



**PROPOLİS VE KEKİK YAĞI KATKILI KİTOSAN
KAPLAMANIN TAVUK GÖĞÜS ETLERİNİN
KALİTESİNE ETKİSİ**

Farzad GHEBLEH

Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mustafa ATASEVER**

Doktora Tezi - 2019

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROPOLİS VE KEKİK YAĞI KATKILI KİTOSAN
KAPLAMANIN TAVUK GÖĞÜS ETLERİNİN
KALİTESİNE ETKİSİ**

Farzad GHEBLEH

**Veterinerlik Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mustafa ATASEVER**

**Erzurum
2019**

T.C.
ATATURK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**PROPOLİS VE KEKİK YAĞI KATKILI KİTOSAN KAPLAMANIN
TAVUK GÖĞÜS ETLERİNİN KALİTESİNE ETKİSİ**

Tez Savunma Tarihi : 26.03.2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa ATASEVER

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Zafer GÖNÜLALAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet ELMALI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Gülşah ÇANAKÇI ADIGÜZEL

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üye Demet ÇELEBİ

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Duygu ARIKAN
Enstitu Müdürü

Doktora Tezi
ERZRUM – 2019

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Gıda Kaplama	4
2.1.1. Oksijen Uzaklaştırma Sistemleri	6
2.1.2. Nem Emme ve Kontrol	6
2.1.3. Karbondioksit Üreten Sistemler.....	6
2.2. Gıda Kaplamaların Çeşitleri	7
2.3. Plastikleştiriciler	7
2.4. Kitosan	8
2.4.1. Antimikrobiyal Aktivite.....	11
2.4.1.1. Mikroorganizma Türü.....	12
2.4.1.2. Molekül Ağırlığı ve Deasetilasyon Derecesi	13
2.4.1.3. Suda Çözünürlük.....	13
2.5. Esansiyel Yağlar	13
2.5.1. Uçucu Bitki Yağlarının Antimikrobiyal Mekanizması.....	16
2.5.2. Uçucu Bitki Yağların, Antimikrobiyal Özelliklerin Etkileyen Faktörler	16
2.6. Propolis	17
2.6.1. Propolis Kimyasal Bileşimi	19

2.6.1.1. Flavonoidler	20
2.6.1.2. Terpenoidler.....	20
2.6.2. Propolisin Terapötik Özellikleri	20
2.6.3. Anti-bakteriyel Aktivitesi	21
2.6.4. Antiviral Aktivitesi	22
2.6.5. Anti-Enflamatuar Aktivitesi	22
2.6.6. Antioksidatif Aktivitesi.....	22
2.6.7. Toksikitesi.....	23
2.7. Literatür Özeti.....	23
3. MATERYAL VE METOT.....	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Kekik Uçucu Yağının Hazırlanması	27
3.1.2. Propolis Özünün Hazırlanması	27
3.1.3. Kekik Uçucu Yağı Propolis Özü ve Kitosandan Oluşan Kaplama Çözeltilerinin Hazırlanması	27
3.1.4. Tavuk Göğsünün Hazırlanması	28
3.2. Metot.....	28
3.2.1. Mikrobiyolojik Analizler	28
3.2.1.1. Tavuk Göğsü Et Numunelerinin Mikrobiyolojik Analizler için Hazırlanması .	28
3.2.1.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısının Belirlenmesi	28
3.2.1.3. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakterileri Sayısının Belirlenmesi.....	28
3.2.1.4. <i>Lactobacilus</i> spp. Sayısının Belirlenmesi.....	29
3.2.1.5. <i>Pseudomonas</i> spp. Sayısının Belirlenmesi	29
3.2.2. Kimyasal Analizler	29
3.2.2.1.Tiyobarbutirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi	29

3.2.2.2. pH Değerinin Belirlenmesi	30
3.2.2.3. Renk Analizi	30
3.2.2.4. Su Aktivitesi Tayini	30
3.2.2.5. İstatistiksel Analizler	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. Tavuk Göğüs Etlerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı	31
4.2. Tavuk Göğüs Etlerinin Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayısı.....	32
4.3. Tavuk Göğüs Etlerinin <i>Lactobacillus</i> spp Sayısı.....	33
4.4. Tavuk Göğüs Etlerinin <i>Pseudomonas</i> spp. Sayısı	34
4.5. Tavuk Göğüs Etlerinin Tiyobarbutirik Asit Reaktif Substans Değeri.....	35
4.6. Tavuk Göğüs Etlerinin pH Değerleri.....	36
4.7. Tavuk Göğüs Etlerinin Su Aktivitesi Değeri	37
4.8. Tavuk Göğüs Etlerinin Renk Değerleri	38
5. TARTIŞMA.....	41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR	47
EKLER	52
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	52
EK-2. ETİK KURUL ONAYI.....	53

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu deneysel çalışmamda ve çalışmanın tamamlanmasında derin bilgilerinden faydalandığım ve her türlü desteği ile yanımda olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ATASEVER'e en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar ve tez çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sevdâ URÇAR ve Dr. Öğr. Üyesi Hayrunisa ÖZLÜ'ye teşekkür ederim.

Ayrıca, hayatım boyunca manevi yardım ve desteklerinin esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Farzad GHEBLEH

ÖZET

Propolis ve Kekik Yağı Katkılı Kitosan Kaplamanın Tavuk Göğüs Eti Kalitesi Üzerine Etkisi

Amaç: Antimikrobiyal ve antioksidan özelliği olan propolis ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) yağı yenilebilir bir kaplama maddesi olan kitozana (Chitosan) eklenmiştir. Tavuk göğüs et numuneleri bu kaplama ile kaplanarak, kaplamanın ürünün raf ömrü ve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada tavuk göğüs eti numuneleri kaplamasız, kitosan, kitosan-alkol, kitosan-% 1 kekik yağı, kitosan-% 1 propolis ekstraktı ve kitosan-%1 kekik yağı-% 1 propolis ekstraktı ile kaplanarak altı grup oluşturulmuştur. Numuneler 16 gün 4°C’de depolanmıştır. Depolamanın 1, 4, 8, 12 ve 16. günlerinde mikrobiyolojik olarak Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB), Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri (TPAB), *Lactobacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. sayıları; kimyasal olarak pH, aw, Tiyoarbutirik asit Reaktif Substans (TBARS) ve renk (L*, a* ve b*) değerleri analiz edilmiştir.

Bulgular: Mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde depolama süresince kaplama uygulanmış gruplardaki TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. sayılarının daha yavaş arttığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde kaplama uygulanmış gruplardaki TBARS değerlerinin daha düşük, depolama süresince meydana gelen artışın da daha yavaş olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen pH değerleri incelendiğinde kaplama uygulanan gruplardaki pH değişiminin daha az olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bununla birlikte kaplama uygulamalarının (kitozan, propolis ekstraktı, kekik yağı) numunelerin aw ve renk (L*, a* ve b*) değerleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Sonuç: Kitosan kaplama materyaline, kekik esansiyel yağı ve propolis ekstraktı ilavesinin tavuk göğüs eti numunelerinde bakteriyel üremeyi, lipid oksidasyonunu ve pH değişimini azalttığı ve raf ömrü üzerine olumlu etki yaptığı görülmüştür. Ürün kalitesi üzerine en etkin uygulama; kekik esansiyel yağı, propolis ekstraktı ve kitozanın birlikte kullanıldığı kombinasyon olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak kitosan kaplama materyaline kekik yağı ve propolis ekstraktı ilavesinin gıda muhafazasında kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Bununla birlikte söz konusu uygulamaların gıda muhafazasında kullanımı üzerine daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, Propolis, Kekik Yağı, Gıda paketleme, Tavuk Göğüs eti

ABSTRACT

The Effect of Propolis and Thyme Oil Added Chitosan Coating on the Quality of Chicken Breast Meat

Aim. An antimicrobial and antioxidant propolis and thyme (*Thymus vulgaris L.*) oil was added to chitosan (chitosan), an edible coating agent. The effects of this coating material on the shelf life and quality of the coated chicken breast samples were evaluated.

Material and Method. In this study, chicken breast meat samples were examined in six groups including: control, chitosan, chitosan-alcohol, chitosan - 1% thyme oil, chitosan - 1% propolis extract and chitosan - 1% thyme oil - 1% propolis extract. These samples were stored at 4 ° C for 16 days. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total psychophilic aerobic bacteria (TPAB), *Lactobacillus* spp. and *Pseudomonas* spp. counts and chemically; pH, aw, Thiobarbutyric acid Reactive Substans (TBARS) and color (L *, a * and b *) values were analyzed on 1st, 4th, 8th, 12th and 16th days of storage.

Result. In reviewing the microbiological results; TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. and *Pseudomonas* spp. counts were observed to increase more slowly in the coated groups ($p < 0.05$) during storage. Concerning the results of the physicochemical analysis; TBARS values in the coated groups were lower and observed to increase slower during the storage period ($p < 0.05$). Compared to the ph values of other treated grups, ph value variations in coated grups were observed to be lower ($p < 0.05$). However, it was determined that the coating applications (chitosan, propolis extract, thyme oil) had no effect on a_w and color (L *, a * and b *) ($p > 0.05$).

Conclusion. In this study, the addition of thyme essential oil and propolis extract to the chitosan coating material has been shown to reduce bacterial growth, lipid oxidation and pH change in chicken breast meat samples and to have a positive effect on shelf life. The most effective application on product quality was the treatment grup of the combination of thyme essential oil, propolis extract and chitosan. As a result, the addition of thyme oil and propolis extract to chitosan coating material could be used for preserving foods. However, more scientific studies are needed on the use of such applications in food preservation.

Key Word: chitosan, propolis, thyme oil, food packaging, chicken breast meat

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

aw	: Su Aktivitesi
ADI	:Administration Daily Intake
CFU	: Colony Forming Unit
CMC	: Carboxy Methyl Cellulose
EEP	: Ethanolic Extracts of Propolis
EPE	: Ethanol Propolis Extract
GCMS	: Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi
GRAS	: Generally Recognized As Safe
HMG	: Hydromethanol Extract Geopropolis
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
log	: Logaritma
MBC	: Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MIC	: Minimum Inhibition Konsantrasyoun
SS	: Standart Sapma
TBA	: Tio Barbiturik Asit
TBARS	: Tio Barbitürik Asit Reaktif Substance
TCA	: Trikloro Asitik Asit
TMAB	: Toplam Mesofil Aerobik Bakteri
TPAB	: Toplam Psikrofil Aerobik Bakteri
USFDA	:United stated Food and Drug Administration

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No

Sayfa No

Şekil 4.1. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TMAB sayısında meydana gelen değişim.....	31
Şekil 4.2. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TPAB sayısında meydana gelen değişim.....	32
Şekil 4.3. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince <i>Lactobacillus</i> spp. sayısında meydana gelen değişim.....	33
Şekil 4.4. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince <i>Pseudomonas</i> spp. sayısında meydana gelen değişim	34
Şekil 4.5. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TBARS değerinde meydana gelen değişim.....	35
Şekil 4.6. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince pH değerinde meydana gelen değişimler.....	36
Şekil 4.7. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince aw değerinde meydana gelen değişimler.....	37
Şekil 4.8. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a* değerinde meydana gelen değişimler.....	38
Şekil 4.9. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince b* değerinde meydana gelen değişimler.....	39
Şekil 4.10. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince L* değerinde meydana gelen değişimler.....	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No

Sayfa No

Tablo 4.1. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TMAB değerlerindeki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)	31
Tablo 4.2. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TPAB değerlerindeki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)	32
Tablo 4.3. Tavuk göğüs eti numunelerinin süresince <i>Lactobacillus</i> spp. sayısındaki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)	33
Tablo 4.4. Tavuk göğüs eti numunelerinin süresince <i>Pseudomonas</i> spp. bakterilerin sayısındaki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)	34
Tablo 4.5. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TBARS değerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)	35
Tablo 4.6. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince pH değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)	36
Tablo 4.7. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince aw değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm SS$)	37
Tablo 4.8. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)	38
Tablo 4.9. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince b* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)	39
Tablo 4.10. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince L* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)	40

1. GİRİŞ

Gıdalar içinde bulunan bileşenlerden dolayı doğal olarak bozulabilir. Bu nedenle gıdaların hazırlanması ve depolanması sırasında oluşan biyokimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaya karşı korunması gerekmektedir. Sadece soğutma işlemi ile etkin bir muhafaza işlemi mümkün olmamaktadır. Bunun için gıdaların raf ömrünü uzatmak için ambalajlama işlemi yapıldıktan sonra depolanmalıdır. Ambalajın koruma etkinliğini artırmak için ambalaj materyaline çeşitli bileşikler eklenebilir. Katılan bu maddeler bakteri faaliyetini durdurarak ya da azaltarak gıdanın raf ömrünü uzatır ve mikrobik kirlenmeye karşı koruma sağlar.¹

Ambalaj sektörü gıda endüstrisinin önemli bir parçasıdır. Birçok pişirme ve muhafaza prosesi halen etkin paketlemeye bağlıdır. Konserve, fırınlama prosesleri ve kurutma gibi işlemlerden sonra ürünün oksijen, ışık, su buharı, bakteri ve diğer kirleticilerin etkilerine maruz kalmasını engellemek için ambalajlama yapılması gerekmektedir. Kanatlı ürünleri ve endüstriyel olarak hazırlanmış çiğ etler dondurulmuş olarak muhafaza edilebilmektedir. Günümüzde, koruyucu gazlar ve yeni gaz geçirimsiz ambalaj malzemelerine dayanan ambalajlı gıdalar satılmaktadır. Esas olarak üretim güvenliği, raf ömrü uzatma süresi, maliyet etkinliği, çevre sorunları ve tüketici kullanım kolaylığı son yıllarda gıda ambalajlarının hızlı bir şekilde gelişmesini sağlamıştır. Farklı ambalaj performanslarını iyileştirmek için aktif ve akıllı ambalajlama sistemi dünyadaki laboratuvarlarda geliştirilmektedir. Tüm bu yeni ambalajlama teknolojileri sayesinde gıda kalite ve güvenliğini sağlanarak gıda israfı, gıda zehirlenmeleri ve alerjik reaksiyonlar azaltılmıştır. Ambalaj, gıdaların dağıtımını kolaylaştırır ve ışık, oksijen, nem, mikroorganizma, mekanik etkiler ve toz gibi çevresel koşullardan korur. Ayrıca uygun etiketleme ile tüketiciyi bilgilendirme ve kullanım kolaylığı (kolay açılma, tekrar kapanabilir kapaklar) sağlar. Ambalajlamada tüm bu gereksinimler etkin ve ekonomik

bir şekilde karşılanmalıdır.²

Tavuk etlerinde mikrobiyal ve mikrobiyal olmayan bozulmalar olabilmektedir. Mikroorganizmalar bozulmanın en önemli nedenidir ve bozulma mikroorganizmaların çoğalması ve salgılanan enzimlerin faaliyetleri sonucunda meydana gelir. Bu mikroorganizmalar canlı hayvanın deri, tüyleri ve gastrointestinal sistemine kontamine olabilesinin yanısıra toprak, su, parçalama, paketlenme, taşıma, depolama, personel gibi birçok kaynaktan da kontaminasyon oluşabilmektedir. Toplam bakteri, maya ve küf sayıları hijyenik önlemler hakkında fikir vermektedir. Ayrıca bu ölçümler tavuk ürünlerinin muhafaza durumunun değerlendirilmesinde de yardımcı olan kalite endeksi olarak kabul edilmektedir.³

Tavuk etinin ürün kalitesi işleme ve depolama süresince, lipid oksidasyonu, hidroliz ve protein denatürasyon veya fiziksel ve kimyasal değişikliklerden dolayı azalabilmektedir. Lipid oksidasyonu, hidroliz ve protein denatürasyonu depolama sırasında koku ve renk değişikliklerine de neden olabilmektedir.⁴

Et endüstrisinin en önemli amacı raf ömrünü uzatmaktır. Bu amaca ulaşmak için hem patojen ve hem de saprofit mikroorganizmalara karşı koruma sağlamak için çeşitli doğal koruyucular uygulanmaktadır. Gıda endüstrisinde doğal koruyucu olarak bitki özleri ve baharatlar kullanılmaktadır.⁵

Son yıllarda önem kazanan yenilebilir filmlerin gıdaların raf ömrünü uzatmak ve gıdaları çevreye karşı korumak için kullanılması yeni değildir. Bu tür filmler protein, polisakarit veya lipidlerden yapılmaktadır.⁶

Gıda ürünlerinin kalitesini etkileyen en önemli faktörler mikrobiyal, kimyasal ve oksidatif bozulmalardır. Ürünlerde meydana gelen bu bozulmalar ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları azaltmak için uzun yıllardan beri kimyasal koruyucular kullanılmaktadır. Kimyasal maddeler hem insan sağlığını hem de doğayı etkileyerek

biyolojik dengeyi bozabilmektedir. Dolayısıyla, insan sağlığına zarar vermeyen ve evre dostu olan doğal ürünlerin biyolojik kontrol yöntemleri olarak kullanılabilirliği araştırılmaya başlanmıştır. Propolis ve kekik yağı, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri olan maddelerdir. Bu maddelerin birlikte kullanılması sözü geçen özelliklerin sinerjik etkisini artırmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda gıda muhafaza yöntemleri arasında doğal gıda kaplama materyalleri kullanılarak gıdaların ambalajlanması konusuna daha çok önem verilmektedir. Bu nedenle propolis ve kekik yağı yenilebilir bir gıda kaplama maddesi olan kitosanla bir arada kullanıldığı kaplama materyali ile kaplanan tavuk göğüs etlerinin raf ömrü ve et kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gıda Kaplama

Gıdalarda bozulmayı önlemek ve patojen mikroorganizmaları inhibe etmek için birçok gıda muhafaza yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de ambalajlamadır. Ambalaj, gıda tedarik zincirinde önemli bir role sahiptir ve gıda proseslerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Ambalaj, gıda maddesinin dağıtımını kolaylaştırmasının yanı sıra ışık, oksijen, nem, mikroorganizma ve diğer çevresel koşullardan da koruyucudur. Ayrıca ambalajlama sırasında uygulanan etiketleme sayesinde tüketicinin ürün hakkında bilgilendirilmesi sağlanmış olur. Kullanılan ambalajın kolay açılma, tekrar kapatılabilme ve ürünlerin kolay kullanımı için tüketiciye kolaylık verecek şekilde tasarlanabilmesi de mümkündür. Sağladığı bu avantajlara ek olarak, ambalajlamanın ekonomik olması gözardı edilmemelidir.⁷

Ambalaj, çeşitli gereksinimleri etkili ve ekonomik bir şekilde karşılamak zorundadır. Gıda üreticisinin amacı, tüm mevzuat, pazarlama ve fonksiyonel gereksinimi yeterince karşılayan ve tüketici taleplerini mümkün olduğu kadar yerine getiren optimize edilmiş bir ambalaj tasarlamaktır.²

Yenilebilir film, tüketilecek bir gıda maddesinin üzerine kaplanabilen veya gıda ile çevre ortam arasında bariyer olarak yerleştirilen ince bir tabaka olarak tanımlanır. Geçtiğimiz 10 yıl boyunca, gıdalardaki yenilebilir filmler ve kaplamalar üzerine yapılan araştırmalar, tüketici talebi, kolay uygulanabilmesi ve ekonomik olması nedeniyle artmıştır. Bu filmlerin avantajı raf ömrünü uzatması, taze gıdaların daha kaliteli olmasının yanı sıra çevre dostu olmasıdır.⁸ Öte yandan yenilebilir filmlerin gıdanın kalite ve güvenliğini sağlamak için daha az katkı madde ve koruyucu madde içermesi gerekmektedir.⁹

Ambalajlama amacıyla kullanılan yenilebilir filmler gıdaları mekanik olarak

korumasının yanında mikroorganizmaların bulaşmasını ve kalite kayıplarını önlemektedir. Yenilebilir filmlere ya da kaplamalara doğal veya kimyasal antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar, enzimler, probiyotikler, mineraller ve vitaminler gibi fonksiyonel bileşenler de dahil edilebilir.¹⁰

Yenebilir filmler, bileşenlerine göre üçe ayrılır:

1. Hidrokoloidler (proteinler, polisakkaritler veya alginatlar),
2. Yağlar (yağ asitleri, asilgliseroller veya balmumları) ve
3. Kompozitler (hidrokoloidler ve yağların birleştirilmesiyle elde edilir).¹¹

Gıda ambalajlamada kullanılan aktif ve akıllı paketlenme yeni yöntemlerdendir.

Akıllı ambalajlama sistemlerinde gıda maddesini saran ambalajın içinde veya dışında, eklenmiş çeşitli indikatörler kullanılmaktadır. Bu dedektörler ambalaj içinde bulunan karbondioksit, diasetil amin, amonyak, etanol ve hidrojen sülfürün belirlenmesinde kullanılmaktadırlar. Bu indikatörler, mikroorganizmaların gelişimi sırasında meydana çıkan spesifik metabolitler ile reaksiyona girerek gıdanın mikrobiyal kalitesini doğrudan gösterebilmektedir.¹²

Böylece ambalajlama sisteminde ürün tedarik zincirindeki kritik kontrol noktaları aracılığıyla ürün kalitesinin ve ürünün geçmişinin izlenebilmesi mümkün olmaktadır.¹³

Aktif ambalajlama; gıdayı dış etkilere koruyan bariyer olmanın yanı sıra ambalaj içindeki ortamı kontrol edebilmesini de sağlamaktadır. Aktif ambalajlamanın üç farklı yöntemi vardır. Bunlar emici sistemler, serbest bırakma sistemi ve diğer sistemlerdir.

Emici sistemlerde oksijen, etilen, fazla su uzaklaştırılmasıyla istenmeyen bileşikler temizlenir. Serbest bırakma sisteminde gıda paketlerine karbondioksit, antioksidanlar ve diğer koruyucular eklenmektedir. Diğer sistemlerde kendinden

ısıtma/soğutma ve koruma gibi metodlar kullanılabilir. ¹⁰

2.1.1. Oksijen Uzaklaştırma Sistemleri

Paketlenmiş bir gıdada oksijen varlığı çoğu zaman bir ürünün raf ömrünü azaltan önemli bir faktördür. Oksidasyon gıdada renk, koku ve tat değişikliklerine neden olabilir. Ayrıca oksijenli ortamda aerobik bakteri, küf ve maya gelişimini kolaylaşmaktadır. Özellikle oksijene duyarlı ürünlerin paketlenmesinde bu metod kullanılabilir. Mevcut oksijen çıkarma teknolojileri, bir veya daha fazla oksitlenen madde ilave edilmesi işlemine dayanmaktadır. Demir tozu, askorbik asit, enzimler (örn., glikoz oksidaz ve etanol oksidaz), doymamış yağ asitleri (örn., oleik, linoleik ve linolenik) kullanılmaktadır. Oksijen temizleyiciler teknolojileri et endüstrisinde başarıyla kullanılmaktadır. ¹⁰

2.1.2. Nem Emme ve Kontrol

Nem emme kontrolünün ana amacı, ürünün su aktivitesini (a_w) düşürmek ve böylece gıda maddelerindeki mikroorganizmaların üremesini azaltmaktır. Nem tamponlama işlemi, gıdanın yüzey-su seviyesini azaltmak ve buhar fazındaki nemi kontrol etmekle elde edilebilir. Tipik üst düzeyde emici polimerler, poliakrilat tuzları, karboksimetil selüloz (CMC) ve suya karşı çok kuvvetli bir affiniteye sahip nişasta içerir. ¹⁰

2.1.3. Karbondioksit Üreten Sistemler

Karbondioksit üreten sistemler, mikrobiyal aktiviteyi inhibe ederler. Yüksek CO_2 seviyeleri (%60 ile %80) yüzeydeki mikrobiyal üremeyi inhibe eder ve gıdaların raf ömrünü uzatır. Bu nedenle, oksijen uzaklaştırma işlemine tamamlayıcı olarak CO_2 üreten bir sistemin eklenmesi raf ömrünü uzamasına olumlu etki yapmaktadır. Diğer bir ifadeyle CO_2 üretim sistemlerinin taze et, kümes hayvanları, balık ve peynir gibi gıdaların ambalajlanmasında kullanımının faydalı olduğu düşünülmektedir.

Etanol üreten sistemler ise tıbbi ve farmasötik ambalaj uygulamalarında rutin olarak kullanılmaktadır. Nemli yiyeceklerin, peynir ve fırın ürünlerinin mikrobiyolojik bozulmalarını önlemektedir. Aynı zamanda oksidasyon değişim oranını da azaltmaktadır.¹⁴

2.2. Gıda Kaplamaların Çeşitleri

Yenilebilir kaplamalar sentetik kaplamalara göre avantajlıdır. En önemli avantajı, tüketilebilir oldukları için çevre kirliliğine neden olmazlar. Bu filmler, çeşitli bileşenleri (örn., tatlandırıcılar, renklendiriciler) içermesi koşuluyla, paketlenmiş gıdaların organoleptik özelliklerini artırabilir. Yenilebilir kaplamalar, antimikrobiyal ve antioksidan ajanlar için taşıyıcı olarak işlev göstermektedir. Yenilebilir kaplamalar için başka bir uygulama da çok katmanlı gıda ambalajlama malzemeleri kullanılabilmesidir. Böylece yenilebilir kaplamalar, gıda maddeleri ile doğrudan temas halinde oldukları için geçirgenliği ve mekanik özellikleri (genellikle sentetik filmlerden daha zayıftır) iyileştirecektir. Yenilebilir kaplamalar, film oluşturma yeteneğine sahip malzemelerden üretilmektedir. Bu maddelere antimikrobiyal maddeler ve renk maddeleri eklenebilmektedir.

Gıda uygulamalarında kaplama çözeltileri, daldırma, püskürtme, fırçalama gibi çeşitli yöntemler ile gıdaya uygulanabilmektedir. Gıda kaplamalarında (yenilebilir filmler) kullanılan malzemelere göre çeşitlilik göstermektedir. Kaplama veya yenilebilir filmler oluşturuca materyaller olarak incelenen polisakritler arasında selüloz türevleri, nişasta türevleri, pektin ve kitosan bulunmaktadır. Polisakkaridler genellikle çok hidrofobik ve zayıf su buharı ve gaz bariyeri özelliklerine sahiptir. Bu kaplamalar gıda ürünlerinin nem kaybını geciktiren ajanlar olarak da görev yapabilir.¹⁵

2.3. Plastikleştiriciler

Plastikleştiriciler, mekanik özellikleri kırılabilirliği azaltmak ve yenilebilir

kaplamaların mekanik özelliklerini değiştirmek ve depolama sırasında çatlamayı önlemek için kullanılır.¹⁶ Genel olarak plastikleştiriciler, moleküller arası kuvvetler azaltan, zincir esnekliğini ve uzatılabilirliğini artıran, amorf veya kısmen kristalin polimerik kaplamaların geçiş sıcaklığını düşüren ve polimer zincirleri arasında aralık oluşturan, düşük moleküler ağırlıklı bileşenlerdir. Plastikleştiricilerin kaplama bileşiğine ilavesi genellikle zincirler arasındaki serbest hacmindeki artışa bağlı olarak gaz ve su buharı geçirgenliğini artırmaktadır.¹⁷

Bazı yenilebilir filmler (polisakkaridler veya proteinler) için plastikleştiriciler gereklidir. Hidrokolloid film oluşturma preparatlarına ilave edilen miktar, hidrokolloidin ağırlıkça %10 ila %60 arasında değişir. En yaygın kullanılan plastikleştiriciler şunlardır: polioller, propilen glikol¹⁸, gliserol¹⁷, sorbitol¹⁹, polietilen glikol²⁰, oligosakkaritler, sükroz ve sudur.²¹ Su film matrisi üzerine emdirilmiş miktara bağlı olarak bazı filmleri plastikleştiren ve/veya antiplastikleştiren her yerde doğal bir seyrelticidir.²² Böylece, çevredeki nispi nemden etkilenen filmin nem içeriği önemli derecede film özelliklerini etkiler. Bununla birlikte, plastikleştiricilerin eklenmesi gazların geçirgenliğini artırmakla birlikte, filmin su çekmesini ve gerilme kuvvetinin azalmasını sağlamaktadır.²³

2.4. Kitosan

Gıdaların raf ömrünü uzatan ve yenilebilir filmler için kullanılan en yeni materyallerden biri kitosandır. Kitinin deasetilasyonu ile elde edilen doğal kaynaklı bir biyopolimer olan kitosan gıda kaynaklı bakteri, küf ve mayalara karşı antimikrobiyal aktivitesi ile gıdalar için potansiyel bir koruyucu katkı maddesidir. Bu özelliğinin yanı sıra film oluşturabilme ve bariyer özelliklerinin olması kitosanı antimikrobiyal özellikte yenilebilir film ve kaplamalar için ideal bir materyal haline getirmektedir.²⁴

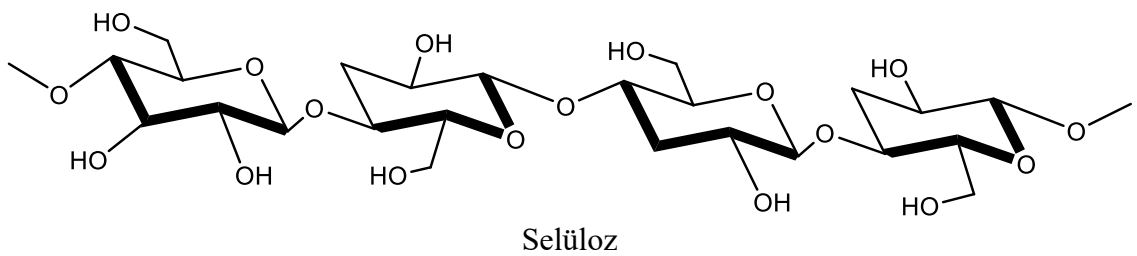
Esas olarak kabuklu hayvanların kabuklardan elde edilen kitin β -(1, 4)-2-amino-

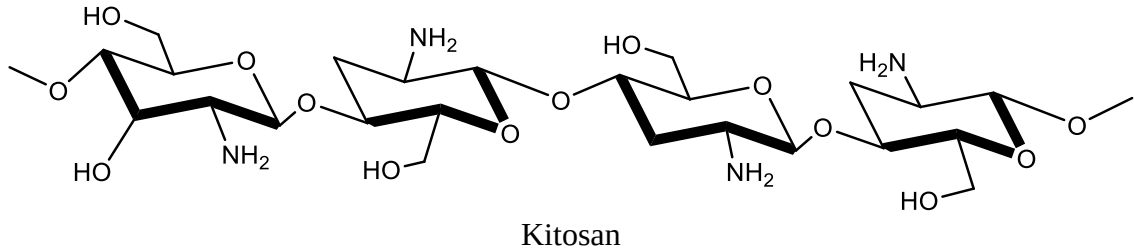
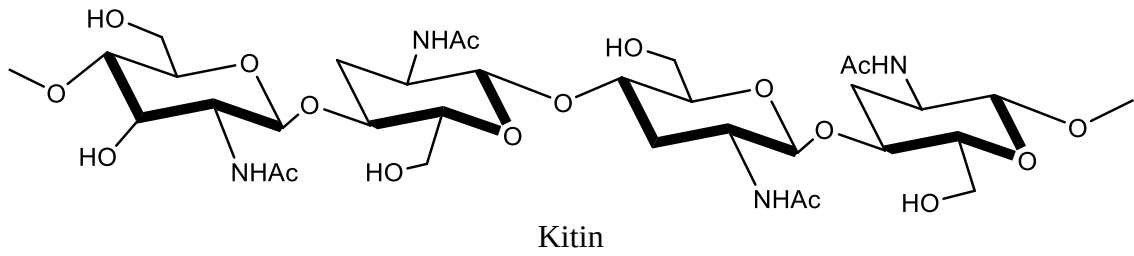
2-deoksi-D-glukoz, selülozdan sonra doğada en bol bulunan doğal ve toksik olmayan ikinci polimerdir.²⁵ Kabuklu hayvanların dış iskeletinde, mantar hücresi duvarlarında ve diğer biyolojik materyaller de bulunmaktadır. Heksoz biriminin tekrarı ve ikinci karbon atomundaki hidroksilin bir asetamid grubuyla değiştirilmesi haricinde selüloz ile yapısal olarak aynı olan poli β -(1-4)-2-astamid-D-glukoz yapısındadır.

Kitosan beyaz renkte, kokusuz, tatsız, suda çözünmeyen, ancak asidik çözücülerde çözünebilir, toz şeklinde bir maddedir. Kitosan çöktürme, nem tutma ve film oluşturma özeliğine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı kitosan birçok farklı alanlarda (örn., gıda, endüstri, ziraat, medikal alanlar, kozmetik, biyoteknoloji, su arıtma) kullanılabilir. ²⁶

Kitosan, asit varlığında deasetilasyonu ile kitinden türetilmektedir. Bu nedenle kitosan β -(1-4)-2-astamid-D-glukoz ünitelerinden oluşan bir kopolimerdir. Kitosan, deasetilasyon derecesi ve ortalama molekül ağırlığına göre türlere ayrılır. Kitosanın önemli özellikleri; katyonik, antimikrobiyal, antifungal ve insektisidal olmasıdır. Nötr çözeltilerde zayıf çözünürlükte olması kitosanın dezavantajıdır. Çözünür bir ürün elde etmek için gerekli deasetilasyon derecesi %80-85 veya daha yüksek olmalıdır. ¹⁶

Kitin esas olarak poli- β -(1,4)-2-amin-2-deoksi-D-glukoz) monomerlerinden oluşur. Kitosanın ise kimyasal yapısı, poli- β -(1,4)-2-astamid-2-deksi-D-glukoz) şeklindedir. Bu birimler 1 ve 4 bağlarla bir glikozit oluşturur. Bu glikozitler yan zinciri olmayan doğrusal polimerlerdir. ⁹





Kitin molekülü kimyasal olarak selüloza benzer. Farkları selülozda ikinci karbon atomuna bağlı hidroksil grubu, kitinde asetamid ($-\text{NHCOCH}_3$) grubu ve kitosanda ise amin ($-\text{NH}_2$) grubu bulunmasıdır. Bitki hücre duvarı selüloz ve mantar hücre duvarı kitin maddesindendir. Kitosanda ikinci karbon pozitif yüklü olması ile polimerin polikatyonik özelliği vardır. Bu özelliğinden dolayı polianyonik bileşikler ile kitosan (proteinler, DNA, hücre zarı) birleşmektedir. Kitin ve kitosan toksik ve alerjik olmayan maddelerdir. Kitin, kabuklu deniz ürünlerin kabuklarından elde edilir. Kitosan, laboratuvar ve endüstriyel ölçüde kitinin % 50 deasetilasyonu ile yapılır. Bu kitosan asidik çözücülerde; örneğin %1'lik asetik asit ve laktik asitte çözünebilmektedir.²⁷

kimya endüstrisindeki ticari uygulamalarda kullanıldığı için önem kazanmıştır. Gıda endüstrisinde kitosan kullanımı çeşitli biyolojik faaliyetleri, fonksiyonel özellikleri, antimikrobal aktivitesi ve film oluşturma özelliğinden dolayı doğal bir gıda koruyucu kaplama malzemesidir. Laktat ve malat formundaki kitosan türevleri suda çözünür. Suda çözünür kitosan enzimatik veya kimyasal hidroliz yoluyla oligosakarit formunda da üretilebilir. Kitosan kaplaması, iç atmosferi değiştirerek gıda kayıplarını azaltarak gıdaların depolanmasını iyileştirebilir. Kitosan toksik olmadığı için biyolojik olarak uyumlu bir materyaldir.²⁸

Genellikle kitosan alkali ortamda kitinin deasetilasyonu yoluyla elde edilir. N-asetil grubu çeşitli deasetilasyona maruz kalabilir. Elde edilen polimer asetilasyon seviyesi ve molar kütleyle göre karakterize edilmelidir.²⁹

Kitosanın, Japonya’da 1983 yılında, Kore’de ise 1995 yılında gıda katkı maddesi olarak kullanımına izin verilmiştir.²⁸ Evcil hayvanların beslenme denemeleri ile kitosanın biyolojik olarak güvenli olduğunu ortaya konulmuştur.³⁰

Fareler için LD50 (letal doz) kitosan alımının 16 g olduğu belirlenmiştir. Bu durum kitosanın sükrozdan daha az toksik olduğunu göstermektedir. Singla³¹ kitosanın uzun süre kullanımının bağırsak biotasının kompozisyonunda değişikliklere neden olabileceğini ileri sürmüştür. Her gün %10 oranında kitosan içeren diyetle beslenen farelerde herhangi bir sorun görülmediği bildirilmiştir. İnsanlarda ise 12 hafta kitosan kullanımının önemli yan etkilere neden olmadığı belirtilmiştir.³²

Kitosan, antioksidan ve antibakteriyel kapasiteye göre, depolama esnasında ette bozulmaya neden olan bakterilerin gelişmesini ve lipid oksidasyonunu engellemektedir.²⁸

Etin depolama süresine kitosanın etkisini belirlemek amacıyla birçok çalışma^{33,34} yapılmıştır. Darmadji ve Izumimoto³³ yaptıkları çalışmada %1’lik kitosan kullanılarak kaplanmış sığır etinin yağ oksidasyonu değerinin yaklaşık %70 azaldığını gözlemişler. Darmadji ve Izumimoto bir başka araştırmada da % 0.5 kitosan ve 100 ppm nitrit ve %1 *Lactobacillus plantarum* starter kültürü kombinasyonunun uygulandığı sığır etinin depolanma sürecinde bakterilerin gelişimini yaklaşık 2-log azaldığını ve TBA değerinin %36 oranında düştüğünü ayrıca nitrit kullanımının %63 oranında azaltılmasına karşın fermente ürünlerdeki istenen renk oluşumunun devam ettiğini tespit etmişlerdir.³⁴

2.4.1. Antimikrobiyal Aktivite

Kitosan, katyonik özelliğinden dolayı bakterilerin membranında bulunan

kalsiyum iyonları ile rekabet içinde bulunur ve mikroorganizmalara nüfuz ederek DNA'nın RNA'ya dönüşümünü engeller. Kitosan bazı metaller ile birleşerek bakterilerin toksin üretimini engeller. Ayrıca kitosan, su tutma kapasitesine sahip olduğu için ürünün su aktivitesini azaltarak mikroorganizmaların gelişmesini kısıtlar.²⁷

Kitosanın antimikrobiyal aktivitesi dört faktöre bağlıdır:³⁵

1. Mikroorganizma türü
2. Kitosanın özellikleri (pozitif yük yoğunluğu, molekül ağırlığı hidrofobik ve hidrofilik özellikler, şelasyon kapasitesi)
3. Kitosanın fiziksel formu (çözünür ve katı hal)
4. Çevresel faktörler (pH, iyonik kuvvetler, sıcaklık, zaman).

Kitosanın antimikrobiyal etki mekanizması henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Ancak kitosanın amino gruplarının protonize olarak mikroorganizmaların anyonik gruplarına bağlandığı ve mikroorganizma hücrelerinin aglütinasyonuna ve mikroorganizma gelişiminin inhibisyonuna neden olduğu belirtilmiştir.³⁶

Düşük molekül ağırlığına sahip kitosanın negatif yükü hücrelere nüfuz eder ve transkripsiyonu ve dolayısıyla translasyonu inhibe olan mikroorganizmanın DNA'sına bağlanır Buna karşın yüksek molekül ağırlıklı kitosanlar, hücre membranına bağlanan bir şelatlayıcı madde olarak etki eder.²⁹

2.4.1.1. Mikroorganizma Türü

Kitosanın antimikrobiyal aktivitesi Gram negatif bakterilerde bakteriyostatik etkili iken, Gram pozitif bakterilerin etrafında zar oluşturarak gelişimlerini engellemektedir. Düşük molekül ağırlıklı kitosan, Gram negatif bakterilere daha kolay nüfuz etmekte ve metabolizmasının bozulmasına neden olmaktadır.³⁷ Kitosanın antimikrobiyal aktivitesinin polisakkaritin bakteriye Emilimiyle doğrudan ilişkili olduğu

doğrulanmıştır, bu da hücre duvarı yapısının geçirgenliğinde değişimlere neden olmasıyla açıklanmaktadır.³⁸

2.4.1.2. Molekül Ağırlığı ve Deasetilasyon Derecesi

Difüzyon yoluyla hücre içine geçip, metabolizmayı bozdukları için genellikle molekül ağırlığı düşük olan kitosanların (10 kilo dalton'den az) antimikrobiyal etkileri yüksektir. Molekül ağırlığı 9.3 Kd olan kitosan *E. coli* bakterisinin gelişimini engellerken, molekül ağırlığı 2.2 Kd olan kitosan *E. coli* bakterisinin üremesini teşvik etmektedir. Kitosan deasetilasyonu ne kadar yüksek olursa antimikrobiyal özelliğide o kadar artar. Bunun nedeni, kitosan asetilasyonuna göre hem çözünürlüğün hem de yüklü kitosan yoğunluğunun artmasıdır.³⁵

2.4.1.3. Suda Çözünürlük

Kitosanın suda zayıf çözünürlüğü kullanımını sınırlandırmaktadır.³⁵ Kitosan USFDA (United stated Food and Drug Administration) tarafından GRAS (Genellikle Güvenli Olarak Kabul Edilir) olarak sınıflandırılmıştır. EU (European Union) kitosanın ADI (Administration Daily Intake) değerinin 3 g olduğunu bildirmiştir (Regulation No 432/2012).³⁹

A-Wan ve ark.⁴⁰ Kitosanin demir iyonlarına etkisiyle ilgili yaptıkları çalışmada et ürünlerinin depolanması sırasında, demir iyonlarının serbest kaldığını bu iyonların katalitik etkisinin kitosan ile demir iyonlarının birleşmesiyle engel olunabileceğini tespit etmişlerdir.

Kim ve ark.⁴¹ serbest radikallerin, kitosanın amino grupları ile birleşerek serbest radikallerin etkilerini engelleyebileceğini belirlemişlerdir.

2.5. Esansiyel Yağlar

Gıda sanayinde mevcut yöntemlerle (modifiye edilmiş atmosferde ambalajlama, ısıtma, soğutma, antimikrobiyel bileşikler ilavesi) birlikte gıda kaynaklı patojenleri

azaltmak veya inhibe etmek için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle sanayileşmiş toplumlar, çevre üzerinde düşük etkiye sahip daha az sentetik gıda katkı maddesi içeren ürünleri tercih etmektedir. Bu nedenle bitkisel kaynaklı doğal koruyuculara olan talep artmaktadır. Aromatik ve tıbbi bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar eski çağlardan beri antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklerinden dolayı kullanılmaktadırlar. Uçucu yağların biyolojik etkinliği, bitki genotipi tarafından belirlenir ve kimyasal bileşimleri (Fenolik) coğrafi köken ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir.⁴²

Elde edildiği kaynağa göre doğal antimikrobiyal bileşikler hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklı olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bitkisel kökenli antibakteriyel bileşikler, büyük bir çeşitlilik ve güçlü antibakteriyel etkinliği nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Uçucu yağlar çeşitli bitkilerin farklı bölgelerinden elde edilen aromatik yağlardır. Bitkilerin yapraklarından (örn., biberiye, fesleğen, kekik), çiçek ya da tomurcuklarından (örn., karanfil), tohumundan (örn., kimyon, maydanoz), tüm gövdesinden (örn., sarımsak, soğan) ve meyvesinden (kakule ve biber) esansiyel yağlar elde edilmektedir. Bu yağlar, çeşitli yöntemler ile ekstrakte edilmektedir. Ancak, su buharı destilasyonu ticari üretim için en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Şimdiye kadar 340 dan fazla bitkinin antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Bu bitkilerden antimikrobiyel özelliklere sahip olan, 30,000'den fazla fenolik bileşiğin ekstraksiyonu yapılmıştır.⁴³

İlk zamanlar esansiyel yağlar gıdalarda lezzet verici olarak kullanılmaktaydı. Son yıllarda, bu yağların antimikrobiyal özellikleri önem kazanmıştır. Uçucu yağlar iyi kokulu lipofilik bileşiklerin karışımıdır. Uçucu yağlar; fenolik bileşikleri, alifatik hidrokarbonları, alkoller, aldehytleri, ketonları, asitleri, asiklik esterleri, isoflavonoidleri ve laktonları içermektedir. Uçucu yağlar içinde antimikrobiyal bileşiklerden karvakrol,

timol, sitrol ve ogenol bulunmaktadır. Bu bileşikler her bitkide farklı oranlarda bulunmaktadır.⁴³

Uçucu yağlar, USFDA tarafından GRAS (Genellikle Güvenli Olarak Kabul Edilir) olarak sınıflandırılır. EU esansiyel yağların <2mg/kg beden ağırlığı /gün konsantrasyonunda kullanımını güvenli olarak kabul etmektedir.³⁹

Son yıllarda uçucu yağlar doğal katkı maddeleri olarak gıdalarda diğer koruma yöntemleriyle birlikte ve hurdle teknolojisi adı verilen metot yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu alternatif koruyucular yeşil teknoloji olarak bilinen sentetik koruyucuların yerine kullanılabilir. Bu bileşikler antioksidan ve antibakteriyel etkinliklere sahip olduklarından, ambalajlama malzemesi olarak da kullanılabilir.^{44, 45}

Ayrıca antioksidan etkinlikleri olan çeşitli uçucu yağlar filmlere eklenmektedir. Buna ek olarak, uçucu yağ içeren filmler, uçuculuklarından ötürü bu filmlerin kabul edilebilirliğini artıran koku ve tatları desteklemektedir. Ayrıca uçucu yağların hidrofobik özellikleri sayesinde filmlerin su buharı geçirgenliği de azaltmaktadır. Uçucu yağlardan olan mono terpenler çok hidrofobiktir. Uçucu yağlardaki aromatik bileşikler dışında kalan endojen pigmentler renk üzerinde etkili olabilmektedir.⁴⁶

Bir çalışmada % 20'lik ve % 50'lik biberiye uçucu yağını içeren selüloz asetatlı bir film ile tavuk göğüs etleri kaplanmış ve altı gün depolanmıştır. Depolama süresinde etlerin psikrofilik bakteri sayısı ve koliform bakteri sayısı üzerinde film kaplamasının etkili olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle %50'lik biberiye uçucu yağı içeren filmlerle kaplı etlerin depolamanın 6.gününe kadar koliform bakterilerinde daha etkili olduğu saptanmıştır.⁴⁷

Yapılan diğer bir çalışmada ise kekik, mersin, defne, adaçayı ve portakal esansiyel yağlarının *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans*'a karşı etkisi 5-20 µl / disk (çap 6 mm) ve %0.5-3 (v/v)

konsantrasyonlarında agar difüzyon testi kullanılarak incelenmiştir. En yüksek antibakteriyel ve bakteriyostatik aktivitenin kekik yağında olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte *Listeria monocytogenes* 'in uçucu yağ ekstrelerine karşı daha az duyarlı olduğu da belirlenmiştir.⁴²

2.5.1. Uçucu Bitki Yağlarının Antimikrobiyal Mekanizması

Fenolik bileşiklerin antimikrobiyal aktivitesi, konsantrasyonuna göre değişmektedir. Düşük konsantrasyonlarda enzim aktivitesi üzerine etkisi bulunurken yüksek konsantrasyonlarda proteinlerin denatürasyonuna neden olmaktadır. Bileşiklerin antibakteriyel mekanizması bakterilerin hücre geçirgenliğini azaltarak bakterilerde protein sentezini engellemek ve böylece hücrenin ölümüne neden olmaktadır.⁴³

2.5.2. Uçucu Bitki Yağlarının, Antimikrobiyal Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Laboratuvarda uçucu yağların antibakteriyel aktivitesi direk gıdalardaki etkisinden daha çoktur. Bu durum gıdanın pH'sı, yağ miktarı, aw'sı, sıcaklığı, gıda koruyucu maddeleri ve paketlenme gibi birçok faktörlerden kaynaklanmaktadır. Et ürünlerinde yağın yüksek seviyesi uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesini azaltır. Bu nedenle gıdalarda uçucu yağ kullanımı in vitro ortama göre daha fazladır. Yumuşak peynirlerde kullanılması gereken uçucu yağ miktarı laboratuvar ortamından 25-100 kat daha fazladır. Bu miktarlar da uçucu yağlarda gıdada istenmeyen organoleptik değişikliklere neden olabilmektedir. Bu değişimleri önlemek için diğer antimikrobiyal ajanlar ile birlikte kullanılmaktadır.⁴⁸

Bitki esansiyel yağlarının gıdalarda kullanımının çeşitli yöntemleri vardır. Geleneksel yöntemde, uçucu yağlar belirli konsantrasyonlarda gıdanın dış yüzeyine sprey şeklinde uygulanmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı gıda maddelerinin uçucu yağlara kontrolsüz maruz kalmasıdır. Yeni yöntemde ise uçucu yağlar kitosan gibi

biyopolimerlere katılarak gıda kaplama bileşiminde kullanılmaktadır. Bu kaplamaların en çok kullanıldığı yerler et ve et ürünleri gibi kontaminasyon riskinin yüksek olduğu gıdalardır.⁴⁹

Bu tür uçucu yağların terapötik etkileri miktarına bağlıdır. Karvakrol, timol, borneol, P-cymene uçucu yağlar içindeki bileşenlerdir.

Karvakrol fenolik bir maddedir. Kimyasal formülü $C_6HCH_3(OH)(C_3H_7)$ 'dir. Keskin bir kokusu vardır. Karvakrol bazı bakterilerin faaliyetlerini önler ve antibakteriyel etkiye sahiptir. Karvakrolun toksisitesi düşük ve aromatik özelliği vardır. Karvakrol antibakteriyel etkisini bakterilerin hücre zarını yok ederek gösterir. Karvakrolun lipid oksidasyonunu da önlediği belirlenmiştir. Bu özelliklerinden dolayı karvakrolün gıdalarda koruyucu olarak kullanılması uygun görülmektedir.⁵⁰

Timol'de fenolik bir maddedir. Kimyasal formülü $C_{10}H_{14}O$ ve 2-izopropil-5-metil-fenol (IPMP) şeklindedir. Timol renksiz kristal halinde bir maddedir. Erime noktası yaklaşık $51^{\circ}C$ 'dir. Hoş bir kokusu vardır. Su içinde az çözünür. Alkol ve organik çözücülerde çözünür. Eski Mısırlar mumyalama içinde timol ve karvakrol kullanılmışlardır. Timol günümüzde antibakteriyel ve anti mantar özellikleri nedeniyle dezenfektan olarak, ağız çalkalama sularında da kullanılmaktadır.⁵¹

2.6. Propolis

Propolis veya arı tutkalı: huş, kavak, çam gibi birçok ağaç türünün yapraklarından ve tomurcuklarından işçi arıların topladığı kahverengimsi reçineli bir maddedir. Arı kovanının davetsiz misafirlere ve şiddetli rüzgara karşı sızdırmaz hale getirmek ve korumak için kullanılır.⁵² Propolis, eski çağlardan beri kullanılan doğal bir maddedir. Propolisin özelliklerini çok iyi bilen Mısırlılar onu mumyalamada kullanılmışlardır. Propolisin tıbbi özellikleri Yunan ve Roma hekimleri tarafından belirlenmiştir. Arap doktorları, propolisi yaraların tedavisinde, gargara antiseptiği ve

iyileştirici olarak kullanmışlardır.⁵³

Propolis birçok faktöre bağlı olarak farklı renkte olabilir. Propolis krem, sarı, yeşil veya koyu kahverengi olabilir. Bazı propolisler kırılgan, sert dokuya sahipken, bazıları elastik olabilir. Propolis kovanın girişinde hastalık yaygınlığını önlemede etkili bir dezenfaktan ajan olarak kullanılmakta ve kovan iç sıcaklığının yaklaşık 35°C’de tutulmasına yardım etmektedir. Peteklerdeki altıgen hücrelerin duvarlarında balmumu ve propolis karışımı bulunmaktadır. Propolis, sadece hücre duvarlarını sertleştirmekle kalmaz aynı zamanda aseptik ortamın oluşmasına da katkı sağlamaktadır ve kış’da uçuş deliklerini küçükletmektedir. Yılanlar ve kertenkeleler gibi dışışgalcilere, rüzgar ve yağmur gibi tehditlere karşı koruyucu bir bariyer olarak kullanılır.⁵⁴

Çeşitli bitki bileşenlerinden arıların salgıladığı karmaşık bir madde olan propolis yaklaşık %50 reçine, %30 mum, %10 uçucu yağ, %5 polen ve %5 çeşitli organik bileşiklerden oluşur. Farklı propolis örneklerinde 300’den fazla bileşen belirlenmiştir. Mumlar, reçineler, yağlar, polen ve organik maddelerden başka propolis içinde kimyasal karakterizasyonu sırasında yeni bileşenler de tanımlanmaya devam etmektedir.⁵⁵

Propoliste bulunan çeşitli maddelerin oranı, toplanma yeri ve zamanına bağlıdır. Propolisin tanımlanan bileşenleri flavanoidler, kalkonlar, benzoik asitler ve türevleri, sinamik alkol, sinamik asit ve türevleri, benzaldehid türevleri, diğer asitler ve ilgili türevleridir.⁵⁶

Farklı coğrafi alanlarından toplanan propolisler farklı bileşikler içerir. Farklı coğrafi kökenli propolislerin iklim koşulları nedeniyle biyolojik etkinliği değişiklik göstermektedir. Biyolojik aktivitelerden sorumlu asıl bileşikler polifenoller, aromatik asitler ve diterpen asitleridir. Ancak ana biyoaktif bileşikler çok az propolis türünde farklılık göstermektedir. Propolis, 25-45°C de yumuşak, esnek ve yapışkan bir

yapıdadır. Özellikle dondurulmuş halde sertleşir ve kırılgan hale gelir. 45°C'nin üstünde yapışkan haldedir. Propolis 60-70°C arasında sıvı haldedir, ancak bazı türlerinin erime noktası 100°C'ye kadar çıkabilir.⁵⁷

Propolis çeşitli organik asitlerin, yanısıra önemli oranda mineraller (örn., manganez, çinko, kalsiyum, fosforus, bakır), vitaminler (örn., B₁, B₂, B₆, C, E vitaminleri), asitler (örn., nikotinik asit, pantotenik asit) ve aminoasitler içerir. Propolis bileşiklerinin ayrılması ve tanımlanmasında birçok analitik yöntem kullanılmaktadır. Son otuz yılda, propolisin tıbbi özelliklerini belirlemek için çeşitli çalışmalar ve bilimsel araştırmalar yapılmıştır. Bal ve propolisin insan sağlığı üzerine olumlu etkisinin olduğu bilinmektedir. Propolis, 17. yüzyılda Londra'da resmi ilaç olarak kullanılmıştır. Antibakteriyel aktivite için, Avrupa'da propolis 17-20. yüzyıllar arasında çok popüler olmuştur. Propolisin tedavi edici etkisi özellikle çeşitli fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Flavonoidler ve kafeik asit fenetil ester (CAPE) hücre büyümesini ve bölünmesini engelleme ve zar geçirgenliğini artırma yeteneğine sahiptir. Avrupa ve Çin propolisi birçok flavanoid ve fenolik asit esteri içermektedir. Brezilya propolisinde flavonoidler az miktarlarda bulunur. Brezilya kaynaklı propolisin ana bileşenleri terpenoidler ve n-kumarin prenilatli asit türevleridir. Brezilya yeşil propolisi kimyasal olarak farklıdır. Çünkü sadece sinamik asit değil aynı zamanda triterpenoid de içermektedir. Propolisin kimyasal özellikleri ve farmakolojik değeri doğal bir karışım olarak, yeni antimikrobiyal ajanlara göre güçlü bir kaynaktır.⁵²

2.6.1. Propolis Kimyasal Bileşimi

Propolisin kimyasal bileşimi, toplanma alanının özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle farklı solventler (örn., etanol, metanol ve su) ve farklı bileşikler içeren propolisin standardizasyonu oldukça zordur. Böylece, evrensel bir standardizasyon imkansız olmaktadır. Propolisin biyolojik özelliklerinin, kimyasal bileşiminin ve

botanik kaynaklarının ayrıntılı olarak incelenmesi önerilmektedir. Metaller ve böcek öldürücüleri de propolis bileşiminde görülebilir. Propolisin çevresel bir kontaminasyon göstergesi olarak incelenebileceği önerilmiştir. Bitki kökenli olmakla birlikte, propolis bir arı ürünüdür ve arılar çeşitli ekosistemlerde farklı bitkilerden toplar ve yerel florasının temsilcisidir. Karşılaştırma çalışmaları, farklı kimyasal bileşimde olmasına rağmen, propolisin her zaman önemli miktarda biyolojik faaliyet gösterdiğini ortaya koymuştur.⁵⁸

2.6.1.1. Flavonoidler

Propolisin ana bileşenlerinden flavonoidler propolisin farmakolojik aktivitesine büyük katkıda bulunmaktadır. Flavonoidlerin miktarı, propolis kalitesini değerlendirmek için bir kriter olarak kullanılmaktadır. Flavonoidler; antibakteriyel, antiviral ve anti-inflamatuar etki göstermektedir. Propolisin içinde; flavonoidler, flavonlar, flavanonlar, flavononoller, kalkonlar, dihidrokalkonlar, izoflavonlar, izodihydroflavonlar, flavanlar, izoflavanlar ve neoflavonoidler bulunmaktadır. Buna ek olarak, propolis içinde çok nadir flavonoid glikozitler belirlenmiştir.⁵⁹

2.6.1.2. Terpenoidler

Uçucu maddeler sadece propolis bileşenlerinin %10'unu temsil etse de, karakteristik reçineli kokuyu oluşturur ve propolisin farmakolojik etkilerine katkıda bulunur. Uçucu bileşiklerden terpenoidler, doğal propolis sahte propolisten ayrılımda önemli bir rol oynar ve antioksidan, antimikrobiyal ve diğer biyolojik aktiviteler sergilemektedir. Propolisden izole edilen monoterpenler arasında asiklik, monosiklik, disiklik mono terpenler ve bunların türevleri bulunmaktadır.^{60, 61}

2.6.2. Propolisin Terapötik Özellikleri

Günümüzde, propolisin çeşitli biyolojik aktivitelerinin (örn., antimikrobiyal, antienflamatuar, immünomodülatör) olduğu bilinmektedir. Propolis antibakteriyel,

antioksidan, antiinflamator, immünomodulator, antitümör gibi bazı biyolojik aktiviteleri nedeniyle popüler bir ilaç olarak, ilaç sanayinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır.⁶²

Propolisin sinamik asitten ve komadininden kaynaklanan bakterisidal etkisi vardır. Flavonoidlerin ve aromatik asit türevlerinin antiülserin immünomodulator ve invitro ortamda antiviral aktivitesi (herpes simpleks ve influenza virusları üzerine) belirlenmiştir. Kafeik asit fenetil esterinin (CAPE) ve artepillin C nin, T lenfosit gruplarına baskılayıcı etkisi vardır. Makrofaj fonksiyonlarını aktive ettiği gözlenmiştir.⁵² Diğer yandan, propolisin antienflamatuvar etkisinden dolayı kanser hücrelerinin çoğalmasını baskılayıcı ve antitümör özellikleri bulunmaktadır. Kanser kök hücre popülasyonlarının azalmasında belirli onkojen sinyalleri bloke ederek antiangiogenik etkiler göstermektedir.⁶³

2.6.3. Anti-bakteriyel Aktivitesi

Propolisin antimikrobiyal aktivitesi en önemli biyolojik özelliklerindendir. Farklı propolislerin türlerine göre, antimikrobiyal aktivitesi vardır. Propolisin antibakteriyel etkisi hem aerobik hem de anaerobik Gram pozitif ve negatif mikroorganizmalar üzerine etki göstermektedir. *Apis mellifera caucasica* türü arılar tarafından toplanan propolis, *Apis mellifera anatolica* ve *Apis mellifera carnica* türlerinin topladığı propolise göre daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahiptir.⁶⁴ Propolis Gram pozitif patojenlere karşı daha etkili olmasına rağmen birçok Gram negatif bakterileri de inhibe edebilmektedir. Yapılan son çalışmalar *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium* ve *Klebsiella pneumoniae*'ye karşı antibakteriyel etki sağladığını göstermiştir.⁶⁵ Son yıllarda bakterilerin antibiyotik direncinin artmasıyla, antibakteriyel bir madde olarak propolis dikkat çekmektedir. Propolis antibiyotiklerle bereber kullanıldığında sinerjik etki göstermektedir. Propolis antibakteriyel etkisini bakterilerin hareketlerini engelleyerek göstermektedir. Depolama süresi uzadıkça genel olarak antibiyotiklerin

biyolojik aktiviteleri azalmaktadır. Ancak 10-15 yıl depolanan propolis (alkol özü) antibakteriyel aktivitesinin arttığı gözlemlenmiştir.⁶⁴

Kumar ve ark.⁶⁵ agar difüzyon metodu ile propolis *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Candida albicans* ve *Aspergillus niger* üzerine antibakteriyel etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Etanolik propolis ekstratı (200 mg/ml) Gram pozitif bakterilere karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterirken, Gram negatif bakterilere daha az etki yaptığı görülmüştür.⁶⁵

2.6.4. Antiviral Aktivitesi

Schnitzeler ve ark.⁶⁶ propolis sulu ve etanol ekstraktlarını kimyasal olarak elde etmiş ve invitro olarak antiviral aktivitesini incelemiştir. Propolis ekstraktları HSV-1 üzerine yüksek antiviral etki göstermiş ve önemli oranda azaltmıştır. Propolis analiz edilen bileşikler arasında sadece galangin ve chrysin antiviral aktivite göstermiştir.⁶⁶

Yapılan başka bir çalışmada propolisten elde edilen pirolizaidin alkaloidleri ve C-glikosil flavonlarının antiviral aktivitesi viral DNA inceleme deneyleri ve elektron mikroskobu ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak kullanılan ekstraktın incelenen bütün konsantrasyonlarında %98'lik düşüş belirlemişlerdir.⁶⁷

2.6.5. Anti-Enflamatuar Aktivitesi

Propolis antienflamatuar etkisi de vardır. Propolis bu etkisini başlıca; prostaglandin sentezini inhibe etmek, timus bezini aktive etmek, fagositik aktiviteyi teşvik etmek, hücrel bağışıklığı uyarmak ve epitel dokusunda iyileştirici etkileri artırmak suretiyle gerçekleştirmektedir. Böylece bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkı sağlamaktadır.⁶³

2.6.6. Antioksidatif Aktivitesi

Santos ve ark.⁵² propoliste bulunan fenolik bileşiklerden Artepillin C'yi belirlemişlerdir. Artepillin C'nin serbest radikaller ve nitrik oksit radikalleri üzerine

antioksidan etkisi vardır. Propolisin sulu çözeltisi etanol çözeltilerine göre daha iyi antioksidan aktivite göstermektedir. Sulu çözeltilerde fenolik bileşiklerin daha iyi çözünmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kumar ve ark.⁶⁵ propolisin etanolik ekstratının C vitaminine göre daha çok serbest radikalleri süpürücü etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

2.6.7. Toksitesi

Propolis molekül çeşitliğine sahip doğal bir üründür. Memelilerin genel olarak metabolizmasıyla uyumlu birçok terapötik maddesi vardır. Bu nedenle, birçok endüstriyel ürüne kıyasla, oral olarak kullanıldığında dokuya zarar verme olasılığı daha azdır.⁶⁸ Propolisin sulu ve alkollü ekstraktı dokularda tahrişe nedeni olmaz, ama nispeten toksik kabul edilmiştir. Propolis içeren ağız yıkama çözeltileri klorheksidin kadar etkili antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. Ancak insan dışı ortamda daha düşük sitotoksitesi vardır.^{69, 70} Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada günlük 1.4 mg/kg propolis alımının toksik olmadığı belirlenmiştir.⁶⁸

2.7. Literatür Özeti

Torlak ve ark.⁷¹ kekik ve karanfil uçucu yağlarını yenilebilir film solüsyonlarına %0,5 ve %1 oranlarında ilave etmişler ve 5 log kob/g düzeyinde *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş kaşar peynir dilimleri hazırlanan filmler ile kaplamış ve örnekleri 4°C'de 14 gün süreyle muhafaza etmişlerdir. Muhafaza periyodu sonunda tüm film tiplerinin *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etkisinin olduğunu belirlenmişlerdir. Çalışma sonucunda kekik uçucu yağı içeren filmlerin karanfil uçucu yağı içeren filmlere göre daha güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Sorgum unu ve patates ile kaplanan tavuk etlerinin $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de raf ömrünün araştırıldığı bir çalışmada depolamanın 0, 5, 10 ve 15. günlerinde mikrobiyolojik analizlerden toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik

bakteri (TPAB) ve koliform bakterileri sayısı, kimyasal analizlerden pH ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri incelenmiştir. Kaplama materyali olarak kullanılan sorgum unu ve patatesin depolama süresince TMAB ve TPAB sayısını azalttığı TBA değerindeki artışı yavaşlattığı ve pH değerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.⁷²

Song ve ark.⁷³ çipuranın (*Megalobrama amblycephala*) raf ömrünü uzatmak için aljinat bazlı yenilebilir filme vitamin C ve çay polifenollerini ilave etmişlerdir. Vitamin C ilavesi TMAB sayısının azalmasında daha etkili olmuştur. Genel olarak kaplama işlemi TVB-N, pH ve TBA üzerine olumlu etki göstermiş ve kimyasal bozulmayı azaltarak duyu kaliteyi artırmıştır.⁷³

Van'da yapılan bir çalışmada; 20 piliç but ve 20 piliç göğüs örneğinde TAMB, koliform, *E. coli*, toplam stafilokok, koagulaz pozitif stafilokok ve fekal streptokoklar yönünden incelenmiştir. Sonuç olarak örneklerde ortalama olarak TAMB sayısı butlarda 1.4×10^6 kob/g, göğüslerde 1.0×10^7 kob/g, koliform bakterileri; butlarda 9.6×10 kob/g, göğüslerde 1.4×10 kob/g, *E.coli*: butlarda 7.2×10^2 kob/g, göğüslerde, 1.3×10 kob/g, toplam stafilokok butlerde 1.3×10^4 kob/g, göğüslerde 2.9×10^4 kob/g, koagulaz pozitif stafilokok butlarda 3.6×10^2 kob/g, göğüslerde 5.0×10^2 kob/g, fekal streptokok sayısı butlarda 1.3×10^4 kob/g, göğüslerde 2.0×10^5 kob/g olarak bulunmuştur.⁷⁴

Sorbitol ile plastikleştirilmiş peynir altı suyu proteinleri izolatına farklı oranlarda (%0.5, %1.0 ve %1.5 w/w) kekik yağı ilave edilmiş ve sığır etleri bu filmle kaplanmıştır. Örnekler 5°C'de 12 gün depolanmış ve sonuç olarak TMAB ve *Pseudomonas* spp. sayısının gelişme hızı önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca %1.5 kekik yağı içeren kaplamanın laktik asit bakterilerinin büyümesini tamamen inhibe ettiği belirlenmiştir.⁷⁵

Kaplama materyali içine *Melissa officinalis* (balm) ve *Thymus vulgaris* (kekik)

esansiyel yağları ilave edilerek tavuk göğüs etlerinin 4°C’de 21 gün depolanması üzerine etkileri incelenmiştir. Kontrol, balsam ve kekik esansiyel yağları içeren kaplamalar depolamanın 1.haftasında TAMB değerleri incelendiğinde sırasıyla 3.6×10^4 kob/ml, 1.2×10^3 kob/ml ve 2.9×10^3 kob/ml olduğu ve depolamanın 21.gününde ise 1.17×10^5 kob/ml, 4.8×10^4 kob/ml ve 4.4×10^4 kob/ml seviyesine çıktığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda balmin kekik esansiyel yağından daha etkili antimikrobiyal aktivitede olduğu tespit edilmiştir.¹

Farklı konsantrasyonlarda (% 20 ve % 50 h/a) biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağını içeren selüloz asetat bazlı aktif filmler üretilerek tavuk göğüs örnekleri kaplanmış ve 6 gün boyunca 2 ± 2 °C’de raf ömrü incelenmiştir. % 20 biberiye esansiyel yağını içeren kaplama uygulanan numuneler depolama süresince TPAB ve toplam koliform sayısı üzerine etki göstermezken, % 50 esansiyel yağ içeren kaplama uygulanan numunelerde koliformların gelişimi sınırlandırılmıştır. Yapılan uygulamanın pH ve renk değerlerini etkilemediği belirtilmiştir.⁴⁷

Sharafatı ve ark.⁴⁶ farklı konsantaryonlarda (% 0.5, %1.0 ve % 2) kimyon ve okaliptüs uçucu yağlarını içeren kitozanla yenilebilir bir film ile tavuk eti numunelerini kaplamış ve dokuz gün 4°C’de raf ömrünü incelemiştir. Sonuç olarak TMAB, laktik asit bakteri, *Enterobacteriaceae*, maya ve küf sayımı ve duyuşal özellikler değerlendirmiştir. Uçucu yağ içeren kitozanla kaplanmış bütün gruplarda altıncı güne kadar TMAB sayısında ve dokuzuncu güne kadar laktik asit bakterileri, *Enterobacteriaceae*, maya ve küf sayılarında azalma gözlenmiştir (P <0.05). Genel olarak en iyi antimikrobiyal etkinin % 0,5 kimyon esanslı yağ içeren kitosanda olduğu belirtilmiştir.⁴⁶

Bu çalışma, propolis ve kekik yağının kitosanla bir arada kullanılarak oluşturulan kaplama materyali ile tavuk göğüs etlerinin kaplanması raf ömrü ve et kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kekik Uçucu Yağının Hazırlanması

Erzurum ilinden alınan kekik yağı 0.22 mikron filtreden geçirilerek sterilize edildi ve kekik yağları kullanımına kadar siyah renkli sızdırmaz kaplarda +4 °C'de muhafaza edildi.⁷⁶

3.1.2. Propolis Özünün Hazırlanması

Erzurum ilinden alınan propolisin alkollü özünü, hazırlamak için, %70'lik 20 ml etil alkol içerisinde 10 g propolis çözündürüldü, Çözelti, filtre kağıdı yardımıyla süzüldü ve alkol uzaklaşmaya kadar inkübatörde 37°C'de bekletildi, Daha sonra elde edilen saf propolis çöküntüsü toplanarak kullanıma kadar 4°C'de muhafaza edildi.⁷⁷

3.1.3. Kekik Uçucu Yağı Propolis Özü ve Kitosandan Oluşan Kaplama Çözeltilerinin Hazırlanması

Kaplama solüsyonunun hazırlaması için orta molekül ağırlıkta olan kitosan kullandı. Kitosan (%2, a/h) asetik asit (%1, h/h) çözeltisi içinde çözündürüldü. Solüsyona plastikleştirici olarak %30, h/h oranında gliserol ilave edildi. Hazırlanan solüsyon magnetik ısıtıcılı karıştırıcıda 12 saat karıştırıldı. Daha sonra kitosan solüsyonunda bulunan çözünmeyen partiküllerin uzaklaştırılması için, solüsyon Whatman filtre kağıdından (no:3) geçirildi. Sonra kitosan solüsyonuna, %1 propolis özü ve % 1 kekik uçucu yağı ilave edildi. (Kekik uçucu yağının kaplama solüsyonu içinde homojen şekilde dağılması için öncelikle Tween 80 (% 2, h/h) vortex yardımıyla karıştırıldı)

Son olarak hazırlanan kitosan solüsyonu 0.22 mikron filtreden geçirilerek sterilize edildi ve kullanmaya kadar 4°C'de muhafaza edildi.⁷¹

3.1.4. Tavuk Göğsünün Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak tavuk göğüs eti numuneleri 200 g'lık porsiyonlara ayrıldı. Tavuk göğüs etleri kaplamasız (K0), kitosan (KIT), kitosan- %2 alkol (KIT-A), kitosan-%1'lık kekik yağı (KIT-K), kitosan- %1'lık propolis ekstraktı (KIT-P), kitosan-%1'lık kekik yağı ve %1'lık propolis ekstraktı (KIT-K-P) ile kaplamalı olarak 6 grup oluşturuldu. Daha sonra numuneler (kaplamasız grup hariç) hazırlanmış kaplama çözeltisinde 10 dakika bekletildi. Hazırlanan numuneler +4°C 16 gün depolandı. Depolamanın 1., 4., 8., 12., ve 16. günlerinde mikrobiyolojik analizlerden TMAB, TPAB, *Lactobacilus* ve *Pseudomonas* sayıları ve kimyasal analizlerden pH, aw, TBARS ve renk analizleri yapıldı.⁷⁵ Çalışma üç tekerrürlü olarak yapıldı.

3.2. Metot

3.2.1. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.1.1. Tavuk Göğsü Et Numunelerinin Mikrobiyolojik Analizler için Hazırlanması

Tavuk göğüs eti örneklerinden 25 g tartıldı. Üzerine 225 ml ringer solüsyonu ilave edilerek homojenize edildi. Daha sonra 10⁻⁶'ya kadar seri dilüsyon hazırlandı mikrobiyolojik ekimlerde dökme plak yöntemi kullanıldı. Mikroorganizma sayıları log kob/g olarak ifade edildi.

3.2.1.2. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısının Belirlenmesi

TMAB sayımı için Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanıldı. Besiyerine uygun dilisyonlardan 1 ml dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak, 37 °C 'de 48 saat inkübasyondan sonra sayım yapıldı.⁷⁸

3.2.1.3. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakterileri Sayısının Belirlenmesi

TPAB sayımı PCA besiyeri kullanıldı. Besiyerine uygun dilisyonlardan 1 ml dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak, 7±1°C'de 10 gün inkübasyondan sonra sayım

yapıldı.⁷⁸

3.2.1.4. *Lactobacillus* spp. Sayısının Belirlenmesi

Lactobacillus spp sayımında De Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar kullanıldı. Besiyerine uygun dilisyonlardan 1 ml dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak anaerobik ortamda (Anaerocult A) 37 °C’de 72 saat süre ile inkübe edildikten sonra sayım yapıldı.⁷⁹

3.2.1.5. *Pseudomonas* spp. Sayısının Belirlenmesi

Pseudomonas spp. sayımı için CFC (Cephalovidine Fucidin Cetrimide) supplementli *Pseudomonas* Agar kullanıldı. Besiyerine uygun dilisyonlardan 1 ml dökme plak yöntemi ile ekim yapılarak, 20 °C’de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda besiyerinde 1 mm çapından büyük ve katalaz pozitif olan koloniler sayıldı.⁸⁰

3.2.2. Kimyasal Analizler

3.2.2.1. Tiyoarbutirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Değerinin Belirlenmesi

Homojen hale getirilen tavuk göğüs eti numunelerinden 2 g alınarak üzerine 12 ml Trikloro Asitik Asit (TCA) çözeltisi (%7.5 TCA, %0.1 EDTA, %0.1 Propil galat 3 ml etanolde çözülür) ilave edildi. Ultra-turraxda homojenize edilen karışım daha sonra Whatman 1 filtre kağıdından süzüldü. Süzüntüden 3 ml alınarak deney tüpüne aktarıldı, üzerine 3 ml Tiyo Barbitürik Asit (TBA) (0.02M) çözeltisi konuldu ve karıştırıldı. Karışım su banyosunda 100°C’de 40 d bekletildikten sonra hemen soğutuldu ve 2000 rpm de 5 d santrifüj edildi. Daha sonra spektrofotometrede (Aquamate Thermo electron corporation, England) 530 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorbans değerleri formülde yerine konularak hesaplama yapıldı.⁸¹

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

3.2.2.2. pH Değerinin Belirlenmesi

Tavuk göğüs et numunelerinden 10 g tartılarak, 100 ml saf su ile homojenize edildi. Daha sonra pH metre (inolab WTW) ile pH değeri ölçüldü.⁸²

3.2.2.3. Renk Analizi

Tavuk göğüs etlerinin renk analizi Chroma Meter (Konica Minolta Japonya) cihazı kullanılarak yapıldı. Sonuçlar L* (parlaklıktan koyuluğa), a* (+a kırmızılığa, -a yeşilliğe) ve b* (+b sarılığa, -b ise maviliğe) parametrelerine göre açıklandı.⁸³

3.2.2.4. Su Aktivitesi Tayini

Numunelerin aw değerinin belirlenmesinde Aqua LAB 4TE cihazı kullanıldı.⁸⁴

3.2.2.5. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilere SPSS 20 istatistik paket programında tek yönlü ANOVA analizi yapıldı. Gruplar ve günler arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlendi.⁸⁵

4. BULGULAR

4.1. Tavuk Göğüs Etlerinin Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinin depolama süresince TMAB sayısında meydana gelen değişim Tablo 4.1’de ve Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TMAB değerlerindeki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	4.22±0.03Ac	4.46±0.01Ad	5.34±0.02Ac	5.97±0.04Ab	6.46±0.01Aa
KİT	4.18±0.01ABe	4.31±0.01Bd	4.45±0.02Bc	5.40±0.01Cb	6.38±0.01Ba
KİT-A	4.15±0.02BCe	4.39±0.02Cd	5.32±0.02Ac	5.78±0.09Bb	6.41±0.03Ba
KİT-K	4.13±0.02Cb	4.27±0.01Db	4.03±0.57Bb	5.36±0.01Ca	5.44±0.02Da
KİT-P	4.11±0.02Cd	4.28±0.01Dc	4.32±0.02Bc	5.38±0.01Cb	6.01±0.04Ca
KİT-K-P	4.07±0.03Db	3.01±0.02Ee	3.23±0.01Cd	4.42±0.01Da	3.96±0.03Ec

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

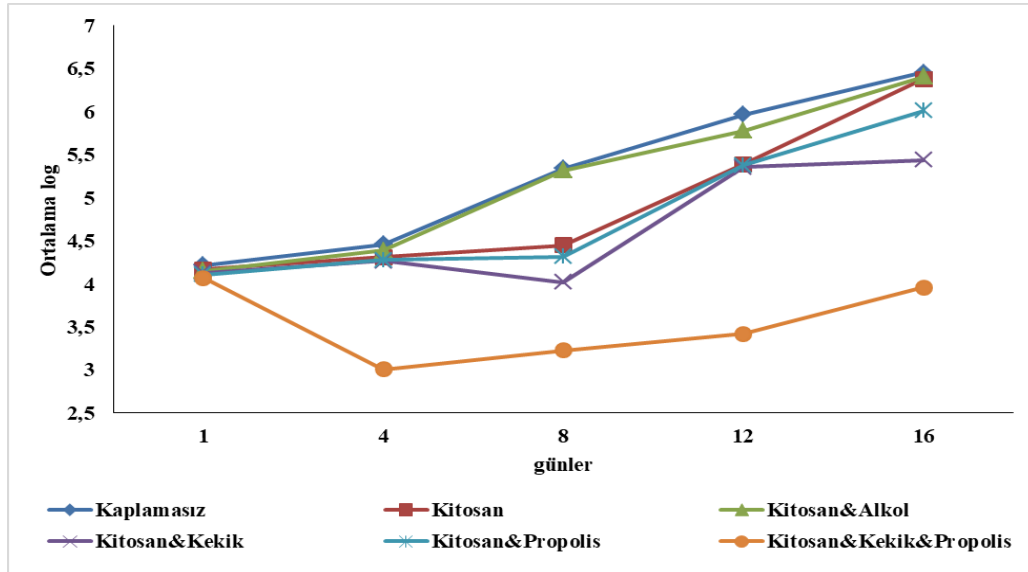
KİT-A= Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.1. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TMAB sayısında meydana gelen değişim

4.2. Tavuk Göğüs Etlerinin Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayısı

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince TPAB sayısında meydana gelen değişim Tablo 4.2’de ve Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TPAB değerlerindeki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	2.89±0.01Ae	3.36±0.01Ad	4.04±0.04Ac	4.46±0.01Ab	4.96±0.03Aa
KİT	2.74±0.01Ae	3.04±0.02Bd	3.69±0.04Bc	4.33±0.01Bb	4.88±0.01Ba
KİT-A	2.35±0.05Be	3.16±0.01Bd	3.63±0.04Bc	4.35±0.01Bb	4.88±0.01Ba
KİT-K	2.19±0.11Bc	2.08±0.15Cc	3.31±0.06Cb	3.93±0.03Ca	3.92±0.02Ca
KİT-P	2.31±0.05Bd	3.03±0.02Bc	3.39±0.04Cb	3.95±0.04Ca	2.98±0.02Dc
KİT-K-P	1.88±0.17Cc	1.96±0.17Cc	2.24±0.06Db	2.35±0.05Dab	2.47±0.07Ea

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

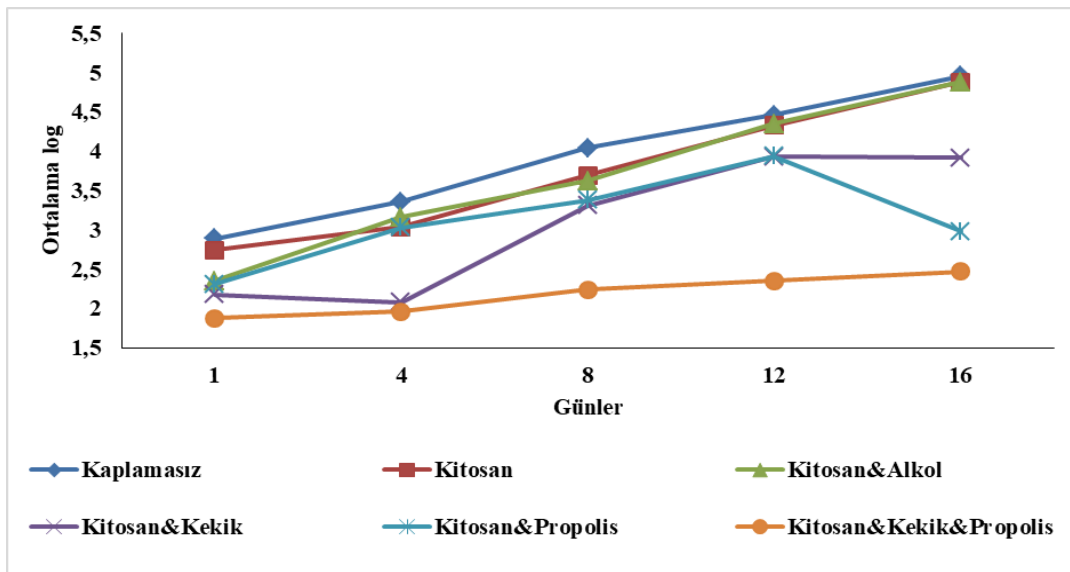
KİT-A= Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.2. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TPAB sayısında meydana gelen değişim

4.3. Tavuk Göğüs Etlerinin *Lactobacillus* spp Sayısı

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince *Lactobacillus* spp. sayısında meydana gelen değişim Tablo 4.3'te ve Şekil 4.3'de gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Tavuk göğüs eti numunelerinin süresince *Lactobacillus* spp. sayısındaki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	2.60±0.05Ad	2.95±0.02Acd	3.35±0.02Ac	4.44±0.58Ab	5.45±0.01Aa
KİT	2.43±0.04Be	2.78±0.01Bd	3.16±0.01Cc	3.74±0.04Bb	5.15±0.02Ba
KİT-A	2.37±0.03BCe	2.79±0.01Bd	3.25±0.01Bc	3.88±0.02Bb	5.18±0.01Ba
KİT-K	2.29±0.06Ce	2.72±0.02Cd	2.78±0.02Dc	2.99±0.01Cb	3.20±0.02Ca
KİT-P	2.38±0.07BCe	2.73±0.01Cd	2.81±0.01Dc	3.03±0.01Cb	3.23±0.01Ca
KİT-K-P	2.03±0.14Dd	2.20±0.03Dc	2.26±0.04Ebc	2.40±0.08Dab	2.53±0.04Da

K0 = Kaplamasız

KİT = Kitosan

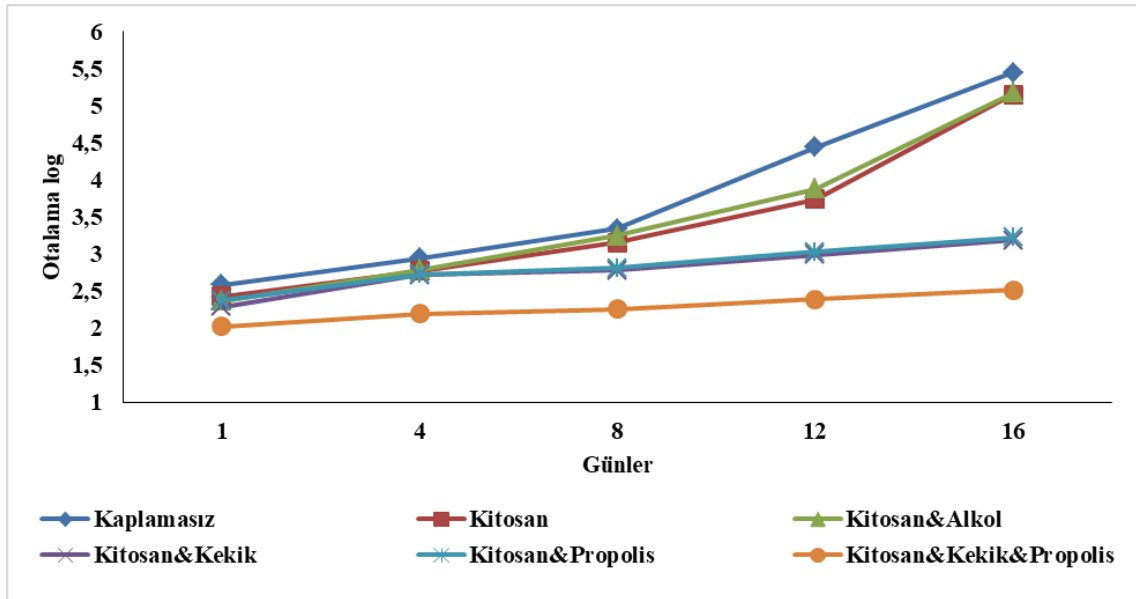
KİT-A = Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.3. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince *Lactobacillus* spp. sayısında meydana gelen değişim

4.4. Tavuk Göğüs Etlerinin *Pseudomonas* spp. Sayısı

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince *Pseudomonas* spp. sayısında meydana gelen değişim Tablo 4.4'te ve Şekil 4.4'de gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Tavuk göğüs eti numunelerinin süresince *Pseudomonas* spp. bakterilerin sayısındaki değişimler (log kob/g) ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	4.19±0.02Ae	6.24±0.02Ad	8.12±0.02Ac	8.43±0.01Ab	8.96±0.03Aa
KİT	4.09±0.03Bd	5.39±0.02Bc	8.02±0.02Bc	8.4±0.01Bb	8.89±0.02Ba
KİT-A	3.90±0.01Ce	5.35±0.02Bd	7.98±0.01Cc	8.38±0.00Cb	8.77±0.04Ca
KİT-K	3.65±0.03De	4.13±0.02Dd	6.14±0.02Ec	7.25±0.01Db	7.81±0.04Ea
KİT-P	3.53±0.04Ee	4.21±0.02Cd	6.28±0.01Dc	7.26±0.01Db	7.93±0.02Da
KİT-K-P	3.28±0.06Fe	3.76±0.02Ed	4.39±0.03Fc	5.45±0.02Eb	6.53±0.05Fa

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

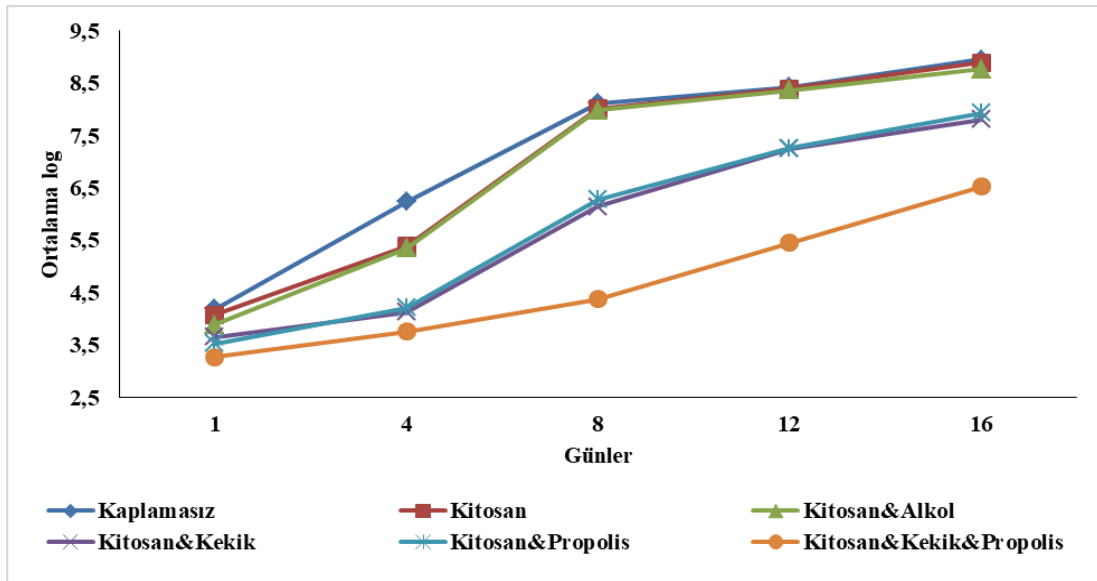
KİT-A= Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→) aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.4. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince *Pseudomonas* spp. sayısında meydana gelen değişim

4.5. Tavuk Göğüs Etlerinin Tiyoobarbutirik Asit Reaktif Substans Değeri

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince TBARS değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.5'te ve Şekil 4.5'de gösterilmektedir.

Tablo 4.5. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TBARS değerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	0.08±0.02ABc	0.25±0.01Abc	0.33±0.03Abc	0.92±0.08Aa	0.80±0.18Aab
KİT	0.06±0.01BCd	0.12±0.01Bcd	0.2±0.03BCc	0.46±0.05ABb	0.6±0.08Ba
KİT-A	0.08±0.01ABc	0.11±0.02Bc	0.2±0.03BCc	0.34±0.07ABb	0.5±0.1BCa
KİT-K	0.08±0.02ABb	0.11±0.02Bb	0.15±0.02ABb	0.27±0.09BCa	0.32±0.03Ca
KİT-P	0.09±0.01Ad	0.11±0.04Bd	0.2±0.04BCc	0.22±0.03BCb	0.4±0.03Ca
KİT-K-P	0.07±0.01ABb	0.12±0.05Bab	0.10±0E-7Cab	0.12±0.04BCa	0.11±0.02Dab

K0 = Kaplamasız

KİT = Kitosan

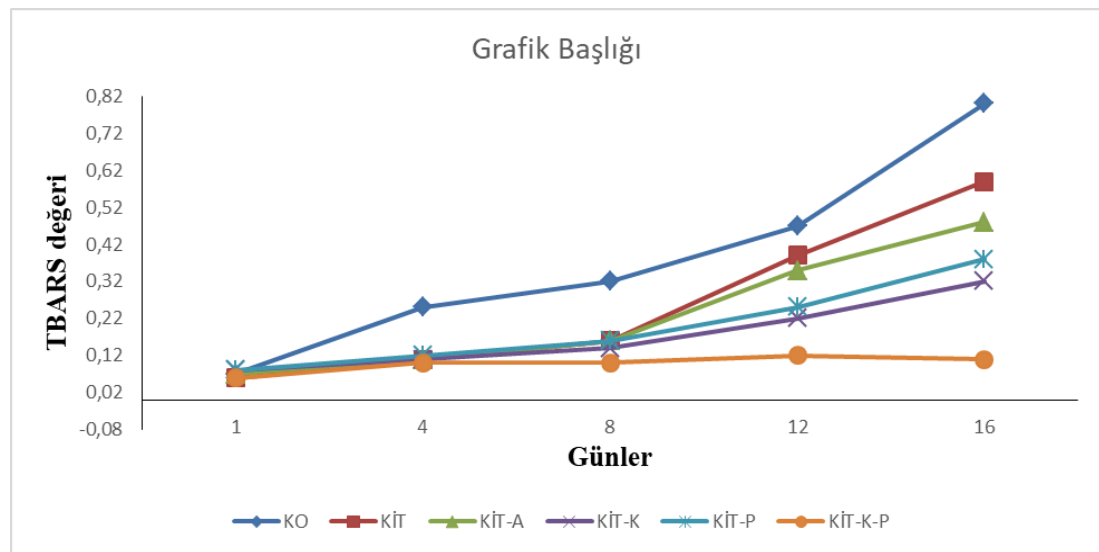
KİT-A = Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyacı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.5. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince TBARS değerinde meydana gelen değişim

4.6. Tavuk Göğüs Etlerinin pH Değerleri

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince pH değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.6’da ve Şekil 4.6’da gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince pH değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	4.41 $\pm$ 0.04Ae	4.81 $\pm$ 0.02Ad	5.57 $\pm$ 0.10Ac	5.92 $\pm$ 0.06Ab	6.45 $\pm$ 0.09Aa
KİT	4.38 $\pm$ 0.10Ab	4.33 $\pm$ 0.03BCb	4.43 $\pm$ 0.01BCb	4.47 $\pm$ 0.01Cb	5.02 $\pm$ 0.20Ca
KİT-A	4.27 $\pm$ 0.03ABd	4.47 $\pm$ 0.1Bc	4.59 $\pm$ 0.06Bbc	4.67 $\pm$ 0.05Bb	5.56 $\pm$ 0.03Ba
KİT-K	4.22 $\pm$ 0.03Bc	4.29 $\pm$ 0.01Cb	4.33 $\pm$ 0.04Cb	4.35 $\pm$ 0.01Db	4.65 $\pm$ 0.01CDa
KİT-P	4.28 $\pm$ 0.01ABd	4.33 $\pm$ 0.01BCcd	4.41 $\pm$ 0.03Cc	4.52 $\pm$ 0.02Cb	4.83 $\pm$ 0.06CDa
KİT-K-P	4.22 $\pm$ 0.06B	4.25 $\pm$ 0.07C	4.29 $\pm$ 0.07C	4.32 $\pm$ 0.03D	4.37 $\pm$ 0.05E

K0 = Kaplamasız

KİT = Kitosan

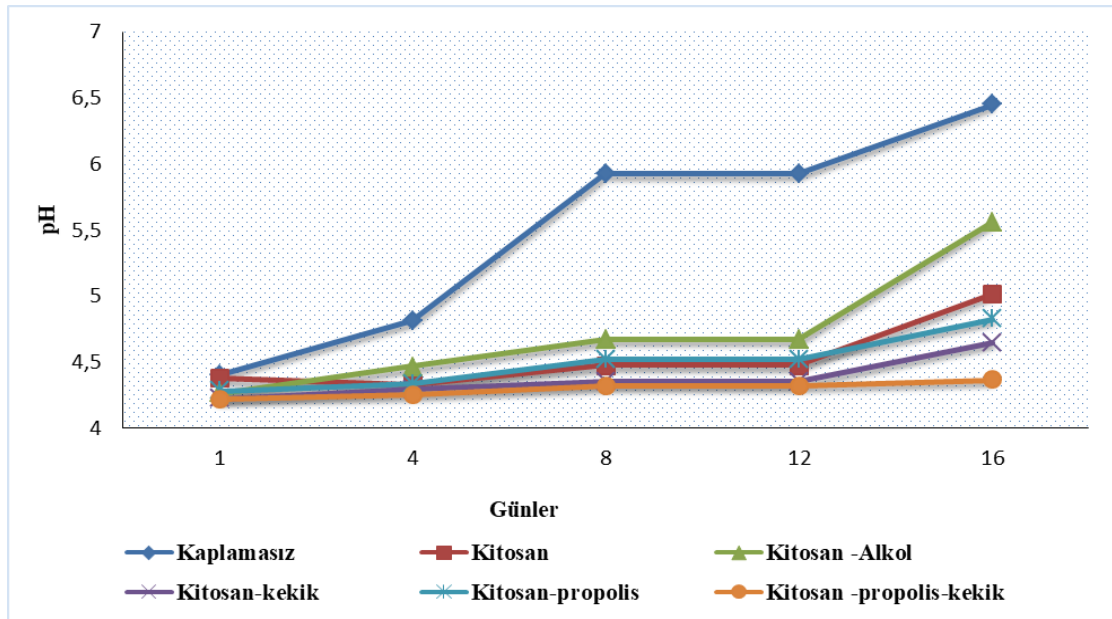
KİT-A = Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.6. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince pH değerinde meydana gelen değişimler

4.7. Tavuk Göğüs Etlerinin Su Aktivitesi Değerleri

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince a_w değerinde meydana gelen değişim Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a_w değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm SS$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	0.9965 $\pm$ 0.002	0.9938 $\pm$ 0.002	0.9924 $\pm$ 0.004	0.9897 $\pm$ 0.001	0.9887 $\pm$ 0.000
KİT	0.9943 $\pm$ 0.002	0.9935 $\pm$ 0.000	0.9917 $\pm$ 0.002	0.9915 $\pm$ 0.001	0.9907 $\pm$ 0.000
KİT-A	0.9940 $\pm$ 0.004	0.9934 $\pm$ 0.001	0.9924 $\pm$ 0.001	0.9904 $\pm$ 0.001	0.9894 $\pm$ 0.000
KİT-K	0.9928 $\pm$ 0.004	0.9918 $\pm$ 0.002	0.9913 $\pm$ 0.002	0.9911 $\pm$ 0.001	0.9903 $\pm$ 0.000
KİT-P	0.9944 $\pm$ 0.001	0.9930 $\pm$ 0.003	0.9926 $\pm$ 0.000	0.9895 $\pm$ 0.004	0.9879 $\pm$ 0.004
KİT-K-P	0.9905 $\pm$ 0.001	0.9905 $\pm$ 0.002	0.9905 $\pm$ 0.002	0.9940 $\pm$ 0.002	0.9945 $\pm$ 0.000

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

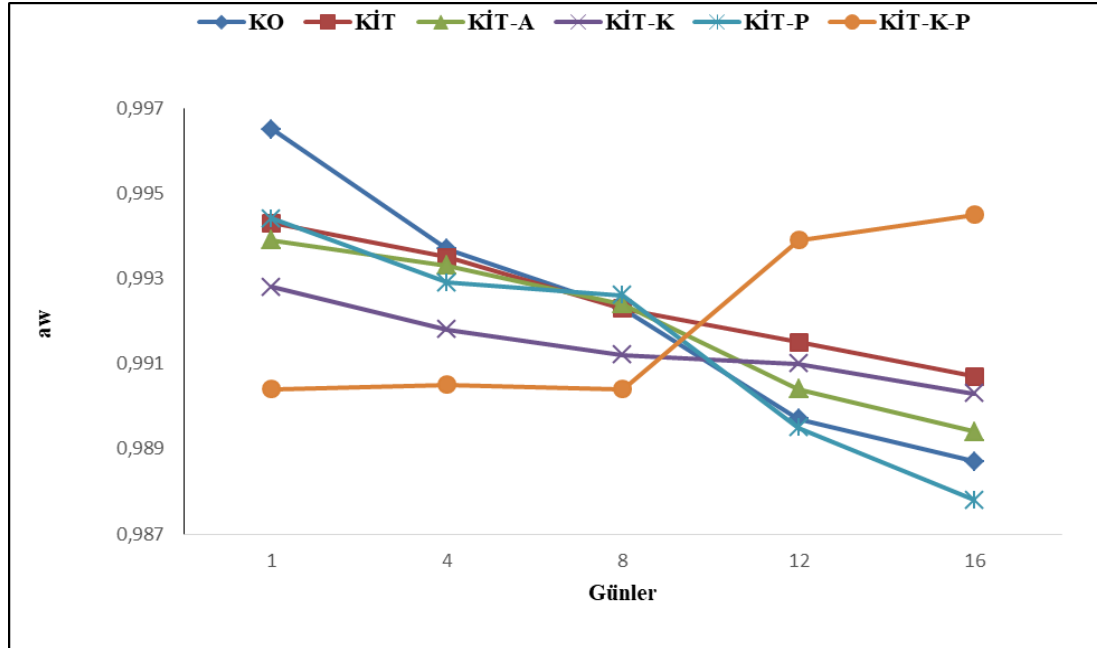
KİT-A= Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özütü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özütü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→) aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.7. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a_w değerinde meydana gelen değişimler

4.8. Tavuk Göğüs Etlerinin Renk Değerleri

Farklı bileşimde hazırlanmış kaplama materyalleri uygulanmış tavuk göğüs eti numunelerinde depolama süresince renk değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.8, 4.9 ve 4.10'da gösterilmektedir.

Tablo 4.8. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	2.06±1.36	2.18±0.47B	2.88±2.43	4.63±1.28	5.08±2.02
KİT	1.60±0.54	2.25±0.83B	3.39±2.03	2.75±1.07	2.21±0.77
KİT-A	3.02±0.57	1.60±0.46C	2.39±2.01	3.99±0.43	4.52±1.33
KİT-K	2.95±1.11ab	2.19±0.24Bb	2.09±0.89b	4.02±1.07a	4.29±0.92a
KİT-P	3.62±0.42	3.92±1.05A	2.46±0.91	2.94±1.17	2.69±1.21
KİT-K-P	1.92±0.84	3.07±0.78AB	2.36±2.03	4.50±1.45	5.13±1.80

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

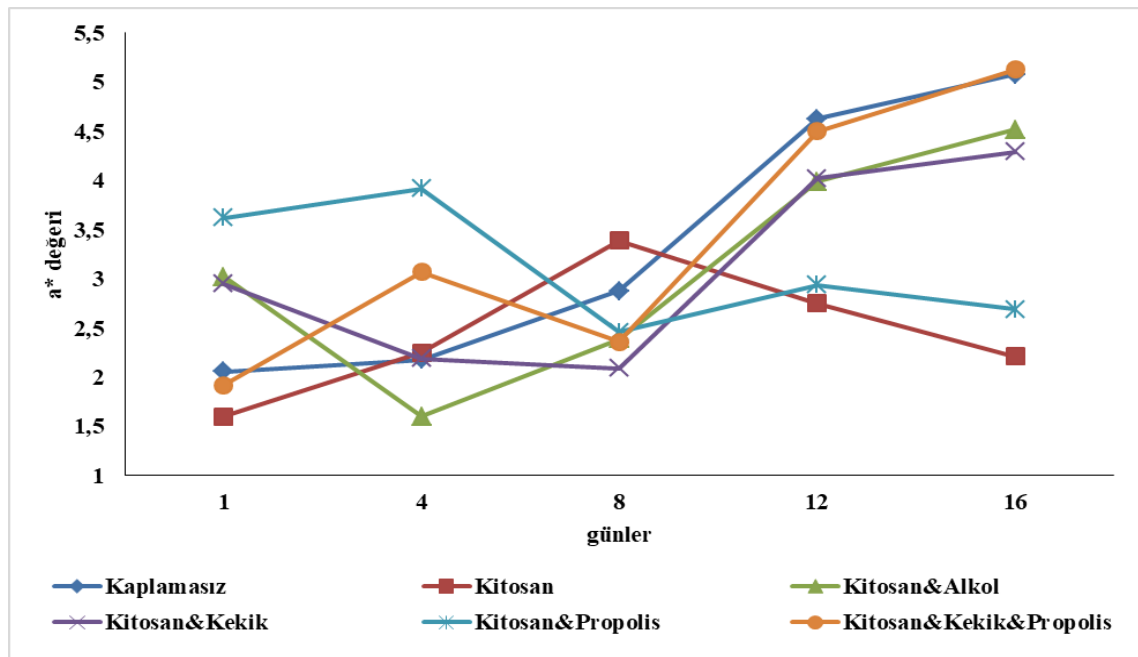
KİT-A= Kitosan + Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.8. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince a* değerinde meydana gelen değişimler

Tablo 4.9. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince b* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	8.39±0.20	7.01±3.42	9.93±2.44	6.55±2.82	10.26±1.82
KİT	9.31±1.25	5.64±2.39	9.11±3.74	5.39±2.02	8.39±3.58
KİT-A	10.78±1.29a	7.02±0.62bc	9.16±2.57ab	6.27±0.70c	10.47±1.25a
KİT-K	8.39±2.03	7.69±2.33	10.04±1.79	6.78±0.85	9.49±4.28
KİT-P	8.76±2.68	9.30±4.55	8.66±0.965	6.55±1.18	8.07±3.76
KİT-K-P	6.40±1.42	5.62±2.23	9.43±2.92	6.69±1.65	9.23±2.45

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

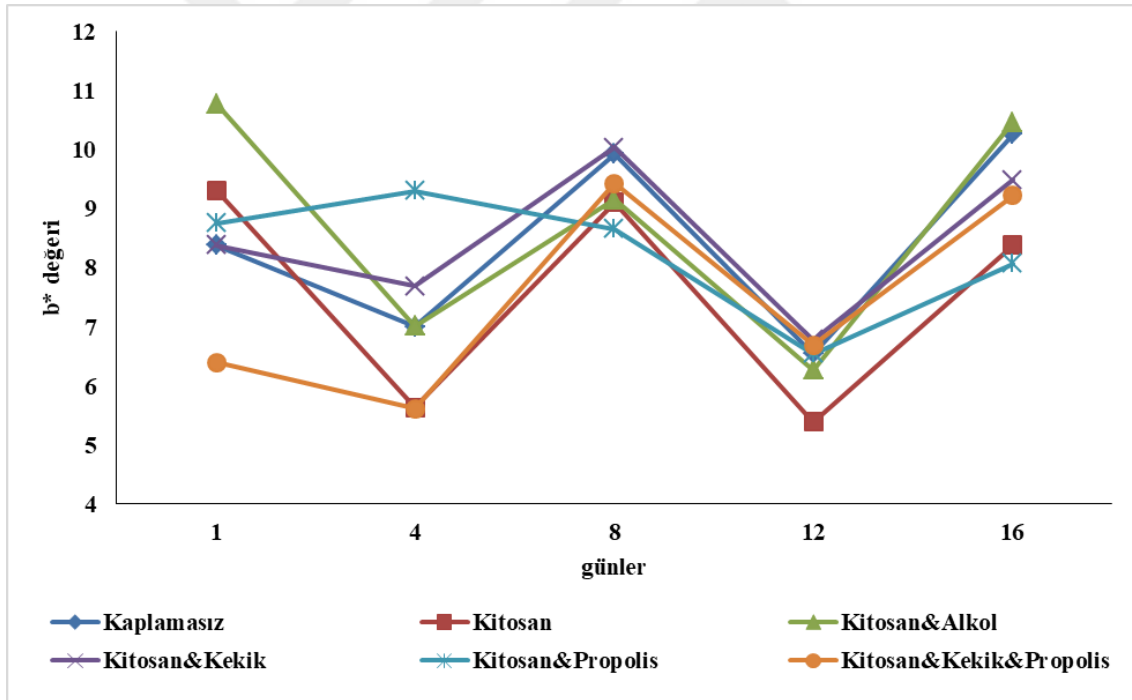
KİT-A= Kitosan +Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→) aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.9. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince b* değerinde meydana gelen değişimler

Tablo 4.10. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince L* değerlerindeki değişimler ($\bar{x} \pm S.S$)

Gruplar	Günler				
	1	4	8	12	16
K0	55.42 $\pm$ 1.93	54.80 $\pm$ 4.70	53.69 $\pm$ 3.28	53.40 $\pm$ 9.55	49.22 $\pm$ 6.91
KİT	58.51 $\pm$ 3.07	57.92 $\pm$ 5.33	57.12 $\pm$ 4.06	56.68 $\pm$ 4.83	54.22 $\pm$ 4.03
KİT-A	59.36 $\pm$ 6.78	58.07 $\pm$ 0.99	58.27 $\pm$ 5.72	57.6 $\pm$ 3.55	55.83 $\pm$ 3.28
KİT-K	58.18 $\pm$ 6.96	57.46 $\pm$ 3.31	57.6 $\pm$ 2.71	57.3 $\pm$ 3.22	56.69 $\pm$ 4.00
KİT-P	60.53 $\pm$ 6.59	58.16 $\pm$ 5.06	57.31 $\pm$ 2.96	56.15 $\pm$ 2.90	55.21 $\pm$ 2.35
KİT-K-P	54.19 $\pm$ 3.50	55.95 $\pm$ 5.63	56.5 $\pm$ 3.82	56.57 $\pm$ 0.95	56.99 $\pm$ 2.75

K0 = Kaplamasız

KİT= Kitosan

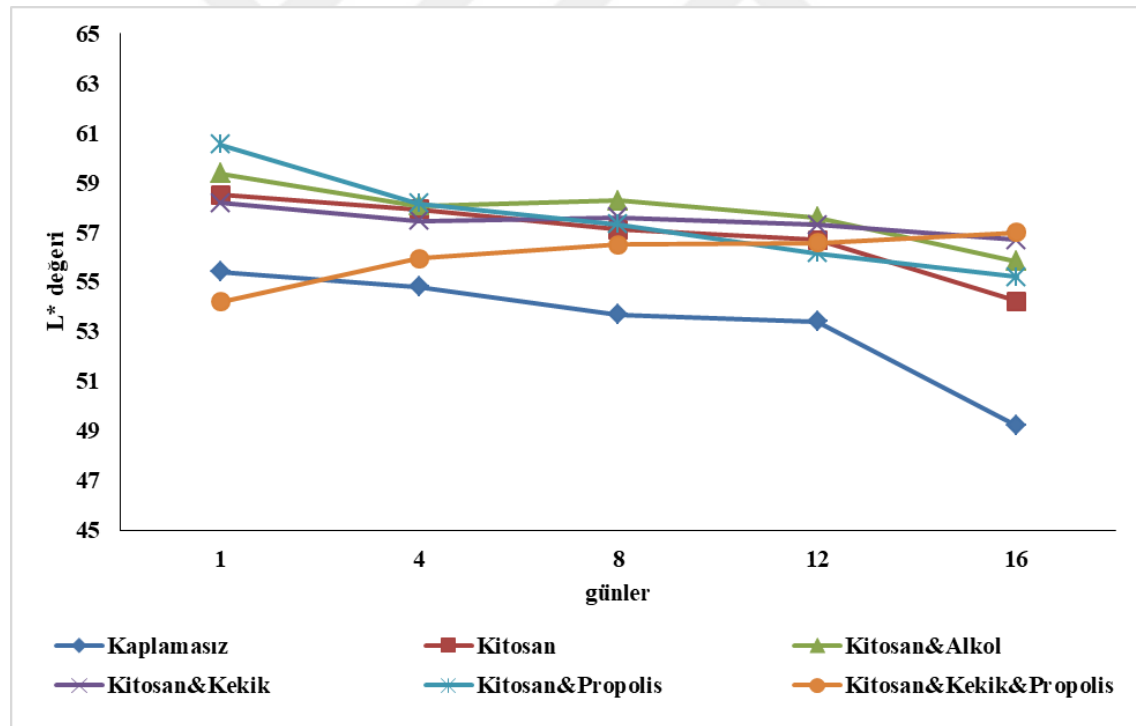
KİT-A= Kitosan +Alkol

KİT-K = Kitosan + %1 Kekik yağı

KİT-P = Kitosan + %1 Propolis özü

KİT-K-P = Kitosan+%1Kekikyağı+%1Propolis özü

Her sütunda A,B (↓) ve her satırda a,b,c(→)aynı olmayan harfler gruplar ve günler arasında p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.10. Tavuk göğüs eti numunelerinin depolamaları süresince L* değerinde meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA

Hayvansal ürünler biyolojik değeri yüksek proteinleri ve amino asitleri içerdikleri için insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Tavuk eti de biyolojik değeri yüksek proteinler içermektedir. Tavuk etinin kalitesini belirlemede genellikle pH, renk, su aktivitesi ve mikroorganizma yükü gibi parametreler kullanılmaktadır. Bozulmayı engellemek için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Tavuk etinin raf ömrünü uzatmak için kaplama işlemi yapılarak mikroorganizmaların çoğalması engellenebilmektedir.³

Tavuk göğüs etlerinin TMAB sayısında, gruplar arasında depolamanın 1. gününde istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). TMAB sayısının K0 grubunda en yüksek iken KİT-K-P grubunda en düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince K0, KİT, KİT-A, KİT-K, KİT-P gruplarında TMAB sayısı depolama süresinin uzamasına bağlı olarak artış göstermiş ve TMAB sayısı bakımından günler arasında da farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer grupların aksine KİT-K-P grubunda depolamanın 16.gününde TMAB sayısının depolama süresindeki en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı bitkisel kaynaklı esansiyel yağların kullanıldığı çalışmalarda elde edilen veriler incelendiğinde bu çalışmada olduğu gibi kontrol grubuna göre depolama süresi boyunca TMAB sayısındaki artış oranında azalma olduğu görülmüştür.^{1, 46, 72, 75}

Çalışmada elde edilen TPAB sayısı değerlendirildiğinde depolamanın sürecinde en düşük değerler KİT-K-P grubunda belirlenmiş olup, hem gruplar arasında hem de günler arasında istatistiki olarak önemli farklılık edilmiştir ($p<0,05$). Depolama süresi boyunca bütün grupta grup içinde istatistiki olarak önemli artış olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte depolamanın 16. gününde en düşük değerin KİT-K-P grubunda olduğu belirlenmiştir.

Farklı esansiyel yağları içeren kaplama materyali ile kaplanan tavuk göğüs eti numunelerinin TPAB sayılarında depolama süresince meydana gelen artış hızındaki azalma bazı çalışmalarla^{72, 86} uyumlu bulunurken bazıları⁴⁷ ile farklı olduğu görülmüştür. Bulunan bu farklı sonuçlar kullanılan esansiyel yağın türü, konsantrasyonu, ürünün başlangıç mikroorganizma yükü ve depolama sürelerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Depolamanın ilk gününde tavuk eti numunelerindeki *Lactobacillus* spp. sayısı incelendiğinde en yüksek sayının K0 grubunda olduğu, KİT-K-P grubunda ise en az sayıda *Lactobacillus* spp. mikroorganizma olduğu belirlenmiştir. Depolamanın boyunca bütün gruplarda meydana gelen değişimin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın son günündeki *Lactobacillus* spp. sayısı incelendiğinde en yüksek değerlerin K0 grubunda olduğu, depolama sürecinde en düşük değerlerin KİT-K-P grubunda olduğu bulunmuştur.

Sharafati ve ark.⁴⁶'ın yaptıkları çalışmada, farklı esansiyel yağlar içeren kaplama materyali ile kaplanan tavuk göğüs eti örneklerinin *Lactobacillus* spp.'nin üreme hızında yavaşlamanın olduğu belirtilmiştir. %1,5 kekik esansiyel yağı kullanılan başka bir çalışmada ise laktik asit bakterilerinin gelişimi inhibe ettiği belirlenmiştir. Sonuçlarda meydana gelen bu farklılık kullanılan esansiyel yağın türüne, konsantrasyonuna, ürünün başlangıçtaki mikroorganizma yüküne ve depolama sürelerinin farklılığına bağlı olarak meydana gelmiş olabilir.

Tavuk eti numunelerindeki *Pseudomonas* spp. sayıları incelendiğinde depolama süresince bütün gruplarda meydana gelen artışın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Veriler incelendiğinde depolamanın bütün günlerinde gruplar arasında fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Yalnızca depolamanın 4. gününde KİT ve KİT-A grupları arasında ve 12. gününde KİT-K ve KİT-P grupları arasında istatistiki olarak

benzerlik bulunmuştur. En yüksek *Pseudomonas* spp. sayısının K0'da, en düşük sayının ise KİT-K-P grubunda olduğu görülmüştür.

Antimikrobiyal özellikleri olan kekik esansiyel yağların ilave edilmesiyle üretilen kaplama materyalinin uygulandığı tavuk eti çalışmaları genellikle patojen bakterilere odaklanmıştır.^{1, 39, 46, 47, 50, 71} Buna karşın ürünün raf ömrü üzerinde etkili olan genel hijyen indikatörlerinin hedeflendiği çalışmaların sayısı ise oldukça azdır.

Farklı bitkisel kaynaklı esansiyel yağları içeren kaplama materyali ile kaplanmış tavuk göğüs eti örneklerinden elde edilen *Pseudomonas* spp. verilerindeki depolama süresince meydana gelen artış hızındaki azalma yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.^{50, 75}

Tavuk eti çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinden, oksidasyona karşı çok duyarlıdır. Alasnier ve ark.⁸⁷ tavuk göğüs etlerin 4°C'de 14 günlük depolama sürecinde belirledikleri TBARS değerleri, bu çalışmada elde edilen TBARS değerleri ile farklılık göstermektedir. Bu farklılık kaplama materyelinden ya da tavuk göğüs etlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Bu çalışmada K0 ve KİT-K-P grubuna ait tavuk eti numunelerinin depolama süresince TBARS değerlerindeki değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Diğer gruplarda ise depolama süresince TBARS değerlerinde farklı düzeylerde artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Uygulamanın ilk gününde gruplardaki başlangıç TBARS değerlerinin benzer olduğu veriler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 4. gününde en yüksek TBARS düzeyinin K0'da olduğu, diğer gruplarda ise benzerlik arz ettiği tespit edilmiştir. Depolamanın 8. gününde elde edilen TBARS değerleri incelendiğinde en düşük değerin KİT-K-P'de, en yüksek değerin K0'da olduğu ve diğer grupların ise benzer olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 12. gününde TBARS değerlerinin uygulamalarından etkilendiği

görülmüştür ($p<0.05$). Depolamanın 16. gününde en düşük TBARS değerinin KİT-K-P'de, en yüksek düzeyin ise K0'da olduğu, diğer gruplardaki değerlerin ise benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde kitosan kekik ve propolisin birlikte kullanımının TBARS üzerine daha etkili olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen TBARS değerlerindeki depolama süresince artışındaki yavaşlama daha önce farklı esansiyel yağlar içeren kaplama materyali uygulanmış tavuk göğüs eti örnekleri ile benzerlik arz etmektedir.^{72, 88} Oksidasyon hızındaki yavaşlamanın kullanılan bu esansiyel yağların antioksidan özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Depolama süresince pH değerleri incelendiğinde KİT-K-P grubunda günler arasındaki istatistiki olarak değişimin önem arz etmediği ($p>0.05$), diğer gruplarda ise önemli farklılık olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Depolamanın 16 gününde pH değeri K0 grubunda en yüksek, KİT-K-P grubunda ise en düşük olduğu ve istatistiki olarak gruplar arasında fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çalışmada depolama süresince uygulama yapılan gruplarda pH değerindeki artışı yavaş olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda^{47, 72} pH değerinden farklılık olmadığı belirlenememiştir.

Su aktivitesi mikroorganizmaların üremesi için gerekli olan serbest suyun miktarını vermektedir. Su aktivitesi değerinin düşürülmesi ile mikroorganizmaların üremesi arasında ters bir ilişki vardır. Bu nedenle aw değerinin düşürülmesine kanatlı ürünlerinde raf ömrünü uzatmak mümkündür.⁸⁹ Bu çalışmada tavuk göğüs eti numunelerinin depolama süresi boyunca elde edilen su aktivitesi değerleri incelendiğinde yapılan uygulamanın istatistiksel fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Renk tüketici tercihinde oldukça önemli bir özellik olup etin kendisine özgü

renginin raf ömrü süresince değişimi önem arz etmektedir. Etin doğal rengini oluşturan miyoglobin ve hemoglobin pigmentlerinin oksidasyona karşı oldukça duyarlı oldukları bilinmektedir.⁹⁰ Bu nedenle ürünlerin depolanması sırasında renk stabilitesinin sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada depolama süresince yapılan renk analizinde elde edilen veriler incelendiğinde yapılan uygulamanın L*, a* ve b* değerleri üzerine istatistiksel bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tavuk göğüs eti numunelerine farklı bitkisel kaynaklı esansiyel yağları içeren kaplama materyali uygulandığı diğer çalışmalarda⁴⁷ olduğu gibi bu çalışmada uygulanan işlem renk üzerinde etkili olmamıştır. Ancak kekik esansiyel yağının kullanıldığı başka bir çalışmada ise renk stabilitesi sağlanmıştır.⁸⁸

Bu çalışmada yapılan uygulamaların tavuk göğüs et numunelerinin organoleptik özelliklerinde problem oluşturmadığı gözlemlendi.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada gıda muhafaza yöntemi olarak doğal gıda kaplama materyali olan kitosanın propolis ve kekik yağı ile hazırlanan farklı kombinasyonların uygulandığı tavuk göğüs etlerinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde;

1. Kaplama materyaline ilave edilen kekik ve propolisin TMAB, TPAB, *Lactobacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'nin üreme hızını yavaşlattığı görülmüştür.
2. Kaplama materyaline ilave edilen kekik ve propolisin depolama süresince yağ oksidasyonunu yavaşlatmıştır.
3. Kaplama materyaline ilave edilen kekik ve propolisin depolama boyunca pH değerinin yükselmesini yavaşlatmıştır.
4. Kaplama materyaline ilave edilen kekik ve propolisin depolama boyunca tavuk etinin su aktivitesi ve renk değerleri üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.
5. Tavuk göğüs etine yapılan uygulamalardan en iyi sonucun kitosan, kekik ve propolisin birlikte kullanıldığı kaplama materyalinden alındığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre, doğal gıda kaplamalarının gıda muhafaza yöntemi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ancak bu konuda daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Fratianni F, De Martino L, Melone A, De Feo V, Coppola R, Nazzaro F. Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. *Journal of Food Science*, 2010, 75 (8): 528-535. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01791.
2. Ahvenainen R. *Novel food packaging Techniques*. 1 st Edition, Woodhead Publ., 2003.
3. Ibrahim HM, Salem AM, Shanab MS. Quality evaluation of some locally manufactured chicken meat products. *Benha Vet. Med. J*, 2014, 26: 143-149.
4. Kilincceker O, Kucukoner E. The effect of various coating materials on chicken drumsticks some quality parameters. *Journal of Food Technology*, 2007, 5: 279-285.
5. Pavelková A. Sensory evaluation of chicken breast treated with essential oil. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 2013, 46: 379-383.
6. Romero-Bastida CA, Flores-Huicochea E, Martin-Polo MO, Velazquez G, Torres JA. Compositional and moisture content effects on the biodegradability of zein/ethylcellulose films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52: 2230-2235.
7. Gomes N, Aguedo M, Teixeira J, Belo I. Oxygen mass transfer in a biphasic medium: influence on the biotransformation of methyl ricinoleate into γ -decalactone by the yeast *Yarrowia lipolytica*. *Biochemical Engineering Journal*, 2007, 35: 380-386.
8. Tharanathan R. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 2003, 14: 71-78.
9. Skurtys O, Acevedo C, Pedreschi F, Enronoe J, Osorio F, Aguilera J. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*. Published-Jan. 2011, Nova Science Publishers, Inc., 2011: p.66.
10. Dobrucka R, Cierpiszewski R. Active and intelligent packaging food—research and development—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2014, 64: 7-15.
11. Baldwin EA, Hagenmaier R, Bai J. *Edible coatings and films to improve food quality. Quality*. CRC Press, Publ. Oct-2016.
12. De Jong A, Van Zanvoort M. From the best before date to freshness indicator. *Food and Beverage International*, 2004: 28-33.
13. Purma Ç, Serdaroğlu M. Akıllı ambalajlama sistemlerinin gıda sanayinde kullanımı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu: 24-26.
14. Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K, Bigger SW. Antimicrobial properties of basil and its possible application in food packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51: 3197-3207.
15. Bourtoom T. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 2008, 15: 237-248.
16. Barreto P, Pires A, Soldi V. Thermal degradation of edible films based on milk proteins and gelatin in inert atmosphere. *Polymer Degradation and Stability*, 2003, 79: 147-152.
17. Myllärinen P, Partanen R, Seppälä J, Forsell P. Effect of glycerol on behaviour of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 2002, 50: 355-361.
18. Jagannath J, Nanjappa C, Das Gupta D, Bawa A. Mechanical and barrier properties of edible starch–protein-based films. *Journal of Applied Polymer Science*, 2003, 88: 64-71.
19. Cerqueira MA, Souza BW, Teixeira JA, Vicente AA. Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films—A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 2012, 27: 175-184.
20. Bourtoom T. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 2008, 30.(1):149- 165.
21. Veiga-Santos P, Oliveira L, Cereda M, Alves A, Scamparini A. Mechanical properties, hydrophilicity and water activity of starch-gum films: effect of additives and deacetylated xanthan gum. *Food Hydrocolloids*, 2005, 19: 341-349.

22. Chang Y, Cheah P, Seow C. Plasticizing—Antiplasticizing effects of water on physical properties of tapioca starch films in the glassy state. *Journal of Food Science*, 2000, 65: 445-451.
23. Mali S, Sakanaka LS, Yamashita F, Grossmann M. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. *Carbohydrate Polymers*, 2005, 60: 283-289.
24. İnanlı AG, Kuzgun NK. Uçucu yağlarla zenginleştirilmiş kitosan filmlerin antimikrobiyal aktivitesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 2012, 7: 28-35.
25. Jayakumar R, Prabakaran M, Kumar PS, Nair S, Tamura H. Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. *Biotechnology Advances*, 2011, 29: 322-337.
26. Bostan K, Aldemir T, Aydın A. Kitosan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 2007, 37: 118-127.
27. Moradi M, Tajik H, No HK, Razavi Rohani S, Oromiehie A, Ghasemi S. Potential inherent properties of chitosan and its applications in preserving muscle food. *J Ermagan Danesh*, 2010, 15: 35-45.
28. No H, Meyers S, Prinyawiwatukul W, Xu Z. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *Journal of Food Science*, 2007, 72.(5): 87-100.
29. De Carvalho M, Stamford T, Pereira E, Dos Santos P, Sampaio F. Chitosan as an oral antimicrobial agent. *Formatex*, 2011, 2012: 13.
30. Hirano S, Itakura C, Seino H, Akiyama Y, Nonaka I, Kanbara N, Kawakami T. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1990, 38: 1214-1217.
31. Singla A, Chawla M. Chitosan: Some pharmaceutical and biological aspects an update. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2001, 53: 1047-1067.
32. Raafat D, Sahl HG. Chitosan and its antimicrobial potential—a critical literature survey. *Microbial Biotechnology*, 2009, 2: 186-201.
33. Darmadji P, Izumimoto M. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Science*, 1994, 38: 243-254.
34. Darmadji P, Izumimoto M. Effects of chitosan and nitrite on the properties of fermented meat. *Animal Science and Technology (Japan)*, 1994.
35. Kong M, Chen XG, Xing K, Park HJ. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review. *International Journal of Food Microbiology*, 2010, 144: 51-63.
36. Yadav A, Bhise S. Chitosan: A potential biomaterial effective against typhoid. *Current Science*, 2004, 87: 1176-1178.
37. Chung Y-C, Su YP, Chen C-C, Jia G, Wang HL, Wu JG, Lin JG. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. *Acta Pharmacologica Sinica*, 2004, 25: 932-936.
38. Goy RC, Britto Dd, Assis OB. A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polímeros*, 2009, 19: 241-247.
39. Khanjari A, Karabagias I, Kontominas M. Combined effect of N, O-carboxymethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control *Listeria monocytogenes* in raw chicken meat fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 2013, 53: 94-99.
40. Ngah WW, Teong L, Hanafiah M. Adsorption of dyes and heavy metal ions by chitosan composites: A review. *Carbohydrate Polymers*, 2011, 83: 1446-1456.
41. Kim TH, Park IK, Nah JW, Choi YJ, Cho CS. Galactosylated chitosan/DNA nanoparticles prepared using water-soluble chitosan as a gene carrier. *Biomaterials*, 2004, 25: 3783-3792.
42. Celikel N, Kavas G. Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences*, 2008. 26:174-181.
43. Tiwari BK, Valdramidis VP, O'Donnell CP, Muthukumarappan K, Bourke P, Cullen P. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009, 57: 5987-6000.

44. Leistner L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 2000, 55: 181-186.
45. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 2004, 94: 223-253.
46. Sharafati Chaleshtori F, Taghizadeh M, Rafieian-kopaei M, Sharafati-chaleshtori R. Effect of chitosan incorporated with cumin and eucalyptus essential oils as antimicrobial agents on fresh chicken meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2016, 40: 396-404.
47. de Melo AA, Geraldine RM, Silveira MFA, Torres MCL, Fernandes TH, Oliveira AN. 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.
48. Evren M, Tekgüler B. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 2011, 9: 28-40.
49. Royo M, Fernández-Pan I, Maté JI. 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*, 2010, 90: 1513-1519.
50. Jamshidi AH, Aminzadeh M, Azarnivand H, Abedi M. Effect of mountain height on the quantity and quality of thyme essential oils (Damavand region) *Journal of Medicine Plant*, 2006,2: 17-22.
51. Baser KHC, Buchbauer G. *Handbook of essential oils: Science Technology and Applications*. Baskı. CRC Press, 2015.
52. Santos VR. Propolis: alternative medicine for the treatment of oral microbial diseases. In: *Alternative Medicine*, Ed.by H Sakagami, InTech, 2012. DOI: 10.5772/4620.
53. Castaldo S, Capasso F. Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*, 2002, 73: 1-6.
54. Salatino A, Teixeira ÉW, Negri G. Origin and chemical variation of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2005, 2: 33-38.
55. Park YK, Alencar SM, Aguiar CL. Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50: 2502-2506.
56. Walker P, Crane E. Constituents of propolis. *Apidologie*, 1987, 18: 327-334.
57. Wagh VD. Propolis: a wonder bees product and its pharmacological potentials. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2013, 1-11. doi: 10.1155/2013/308249.
58. Sforcin JM, Bankova V. Propolis: is there a potential for the development of new drugs? *Journal of Ethnopharmacology*, 2011, 133: 253-260.
59. Nijveldt RJ, Van Nood E, Van Hoorn DE, Boelens PG, Van Norren K, Van Leeuwen PA. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications—. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2001, 74: 418-425.
60. Popova MP, Chinou IB, Marekov IN, Bankova VS. Terpenes with antimicrobial activity from Cretan propolis. *Phytochemistry*, 2009, 70: 1262-1271.
61. Huang S, Zhang C-P, Wang K, Li GQ, Hu F-L. Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*, 2014, 19: 19610-19632.
62. Seven I, Taylan A, Seven PT. Propolis ve hayvan beslemede kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2007, 18: 79-84.
63. Santos VR, Gomes RT, Mesquita RAd, Moura MDd, França EC, Aguiar EGd, Naves MD, Abreu JA, Abreu SR. Efficacy of Brazilian propolis gel for the management of denture stomatitis: a pilot study. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 2008, 22: 1544-1547.
64. Bogdanov S, Bankova V. Propolis: Origin, Production, Compostion. In: *The Propolis Book*. Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, 2016.
65. Kumar N, Ahmad M, Dang R, Husain A. Antioxidant and antimicrobial activity of propolis from Tamil Nadu zone. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2008, 2: 361-364.

66. Schnitzler P, Neuner A, Nolkemper S, Zundel C, Nowack H, Sensch KH, Reichling J. Antiviral activity and mode of action of propolis extracts and selected compounds. *Phytotherapy Research*, 2010, 24.
67. Coelho GR, Mendonça RZ, Vilar KdS, Figueiredo CA, Badari JC, Taniwaki N, Namiyama G, Oliveira Mld, Curti SP, Evelyn Silva P. Antiviral action of hydromethanolic extract of geopropolis from *Scaptotrigona postica* against antiherpes simplex virus (HSV-1). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, Article ID 296086.
68. Burdock G. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food and Chemical Toxicology*, 1998, 36: 347-363.
69. da Silva RO, Andrade VM, Rêgo ESB, Dória GAA, dos Santos Lima B, da Silva FA, de Souza Araújo AA, de Albuquerque Júnior RLC, Cardoso JC, Gomes MZ. Acute and sub-acute oral toxicity of Brazilian red propolis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 2015, 170: 66-71.
70. Mohammadzadeh S, Shariatpanahi M, Hamed M, Ahmadvaniha R, Samadi N, Ostad SN. Chemical composition, oral toxicity and antimicrobial activity of Iranian propolis. *Food Chemistry*, 2007, 103: 1097-1103.
71. Torlak E, Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2009: Konya.
72. Malav O, Sharma B, Talukder S, Kumar R, Mendiratta S. Shelf life evaluation of restructured chicken meat blocks extended with sorghum flour and potato at refrigerated storage (4±1° C). *International Food Research Journal*, 2013, 20.
73. Song Y, Liu L, Shen H, You J, Luo Y. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, 2011, 22: 608-615.
74. Sağun E, Sancak Y, Ekici K, Durmaz H. Van'da Tüketime Sunulan Piliç, But ve Göğüs Etlerinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1996, 7: 62-66.
75. Zinoviadou KG, Koutsoumanis KP, Biliaderis CG. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*, 2009, 82: 338-345.
76. De Almeida E, Menezes H. Anti-inflammatory activity of propolis extracts: a review. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 2002, 8: 191-212.
77. Park YK, Ikegaki M. Preparation of water and ethanolic extracts of propolis and evaluation of the preparations. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 1998, 62: 2230-2232.
78. Halkman K, Sağdaş Ö. Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. *Başak Matbaacılık, Ankara*, 2005.
79. Downes F, Ito K. Compendium of methods for the microbiological examinations of foods, 4th ed.,: American Public Health Association: 2001, Washington, DC.
80. Krueger C, Sheikh W. A new selective medium for isolating *Pseudomonas* spp. from water. *Applied and Environmental Microbiology*, 1987, 53: 895-897.
81. Lemon D. An improved TBA test for rancidity. New Series Circular No. 51. Environment Canada. *Fisheries and Marine Service, Halifax, NS*, 1975.
82. Tekinşen OC, Atasever M, Keleş A. Süt Ürünleri Üretimi ve Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 1997: Konya.
83. Voss DH. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. *HortScience*, 1992, 27: 1256-1260.
84. Ouoba S, Cherblanc F, Cousin B, Bénét J-C. A new experimental method to determine the sorption isotherm of a liquid in a porous medium. *Environmental Science & Technology*, 2010, 44: 5914-5919.
85. Horton NJ, Lipsitz SR. Review of software to fit generalized estimating equation regression models. *The American Statistician*, 1999, 53: 160-169.
86. Fernández-Pan I, Carrión-Granda X, Maté JI. Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets. *Food Control*, 2014, 36: 69-75.

87. Alasnier C, Meynier A, Viau M, Gandemer G. Hydrolytic and oxidative changes in the lipids of chicken breast and thigh muscles during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 2000, 65: 9-14.
88. Al-Hijazeen M, Lee EJ, Mendonca A, Ahn DU. Effect of oregano essential oil (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) on the storage stability and quality parameters of ground chicken breast meat. *Antioxidants*, 2016, 5 (2): 18, doi:10.3390.
89. Şireli T, Özdemir H. Ankara'da tüketime sunulan meyveli yoğurtların mikrobiyolojik kalitesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1998, 45: 287-293.
90. Kolsarıcı N, Candoğan K, Akoğlu İT. Mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinde Donmuş Depolamanın Lipitlerdeki Değişime Etkisi. *Gıda Dergisi*, 2010, 35 (6):403-410.



EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
AdıSoyadı: Farzad Ghebleh DoğumTarihi: 04/10/1966 Doğum Yeri: Oroumieh Medeni Hali: Evli Uyruğu: İran Adres: İran Oroumieh Tel: 09143884683 Faks: Email: F_gh45@yahoo.com
Eğitim
Lise: Lisans: Yüksek Lisans: Veteriner Doktora: Nanotıp
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: iyi Almanca: Rusça:
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

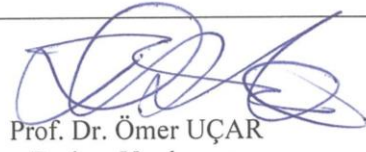
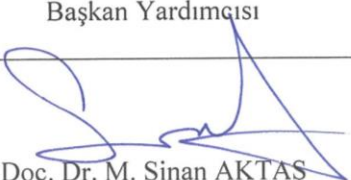
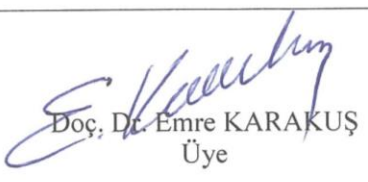
EK-2. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ
ETİK ALT KURUL BAŞKANLIĞI
(AÜVFEAK)



ETİK KURUL KARARI

Karar Sayısı: 2014/14	Karar Tarihi: 02/12/2014
Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Mustafa ATASEVER ve Farzad GHEBLEH tarafından sunulan “Propolis ve Kekik Yağı Katkılı Kitosan Kaplamanın Tavuk Göğüs Etlerinin Kalitesine Etkisi” adlı bilimsel teze ait başvuru formu etik kurulumuz tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada marketlerden temin edilen 120 adet tavuk göğüs eti propolis, kekik yağı ve kitosan içeren çözeltiler kullanılarak ambalajlanıp depolanacaktır. Etlerde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizler yapılacaktır. Sunulan bilimsel araştırmanın/tez çalışmasının Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ilkelerine uygun olduğuna karar verilmiştir.	
 Prof. Dr. Yunusemre ÖZKANLAR Başkan	 Prof. Dr. Ömer UÇAR Başkan Yardımcısı
 Prof. Dr. Zekeriya ÖZÜDOĞRU Üye	 Doç. Dr. M. Sinan AKTAŞ Üye
 Doç. Dr. Emre KARAKUŞ Üye	