07.2006/26221
- Appendini, P., Hotchkiss, J.H.,** 2002. Review of Antimicrobial Food Packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3: 113-126.
- Atalar, I., Dervisoglu, M.,** 2015. Optimization of spray drying process parameters for kefir powder using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 60(2, Part 1): 751-757.
- Bailey, J. S., Lyon, B. G., Lyon, C.E., Windham, W.R.,** 2000. The Microbiological Profile Of Chilled and Frozen Chicken. *Journal of Food Protection*, 63 (9):1228-1230.
- Barker, A. V.,** 2019. Natural Products from Plants, Second Edition, vol. 43, no. 2.
- Baranenko, D., Kolodyaznaya, V.S., Zabelina, N.A.,** 2013. Effect of composition and properties of chitosan-Based edible coatings on microflora of meat and meat products. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria* 12(2):149-157.
- Baron, J., Sumner, S.,** 1993. Antimicrobial Containing Edible Films as an Inhibitory System to Control Microbial Growth on Meat Products. *J. of Food Prot.*, 56; 916.
- Beckett, S. T.,** 2000. The Science of Chocolate, The Royal Soc. Chem. Cambridge, UK:175pp.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.M., Botsoglou, E., Govaris, A., Papageorgiou, G.,** 2003. The Effects of Dietary Oregano Essential Oil and a Tocopheryl Acetate on

Lipid Oxidation in Raw and Cooked Turkey During Refrigerated Storage. *Meat Science*, 65: 1193-1200.

Burt, S., 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Application in Food a Review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.

Canbaz, B., 2021. Gilaburu (*Viburnum Opulus L.*) Ekstraktı İçeren Yenilebilir Jelatin Filmlerinin Tavuk Etinin Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Ankara.

Candan, T., Bağdatlı, A., 2018. El-Cezerî Journal of Science and Engineering Vol: 5, No: 2, 645-655.

Cerit, L. S., 2008. Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Chidanandaiah, Keshri R. C, Sanyal, M. K., 2009. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) storage. *J Muscle Foods*, 20: 275-292.

Chouliara, E. A., Karatapanis, I. N., Savvaidis, M., Kontominas, G., 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C . *Food Microbiology*, 24(6); 607–617.

Çelebi, H., Dehmen S., 2013. Synthesis and characterization of starch/polycaprolactone based biodegradable nanocomposites. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 31, 53-62.

Çelebi Sezer, Y., Bozkurt, H., 2021. Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı. 7(2), 150 – 163.

Celikel, N., Kavas, G., 2008. Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences*, 26:174-181.

Davis, G., Song, J. H., 2006. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. *Industrial Crops and Products*, 23(2), 147-161.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Voilley, A., 1998. Edible Barriers: a Solution to Control Water Migration in Foods. In: Risch, S.J. (Ed.), Food packaging. American Chemical Society, Washington, DC, 9-16.

De Melo, A. A., Geraldine, R. M., Silveira, M. F. A., Torres, M. C. L., Fernandes, T. H., Oliveira, A. N., 2012. Microbiological quality and other characteristics of refrigerated chicken meat in contact with cellulose acetate-based film incorporated with rosemary essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2012, 43: 1419-1427

- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., Banu, M. S., 2012.** Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3: 1-10.
- Doğan, İ. S., Küçüköner, E., Kılınççeker, O., Meral, R., 2005.** Kaplama Malzemesi Olarak Galeta Unlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Dünya Gıda Dergisi*, 10:77-83.
- Downes, F., Ito, K., 2001.** Compendium of methods for the microbiological examinations of foods, 4th ed.,: AmericanPublic Health Association, Washington, DC.
- Dursun, S., Erkan, N., 2009.** Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Science*, 3(4): 352-373.
- Efe, M., Gümüşsoy, K. S., 2005.** Ankara Garnizonunda Tüketime Sunulan Tavuk Etlerinin Mikrobiyolojik Analizi. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*, 14(3) 151-157.
- Erol, E., Turhan, N., 2012.** Yenilebilir film ve kaplamalar. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 59 s, 10-12 Ekim, Hatay.
- Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K., Candoğan, K., 2010.** Antimicrobial Activity of Soy Edible Films Incorporated with Thyme and Oregano Essential Oils on Fresh Ground Beef Patties. *Meat Science*, 86:283-288.
- FAO, 1992.** Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. Microbiological Analysis. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome 1992, pp 43-56.
- Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewedı, F. M., El-baroty, G. S. A., 2016.** Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *J. Food Prot.*,vol. 52, no. 9, pp. 665–667.
- Fernández-Pan, I., Carrión-Granda, X., Maté, J.I., 2014.** Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 36: 69-75.
- Field, C.E., Pivarnick, L.F., Barnett, S.M., Rand, A., 1986.** Utilization of Glucose Oxidase for Extending Shelf Life of Fish. *Journal of Food Sci.*, 51: 66 70.
- Fратиanni, F., De Martino, L, Melone, A., De Feo, V., Coppola, R., Nazzaro, F., 2010.** Preservation of chicken breastmeat treated with thyme and balm essential oils. *Journal of Food Science*, 75 (8): 528-535. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01791.
- Ghebleh, F., 2019.** Propolis ve Kekik Yağı Katkılı Kitosan Kaplamanın Tavuk Göğüs Etlerinin Kalitesine Etkisi. Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, *Doktora Tezi* – 2019, Erzurum.
- Guerrero, I., Taylor, A.J., 1994.** Meat Surface Decontamination Using Lactic From Chemical and Microbial Sources. *Lebensm-Wiss.u-Technology*, 27(3): 201-209.

- Ha, J. U., Kim, Y. M., Lee, D.S.,** 2001. Multilayered Antimicrobial Polyethylene Films Applied to the Packaging of Ground Beef. *Packaging Technol. Sci.*, 15: 55-62.
- Ibrahim, H. M., Salem, A.M., Shanab, M.S.,** 2014. Quality evaluation of some Locally manufactured chicken meat products. *Benha Vet. Med. J.*, 26: 143-149.
- Imar, Y.,** 2021. Bitki Uçucu Yağ / Özütlere Kullanılarak Aktif Yenebilir Filmlerin Üretimi ve Piliç Eti Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Antalya.
- Kamper, S .L., Fennema, O.,** 1985. Use of edible film to maintain water vapor gradients in foods. *Journal of Food Science*, 50: 382-384.
- Kamkar, A., Molaei-aghazadeh, E., Khanjari, A., Akhondzadeh-basti, A., Noudoost, B., Shariatifar, Soleimani, M.,** 2021. Nanocomposite active packaging based on chitosan biopolymer loaded with nano-liposomal essential oil: Its characterizations and effects on microbial, and chemical properties of refrigerated chicken breast fillet. *International Journal of Food Microbiology*, 342; 109071.
- Karsha, P. V., Lakshmi, O. B.,** 2010. Antibacterial activity of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) with special reference to its mode of action on bacteria. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(2), 213-215.
- Kılınççeker, O., Hepsağ, F.,** 2010. Kaplama Malzemesi Olarak Mısır Unlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2): 20-27.
- Kolsarıcı, N., Ensoy, Ü., Candoğan, K., Üzümcüoğlu, Ü.,** 2004. Soğuk ve Dondurulmuş Depolamanın Mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Derg.*, 2, 2-13.
- Kundakçı, A., Yücel, A., Uylaşer, V., Konca, R., Can, S.,** 1991. Soğuk Koşullarda Depolanan ve Satışa Sunulan Piliç Etlerinin Mikroflorası ve Kalitesi. II. Uluslararası Gıda Sempozyumu Bildiri Kitabı, Bursa, 191-200.
- Küçüközet, A.O.,** 2015. Oleoresin içeren yenebilir filmlerin piliç etinin raf ömrü ve pişme kalitesi üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Lemon, D.,** 1975. An improved TBA test for rancidity. New Series Circular No. 51. Environment Canada. *Fisheries and Marine Service*, Halifax, NS, 1975.
- Lourdin, D., Della, V.G., Colonna, P.,** 1995. Influence of amylose content on starchfilms and foams. *CarbohydrPolym*, 27: 261–270.
- Malav, O., Sharma, B., Talukder, S., Kumar, R., Mendiratta, S.,** 2013. Shelf life evaluation of restructured chicken meat blocks extended with sorghum flour and potato at refrigerated storage (4±1° C). *International Food Research Journal*, 20.

- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., Poli, A.,** 2015. Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food and nutrition research*, 59(1), 27606.
- Masniyom, P., Benjakul, S., Visessanguan, W.,** 2002. Shelf-life extension of refrigerated seabass slices under modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(8), 873–880.
- Nair, M.K.M., Vasudevan, P., Venkitanarayanan, K.,** 2005. Antibacterial effect of black seed oil on *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, vol. 16, no. 5, pp. 395–398
- Namazi, H., Mosadegh, M.,** 2011. Preparation and properties of starch/nanosilicate layer/polycaprolactone composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 19(4); 980-987.
- Nasar-Abbas, S. M., Halkman, A. K.,** 2004. Antimicrobial effect of water extract of sumac (*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens. *Int. J. Food Microbiol.*, vol. 97, no. 1, pp. 63–69.
- Nychas, G. J. E.,** 1995. Natural Antimicrobials From plants. In: Gould, G.W. (Ed.), *New Methods of Food Preservation*. Blackie Academic and Professional, London, 58-89.
- Nwakaodu, A. A., Nwakaodu, M. S., Owuamanam, C. I., Iheaturu, N. C.,** 2015. The Use of Natural Antioxidant Active Polymer Packaging Films for Food Preservation. *Appl. Signals Rep*, 2, 38-50.
- Ouattara, B., Simard, R. E., Piette, G., Bégin, A., Holley, R. A.,** 2000. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 62(1–2): 139-148. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00407-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00407-4)
- Özdemir, N., Pola, C. C., Teixeira, B. N., Hill, L. E., Bayrak, A., Gomes, C. L.,** 2018. Preparation of black pepper oleoresin inclusion complexes based on beta cyclodextrin for antioxidant and antimicrobial delivery applications using kneading and freeze-drying methods: A comparative study. *LWT*, 91, 439-445.
- Özdikmenli, S.,** 2011. Baharat Uçucu Yağlarının Köftelik Kıymalardaki *Salmonella* Spp. ve *Staphylococcus Aureus* Patojenleri Üzerine İnhibitör Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çanakkale.
- Padgett, T., Han, I. Y., Dawson, P. L.,** 1998. Incorporation of Food-Grade Antimicrobial Compounds into Biodegradable Packaging Films. *Journal of Food Protection*, 61: 1330-1335.

- Patterson, J. T., McMeekin, T. A.,** 1981. Biodeterioration of air chilled poultry carcasses at chill temperatures. *Quality of Poultry Meat*, eds Mulder R W A W, Scheele C. W.
- Robertson, G.L.,** 2013. *Food Packaging: Principle and Practice*. Third Edition, CRC Press, Boca Raton, 703p.
- Royo, M., Fernández-Pan, I., Maté, J.I.,** 2010. Antimicrobial effectiveness of oregano and sage essential oils incorporated into whey protein films or cellulose based filter paper. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 1513-1519.
- Sağun, E., Sancak, Y.C., Ekici, K., Durmaz, H.,** 1996, Van'da Tüketime Sunulan Piliç But ve Göğüs Etlerinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7: 62-66.
- Saleh, E.L., Atty, A.B.D., Bauer, E.F., Paulsen, P.,** 1997. Shelf Life of Poultry: Chemical and microbiological changes during storage and spoilage. World congress on food hygiene, August 24-29, The Hague, The Netherlands.
- Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martínez, C., Cháfer, M.,** 2010. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 60 (2011) 57–63.
- Santiago-Silva, P., Soares, N.F.F., Nóbrega, J.E., Júnior, M.A.W., Barbosa, K.B.F., Volp, A.C.P., Zerdas, E.R.M.A., Würlitzer, N.J.,** 2009. Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control*, 20: 85-89.
- Sharafati Chaleshtori, F., Taghizadeh, M., Rafieiankopaei, M., Sharafatichaleshtori, R.,** 2016. Effect of chitosan incorporated with cumin and eucalyptus essential oils as antimicrobial agents on fresh chicken meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40: 396-404.
- Stonehouse, G. G., Evans, J. A.,** 2015. The use of supercooling for fresh foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 148, 74-79.
- Sofi, S. A., Singh, J., Rafiq, S., Ashraf, U., Dar, B. N., Nayik, G. A.,** 2018. A comprehensive review on antimicrobial packaging and its use in food packaging. *Current Nutrition & Food Science*, 14(4), 305-312.
- Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J., Luo, Y.,** 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 22: 608-615.
- Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., Bigger, S.V.,** 2003. Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and Its Applications. *Journal Food Science*, 68, 408- 420.

- Şahin, S., Kalın, R., Arslanbaş, E., Moğulkoç, M. N.,** 2017. Satışa Sunulan Tavuk Etlerinde Bazı Bakteri ve İndikatör Mikroorganizmaların Belirlenmesi. *Manas J. Agr. Vet. Life Sci.*, 7(1): 47-56.
- Şireli, T., Özdemir, H.,** 1998. Ankara’da tüketime sunulan meyveli yoğurtların mikrobiyolojik kalitesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 45: 287-293.
- Tağı, Ş.,** 2010. Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları*, 34: 443-525.
- Tang, X. G., Kumar, P., Alavi, S., Sandeep, K. P. ,** 2012. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 426–44.
- Tepe, A.,** 2019. Doğal Antimikrobiyal İçeren Jelatin Kaplamanın Tavuk Göğüs Etlerinde Raf Ömrü ve Salmonella Üzerine Etkisi. Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Uşak, 120 s.
- Tassou, C., Koutsoumanis, K., Nychas, G. J. E.,** 2000. Inhibition of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* in nutrient broth by mintessentialoil. *Food Res. Int.*, vol. 33, no. 3–4, pp. 273–280.
- TGK,** 2012. Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarih: 29.12.2011, 28157. Ankara.
- Tiwari, B.K., Valdramidis, V.P., O’Donnell, C.P., Muthukumarappan K, Bourke P, Cullen P. J.,** 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 5987-6000.
- Üstünol, Z.,** 2009. Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In Edible Films and Coatings for Food Applications, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- Valencia-Chamorro, S.A., Perez-Gago, M.B., del Rio, M.A., Palou, L.,** 2009. Effect of Antifungal Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC)-LipidEdible 90 Composite Coatings on Postharvest Decay Development and Quality Attributes of Cold-Stored ‘Valencia’ Oranges. *PostharvBio Technol.*, 54: 72-79.
- Yıldırım, Z., Ceylan, Ş., Öncül, N.,** 2015. Tokat Piyasasında Satışa Sunulan Tavuk Etlerinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 13(4) 304-316.
- Yuste J.C., Nagy, M., Janssens, I. A., Carrara, A., Ceulemans, R.,** 2005. Soil respiration in a mixed temperate forest and its contribution to total ecosystem respiration. *Tree Physiology*, 25, 609–619.
- Zamudio-Flores, P.B., Reyes, E.O., Ornelas-Paz, José de Jesús., Aparicio-Saguilán, A.,** 2015. Effect of storage time on physicochemical and textural properties of sausages

covered with oxidized banana starch film with and without betalains. *CYTA - Journal of Food*, 13(3):1-8, DOI:10.1080/19476337.2014.998713

Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G., 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of freshbeef. *Meat Science*, 82: 338-345.

Zivanovic, Z., Chi, S., Draughon, A.F., 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *J Food Sci.*, 70 (1): 45-51.



ÖZGEÇMİŞ

