



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Belma EKE

**ESANSİYEL YAĞ İLAVELİ
YENİLEBİLİR FİLMLEİN GIDA
SİSTEMİNE UYGULANMASI**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OSMANİYE – 2020

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ESANSİYEL YAĞ İLAVELİ YENİLEBİLİR FİLMLERİN
GIDA SİSTEMİNE UYGULANMASI**

Belma EKE

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE
MART-2020**

TEZ ONAYI

ESANSİYEL YAĞ İLAVELİ YENİLEBİLİR FİMLERİN GIDA SİSTEMİNE UYGULANMASI

Belma EKE tarafından Dr. Öğr. Üyesi Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, OKÜ

Üye: Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, KSÜ

Üye: Prof. Dr. Servet Gülüm ŞÜMNÜ
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, ODTÜ

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: OKÜBAP-2018-PT3-018

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Belma EKE



ÖZET

ESANSİYEL YAĞ İLAVELİ YENİLEBİLİR FİLMLERİN GIDA SİSTEMİNE UYGULANMASI

Belma EKE

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU

Mart 2020, 113 sayfa

Bu çalışmanın amacı, farklı bitkilerden (*Santolina chamaecyparissus* (S), *Schinus molle* (SM), ve *Eucalyptus globulus* (E) elde edilen esansiyel yağ ilavesinin (%1, %2 ve %3) karboksimetil selülöz (CMC) bazlı filmlerin fizikokimyasal, mekanik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesidir. Ayrıca, bu filmler tavuk göğüs eti üzerine uygulanmış ve tavuk eti örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. S, SM ve E bitkilerinin esansiyel yağ içeriklerinin ana bileşeni sırasıyla Artemisia (%30.61), α -Phellandrene (%23.95) ve 1,8-Cineol (%69.32) olarak bulunmuştur. Test edilen *E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *B.subtilis*, *E. fecalis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarının üzerinde en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olan esansiyel yağlar sırasıyla SM (19.75 ± 0.25 mm), E (16.50 ± 0.05 mm), E (19.50 ± 0.50 mm), S (20.00 ± 5.00 mm), E (19.50 ± 0.5 mm) ve S (17.50 ± 2.50 mm) olarak bulunmuştur. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinde %1'den %3'e artış filmlerin kalınlıklarında artışa, nem ve suda çözünürlüklerinde azalmaya, su buharı geçirgenliğinde ise artış ve azalışa neden olmuştur. Esansiyel yağ içeren filmlerin gerilme kuvveti değerleri (29.43 ± 3.28 - 77.05 ± 0.02 MPa) kontrol filminkinden (24.60 ± 0.54 MPa) daha yüksek saptanırken, kopmada uzama değerleri (20.08 ± 0.05 - 33.01 ± 0.01) kontrolden (37.06 ± 0.85) daha düşük bulunmuştur. Filmlerin mikroyapıları %1 ve %2 esansiyel yağ içeren filmlerde daha homojen yapıda görülmüştür. Filmlerin antimikrobiyal aktivitelerinde ise inhibisyon zon çapları 2.00 ± 3.46 - 19.33 ± 1.15 mm arasında ölçülmüştür. Filmlerle kaplanmış tavuk etlerinde 5 gün depolama süresinin sonunda mikrobiyal yükün en yüksek 4 log'a kadar ulaştığı görülmüştür. Sonuç olarak, CMC filmlere esansiyel yağ ilavesiyle antimikrobiyal özellik kazandırılmış ve bu filmlerin farklı gıdalara uygulanma potansiyelinin olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Esansiyel Yağ, Karboksimetil Selülöz, Yenilebilir Film, Antimikrobiyal Aktivite

ABSTRACT

APPLICATION OF EDIBLE FILMS WITH ESSENTIAL OIL TO FOOD SYSTEM

Belma EKE

M. Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU

March 2020, 113 pages

The aim of this study was to investigate the effect of essential oil addition obtained from different plant (*Santolina chamaecyparissus* (S), *Schinus molle* (SM), and *Eucalyptus globulus* (E)) on the physicochemical, mechanic, antioxidant and antimicrobial properties of carboxymethyl cellulose (CMC) based films. Furthermore, these films were applied onto chicken breast meat and the changes in the physicochemical, microbiological and sensory properties of chicken meat samples were studied. The main component of the essential composition of S, SM ve E plants was found as Artemisia (30.61%), α -Phellandrene (23.95%) ve 1,8-Cineol (69.32%), respectively. The essential oil with the highest antimicrobial activity on tested microorganisms *E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *B.subtilis*, *E. fecalis* ve *S. aureus* was determined as SM (19.75 ± 0.25 mm), E (16.50 ± 0.05 mm), E (19.50 ± 0.50 mm), S (20.00 ± 5.00 mm), E (19.50 ± 0.5 mm) and S (17.50 ± 2.50 mm). Although the increase in essential oil content of films from %1 to %3 resulted in the increase in the thickness, decrease in the moisture content and solubility in water of films, it caused both a decrease and an increase in water vapor permeability of films. While the tensile strength values (29.43 ± 3.28 - 77.05 ± 0.02 MPa) of films containing essential oil was determined higher than the control (24.60 ± 0.54 MPa), the elongation at break values ($\%20.08 \pm 0.05$ - $\%33.01 \pm 0.01$) of films cointaning essential oil were lower than the control ($\%37.06 \pm 0.85$). The film microstructures were seen with a better homogeneity in the films containing 1% and 2% essential oil. The inhibition zone diameter was measured between 2.00 ± 3.46 - 19.33 ± 1.15 mm in the antimicrobial activity of films. The microbial load was reached up to 4 log in the chicken meat coated with films after storage time of 5 days. As a result, CMC films gained antimicrobial activity with the addition of essential oils and these films have the potential for applying to different foods.

Key words: Essential Oil, Carboxymethyl Cellulose, Edible Film, Antimicrobial Activity

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisansım boyunca bana danışmanlık ederek her anlamda destek gösteren ve değerli bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren her zaman çalışmaktan onur duyduğum saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyiminden faydalanmama imkan sağlayan çalışmama destek vererek katılım gösteren Doç. Dr. Hande DEMİR hocama saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince bilgisini ve desteğini benden esirgemeyen kıymetli hocam Doç. Dr. Fuat BOZOK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez süresince beni destekleyen Arş. Gör. Dr. Özge SÜFER'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca yanımda olan her zaman beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım Gülşah YILDIRIM, Merve YILDIRIM DARICI ve Rabia KOŞAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde yanımda olup yüzümü güldüren, beni her zaman destekleyen, Yüksek Lisans Eğitimim boyunca yanımda olan kıymetli babam Erdal EKE, annem Hacer EKE, kardeşlerim Alican ve Eray EKE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Film ve kaplama üretiminde kullanılan kaynaklar	3
2.2 Polisakkarit Bazlı Yenilebilir Filmler	3
2.2.1 Nişasta	4
2.2.2 Karboksimetil selüloz (CMC)	5
2.2.3 Kitosan.....	6
2.3 Lipid Bazlı Yenilebilir Film	7
2.4 Protein Bazlı Yenilebilir Filmler	8
2.5 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Uygulanma Yöntemleri	9
2.5.1 Dökme Yöntemi.....	9
2.5.2 Daldırma Yöntemi.....	9
2.5.3 Püskürtme Yöntemi	10
2.5.4 Boyama Yöntemi	10
2.6 Film veya Kaplamada Kullanılan Antimikrobiyal Maddeler	10
2.6.1 <i>Santolina chamaecyparissus</i>	11
2.6.2 <i>Schinus Molle</i>	12
2.6.3 <i>Eucalyptus globulus</i> (Okalıptüs)	13
2.7 Yenilebilir Filmlerin Gıda Sistemine Uygulanması	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1 Materyaller	16
3.1.1 Bitki Materyali.....	16
3.1.2 Film Materyali.....	16

3.1.3 Kimyasal Malzemeler	16
3.1.4 Mikroorganizmalar	16
3.1.5 Besiyerleri	16
3.1.6 Et	16
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Esansiyel Yağ İzolasyonu	17
3.2.2 Esansiyel Yağların GC-MS analizi	17
3.2.3 Esansiyel Yağlarda ve Filmlerde Toplam Fenolik Madde İçeriği Tayini	17
3.2.4 Esansiyel Yağlarda ve Filmlerde Antioksidan Aktivite Tayini (DPPH Metodu)	18
3.2.5 Esansiyel Yağlarda Antimikrobiyal Aktivite Tayini.....	18
3.2.5.1 Mikroorganizmaların Canlandırılması	18
3.2.5.2 Disk Difüzyon Yöntemi	19
3.2.6 Yenilebilir Filmin Hazırlanması	19
3.2.7 Filmlerin Fiziksel Özellikleri	21
3.2.7.1 Kalınlık.....	21
3.2.7.2 Nem İçeriği.....	22
3.2.7.3 Su Çözünürlüğü.....	22
3.2.7.4 Su Buharı Geçirgenliği.....	22
3.2.7.5 Renk.....	23
3.2.7.6 Opaklık.....	23
3.2.8 Filmlerin Mekanik Özellikleri	23
3.2.9 Filmlerin Mikroyapısal Özellikleri	24
3.2.10 Esansiyel Yağlı Yenilebilir Filmlerin Tavuk Etlerine Uygulanması.....	24
3.2.11 Kaplanmış Tavuk Etinde Yapılan Analizler	25
3.2.11.1 pH Değeri	25
3.2.11.2 Renk Tayini	25
3.2.11.3 Mikrobiyolojik Analiz	25
3.2.11.4 Duyusal Analiz	26
3.2.12 İstatistiksel Analiz.....	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1 Esansiyel Yağların Kimyasal Kompozisyonu.....	27
4.2 Esansiyel Yağların Toplam Fenolik Madde İçeriği	31
4.3 Esansiyel Yağların Antioksidan Aktiviteleri (DPPH Metodu)	32
4.4 Esansiyel Yağların Antimikrobiyal Aktiviteleri.....	33

4.5 Filmlerin Fiziksel Özellikleri.....	36
4.6 Filmlerin Renk Değerleri.....	38
4.7 Filmlerin Beyazlık, Sarılık İndeksleri ve Opaklık Değerleri.....	40
4.8 Filmlerin Mekanik Değerleri.....	41
4.9 Filmlerin Mikroyapıları.....	42
4.10 Filmlerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	47
4.11 Filmlerin Antioksidan Aktiviteleri (FRAP Metodu)	48
4.12 Filmlerin Antioksidan Aktiviteleri (DPPH Metodu).....	49
4.13 Filmlerin Antimikrobiyal Aktiviteleri	49
4.14 Filmlerin Tavuk Etine Uygulanması	51
4.14.1 pH Değerleri.....	51
4.14.2 Renk Değerleri	52
4.14.3 Mikrobiyolojik Analiz.....	54
4.14.4 Duyusal Analiz.....	55
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	73
EKLER.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Yenilebilir film üretiminde kullanılan materyaller	3
Çizelge 2.2 Gıda sistemine uygulanmış bazı yenilebilir filmler.....	14
Çizelge 4.1 <i>Santolina chamaecyparissus</i> 'un uçucu bileşik kompozisyonu	27
Çizelge 4.2 <i>Schinus molle</i> 'nin uçucu bileşik kompozisyonu	29
Çizelge 4.3 <i>Eucalyptus globulus</i> 'un uçucu bileşik kompozisyonu	30
Çizelge 4.4 Esansiyel yağların disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitesi	33
Çizelge 4.6 Filmlerin fiziksel özellikleri	36
Çizelge 4.6 Filmlerin renk değerleri (L^* , a^* , b^* ve ΔE)	38
Çizelge 4.7 Filmlerin beyazlık (BI), sarılık (SI) indeksleri ve opaklık değerleri	40
Çizelge 4.8 Filmlerin mekanik özellikleri	41
Çizelge 4.9 Filmlerin disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitesi	50
Çizelge 4.10 Depolama süresince tavuk eti örneklerinde oluşan renk değişimleri ...	52
Çizelge 4.11 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu özelliklerinin değerlendirilmesi	55
Çizelge A.1 Esansiyel yağların (S, SM ve E) toplam fenolik madde içeriklerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	75
Çizelge A.2 Esansiyel yağların (S, SM ve E) <i>E.coli</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	75
Çizelge A.3 Esansiyel yağların (S, SM ve E) <i>P.aeruginosa</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	75
Çizelge A.4 Filmlerin <i>S. typhi</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	76
Çizelge A.5 Esansiyel yağların (S, SM ve E) <i>B.subtilis</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	76
Çizelge A.6 Esansiyel yağların (S, SM ve E) <i>E.fecalis</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	76
Çizelge A.7 Esansiyel yağların (S, SM ve E) <i>S.aureus</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	76
Çizelge A.8 <i>Santolina chamaecyparissus</i> esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	77

Çizelge A.9 <i>Schinus molle</i> esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	77
Çizelge A.10 <i>Eucalyptus globulus</i> esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.	78
Çizelge A.11 Filmlerin kalınlıklarının Duncan test ile karşılaştırılması.	78
Çizelge A.12 Filmlerin nem içeriklerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	78
Çizelge A.13 Filmlerin suda çözünürlüklerinin Duncan test ile karşılaştırılması	79
Çizelge A.14 Filmlerin su buharı geçirgenliklerinin Duncan test ile karşılaştırılması	79
Çizelge A.15 Filmlerin L* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması	80
Çizelge A.16 Filmlerin a* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması	80
Çizelge A.17 Filmlerin b* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	81
Çizelge A.18 Filmlerin ΔE değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	81
Çizelge A.19 Filmlerin BI değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	82
Çizelge A.20 Filmlerin SI değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması	82
Çizelge A.21 Filmlerin opaklık değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	83
Çizelge A.22 Filmlerin gerilme kuvveti (TS) değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	83
Çizelge A.23 Filmlerin kopmada uzama (EI) değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	84
Çizelge A.24 Filmlerin toplam fenolik madde içeriğinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	84
Çizelge A.25 Filmlerin antioksidan aktivitesinin (DPPH metodu) Duncan test ile karşılaştırılması.....	85
Çizelge A.26 Filmlerin antioksidan aktivitesinin (FRAP metodu) Duncan test ile karşılaştırılması	85
Çizelge A.27 Filmlerin <i>E.coli</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	86
Çizelge A.28 Filmlerin <i>P.aeruginosa</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	86
Çizelge A.29 Filmlerin <i>S. typhi</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	87

Çizelge A.30 Filmlerin <i>B.subtilis</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	87
Çizelge A.31 Filmlerin <i>E.fecalis</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	88
Çizelge A.32 Filmlerin <i>S.aureus</i> üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	88
Çizelge A.33 Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi ve miktarının ve ikisinin interaksiyonunun analiz sonuçları üzerindeki etkisinin çift yönlü ANOVA ile belirlenmesi	89
Çizelge A.34 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	93
Çizelge A.35 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca L*değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması	93
Çizelge A.36 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca a*değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	94
Çizelge A.37 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca b* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	94
Çizelge A.38 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca C değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	95
Çizelge A.39 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca H değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	95
Çizelge A.40 Kaplanmamış ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca ΔE değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması.....	96
Çizelge A.41 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu analizi renk skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	96
Çizelge A.42 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu analizi koku skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	97
Çizelge A.43 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu analizi beğeni durumu skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması sonuçları.....	97
Çizelge A.44 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu analizi genel beğeni durumu skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Karboksimetil selülöz kontrol filmi ve esansiyel yağ içeren karboksimetil selülöz filmi hazırlık aşamaları	21
Şekil 4.1 Yağların toplam fenolik madde içeriği	31
Şekil 4.2 Esansiyel yağların antioksidan aktivitesi (DPPH metodu)	32
Şekil 4.3 <i>Santolina chamaecyparissus</i> esansiyel yağının <i>E.coli</i> (A), <i>B. subtilis</i> (B), <i>E. fecalis</i> (C), <i>S. aureus</i> (D), <i>P. aeruginosa</i> (E) ve <i>S. typhi</i> (F) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar	35
Şekil 4.4 <i>Schinus molle</i> esansiyel yağının <i>E.coli</i> (A), <i>B. subtilis</i> (B) ve <i>E. fecalis</i> (C) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar.....	35
Şekil 4.5 <i>Eucalyptus globulus</i> esansiyel yağının <i>E.coli</i> (A), <i>B. subtilis</i> (B), <i>E. fecalis</i> (C), <i>S. aureus</i> (D), <i>P. aeruginosa</i> (E) ve <i>S. typhi</i> (F) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar	36
Şekil 4.6 Film yüzeylerinin (K (kontrol), S1, S2 ve S3) ve kesit alanlarının (K-k, S1-k, S2-k ve S3-k SEM mikrografileri.....	43
Şekil 4.7 Film yüzeylerinin (K (kontrol), SM1, SM2 ve SM3) ve kesit alanlarının (K-k, SM1-k, SM2-k ve SM3-k SEM mikrografileri.....	44
Şekil 4.8 Film yüzeylerinin (K (kontrol), E1, E2 ve E3) ve kesit alanlarının (K-k, E1-k, E2-k ve E3-k SEM mikrografileri	46
Şekil 4.9 Filmlerin toplam fenolik madde içeriği	47
Şekil 4.10 Filmlerin antioksidan aktivitesi (FRAP metodu).....	48
Şekil 4.11 Filmlerin antioksidan aktivitesi (DPPH metodu)	49
Şekil 4.12 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerleri	51
Şekil 4.13 Tavuk eti örneklerinde depolama süresi boyunca oluşan toplam canlı sayımı	54
Şekil B.1 Gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	74
Şekil B.2 FRAP metodu için troluks kalibrasyon eğrisi	74

SİMGELER ve KISALTMALAR

a*	Kırmızılık-yeşillik
ANOVA	Varyans analizi
b*	Sarılık-mavilik
BI	Beyazlık indeksi
C	Renk parlaklığı (Kroma)
CMC	Karboksimetil selüloz
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
E	<i>Eucalyptus globulus</i>
El	Kopma anında uzama
FRAP	Ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü
GAE	Gallik asit Eşdeğeri
GRAS	Generally Recognized As Safe
H	Renk açısı (Hue°)
KM	Kuru madde
L*	Açıklık
RT	Retention Time (Alıkonma zamanı)
S	<i>Santolina chamaecyparissus</i>
SI	Sarılık indeksi
SM	<i>Schinus molle</i>
TE	Troloks Eşdeğeri
TS	Gerilme kuvveti
ΔE	Toplam renk değişimi

1.GİRİŞ

Dünya nüfusu gün geçtikçe artmakta ve gıda kaynakları azalmaktadır. Artan nüfus ile birlikte gıda güvenliği de gıdanın üretilmesi kadar önemli hale gelmiştir (Ruchir, vd., 2018). Gıdanın kalitesi besinsel değerine, organoleptik özelliklerine ve hijyenik olmasına bağlıdır. Ancak bu özellikler depolama ve pazarlama aşamasında kayıplara uğrayabilmektedir (Debeaufort, vd., 1998). Bu yüzden, gıdaları sadece fiziksel bozulmalara karşı değil aynı zamanda kimyasal ve mikrobiyal bozulmalara karşı da koruyan gıda paketleri geliştirme üzerine birçok önemli çalışma bulunmaktadır (Duan, vd., 2010 ; Oh, vd., 2017 ; Ruchir, vd., 2018).

Aktif ambalaj materyali olarak kullanılan polimerler biyolojik olarak bozulmayan sentetik polimerlerdir ve çevre kirliliği için ciddi sorun teşkil etmektedirler (Ruchir, vd., 2018). Bu soruna çözüm getirme amacıyla doğal kaynaklardan veya atık malzemelerden biyolojik olarak bozunabilen polimerlerin kullanılması dikkat çekmektedir (Ahmed, vd., 2017).

Yenilebilir film materyalleri karbonhidrat, protein ve yağ veya bunların kompozitlerinden oluşmaktadır. Bunlar arasından, karboksimetil selüloz insan sağlığı üzerinde hiçbir zararlı etkisi olmayan, suda çözünür doğal selüloz türevlerinden biridir (Su, vd., 2010). Karboksimetil selüloz bazlı filmler, biyobozunurluk, erişim ve üretim kolaylığı, ambalajlama araçları için kararlı matriks oluşturma gibi diğer biyopolimerlerin ötesinde değerli özelliklere sahiptirler (Mohkam, vd., 2020).

Yenilebilir film, gıda bileşenleri üzerine veya arasına yerleştirilebilen serbest bir tabaka şeklinde ve uygulanan gıda ürünüyle birlikte tüketilmektedir. Bu yenilebilir filmlere farklı içerikler (esansiyel yağ, fenolik ekstraktı, nisin veya lizozim vb.) eklenerek filmlerin mevcut antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Genskowsky, vd., 2015 ; Danijela, vd., 2015).

Bitkilerden üretilen esansiyel yağların bir kısmı mikroorganizmalara karşı oldukça yüksek antimikrobiyal etki göstermektedir (Bhavaniramy, vd., 2019). Esansiyel yağlarda bulunan birçok antimikrobiyal bileşik, gıda kaynaklı mikroorganizmaları hedefleyerek mikrobiyal bozulmayı önlemede önem taşımakta ve bu nedenle daha yüksek kalite ve güvenli gıda ürünlerinin üretimine yardımcı olmaktadır (Aldana, vd., 2015).

Bu açıdan, farklı seviyede antimikrobiyal etki gösteren esansiyel yağların yenilebilir film içeriklerine eklenmesi ve etkisinin araştırılması araştırmacılar tarafından ilgi çekmeye devam etmektedir.

Yenilebilir filmlerin özellikle mikrobiyolojik açıdan bozunmaya elverişli peynir ve et ürünlerine uygulanması üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Shahbaz ve Shavisi, 2018). Özellikle tavuk etleri, yüksek su aktivitesi değeri ve pH değerleriyle ilişkili olan kısa raf ömrü nedeniyle film uygulamaları için yoğun olarak araştırılan bir gıda ürünü olmuştur (Uran, vd., 2018).

Bu çalışmanın amacı, farklı bitkilerden (*Santolina chamaecyparissus*, *Schinus molle*, ve *Eucalyptus globulus*) elde edilen esansiyel yağ ilavesinin (%1, %2 ve %3) karboksimetil selülöz bazlı filmlerin fizikokimyasal, mekanik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesidir. Ayrıca, belirlenen film formülasyonlarının tavuk göğüs eti üzerine uygulanması ve tavuk etinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Film ve Kaplama Üretiminde Kullanılan Kaynaklar

Yenilebilir film üretmek için; yenilenebilir doğal kaynaklardan elde edilen polisakkaritler, proteinler, lipitler ve bunlar arasında oluşturulacak olan olası kombinasyonlar kullanılmaktadır (Cazón, vd., 2017). Film üretiminde yaygın olarak kullanılan materyaller Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Yenilebilir film üretiminde kullanılan materyaller (Tural, vd., 2017)

Polisakkaritler	Proteinler	Lipitler
Nişasta ve türevleri	Jelatin	Gliseritler
Selüloz ve türevleri	Kollajen	Mumlar
Pektin	Soya proteini	
Aljinat	Peynir altı suyu	
Kitosan	Gluten	
Gamlar	Zein	
	Kazein	

2.2 Polisakkarit Bazlı Yenilebilir Filmler

Polisakkarit yenilebilir film ve kaplamalar renksizdir, yağsız görüntüye ve çok düşük kalori içeriğine sahiptirler. Ayrıca, bol miktarda bulunan ve pahalı olmayan kaynaklardan elde edilen biyobozunur özellikte polimerlerdir (Cazón, vd., 2017).

Nişasta, selüloz, pektin ve bunların türevleri, aljinat ve kitosan yenilebilir film hazırlamak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hassan, vd., 2018).

Polisakkarit yenilebilir film ve kaplamalar yapısında bulunan çok sayıda hidrojen bağı nedeniyle iyi oksijen bariyerleridir (Sahraee, vd., 2019). Fakat hidrofilik oldukları için zayıf su buharı bariyeri özelliğine sahiptirler. Bazı polisakkaritler örneğin, aljinat ve karragenan zayıf su buharı bariyerine sahip olmasına rağmen oldukça higroskopiktirler ve gıda yüzeyine kalın film olarak uygulandığında yüzeydeki suyu emerek gıdadan nem kaybına karşı geçici koruma sağlamaktadırlar (Cazón, vd., 2017).

Polisakkarit yenilebilir film ve kaplamalar; dehidrasyonu, yüzey kararmasını ve oksidatif bozulmayı önemli ölçüde azaltarak meyve, sebze, kabuklu deniz veya et ürünlerine raf ömrünü uzatmak için uygulanabilirler (Hassan, vd., 2018).

2.2.1 Nişasta

Nişasta, gıda ambalaj materyali üretmek için bir alternatif olabilecek doğal, bol, pahalı olmayan, biyobozunur ve yenilebilir bir polimerdir. Nişasta buğday, mısır, pirinç ve patates gibi çeşitli bitkilerde bulunan tarımsal bir biyopolimerdir (Cazón, vd., 2017).

Nişasta granülü iki ana polisakkarit amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Amiloz α -1,4 bağları ile bağlı glikoz birimlerinden oluşan lineer polimer yapıdadır. Amilopektin ise α -1,6 glikozit dallanma noktasıyla bağlanan α -1,4 zincirlerinin çok dallı bir polimeridir (Jiang, vd., 2019).

Nişasta filmleri çok iyi oksijen bariyeri özelliğine sahiptirler fakat zayıf mekanik özellik gösterirler. Nişasta filmlerinin zayıf mekanik özellikleri, temelde amiloz tarafından oluşturulan amorf bölgelerden kaynaklanmaktadır. Bu sebeple moleküller arası kuvvetlerin neden olduğu film kırılganlıklarını önlemek için plastikleştirici eklenerek film esnekliğini ve uzayabilirliğini artırmak gerekmektedir (Cazón, vd., 2017).

Souza, vd. (2013) tarçın esansiyel yağ ilavesinin manyok nişasta ile üretilen filmlerin antimikrobiyal aktivitesi, mekanik ve bariyer özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Tarçın esansiyel yağlı filmlerin ekmekte yaygın olarak bulunan bazı küfler üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, esansiyel yağlı filmlerde kontrol filmlerine (manyok nişastas) kıyasla daha düşük gerilme kuvveti ve kopmada uzama değerleri bulunmuştur.

Evangelho, vd. (2019) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, portakal esansiyel yağ içeren döküm yöntemiyle hazırlanan mısır nişastas filmlerinin antibakteriyel aktivitesi, morfolojik, optik, mekanik ve bariyer özellikleri değerlendirilmiştir. Esansiyel yağ ile birleştirilen mısır nişastas filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*'e karşı daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, filmlere esansiyel yağ eklenmesinin morfolojik heterojenliği arttırdığı buna bağlı olarak filmlerin gerilme kuvvetini ve uzamasını

azalttığı, nem içeriğini, suda çözünürlüğü ve su buharı geçirgenliğini ise arttırdığı ifade edilmiştir.

2.2.2 Karboksimetil selüloz (CMC)

Selülöz, pamuk, ahşap, kenevir otu ve bitki esaslı materyallerden izole edilebilir ve aynı zamanda tunikatlar ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenebilmektedir (Xu, vd., 2016). Selülözün kloroasetik asit ile alkali kataliz reaksiyonuyla üretilen anyonik bir polisakkarit olan karboksimetil selüloz, selülözün temel türevlerinden biridir. GRAS olarak onaylanmış olduğundan dolayı farklı gıdalarda kıvam arttırıcı veya stabilizatör olarak kullanılmaktadır (Akhtar, vd., 2018).

CMC, iyi film oluşturma kabiliyeti, biyobozunur, biyouyumlu, renksiz, tatsız, toksikolojik olarak zararsız, hidrofilik ve düşük maliyetli olması nedeniyle farklı yenilebilir film formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ghanbarzadeh ve Almasi, 2011).

CMC'nin sulu çözeltilerinden elde edilen filmler orta dayanıklılık göstermekte, ancak doğal hidrofilik yapısı nedeniyle yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler (Raeisi, vd., 2015). Kitosan gibi bazı biyopolimerlerin aksine CMC'nin kendine özgü antimikrobiyal özelliği bulunmamaktadır. CMC'nin nem bariyer ve antimikrobiyal özelliklerini iyileştirmenin bir yolu, uçucu yağlar gibi hidrofobik bileşiklerin film içeriğine dahil edilmesi olabilir (Raeisi, vd., 2015).

Dashipoura, vd. (2015) *Zataria multiflora* esansiyel yağı (%1, %2 ve %3 v/v) eklenmiş CMC filmlerinin fiziksel, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. En yüksek gerilme kuvveti ve kopmada uzama %1 oranında esansiyel yağ ile hazırlanan filmlerde bulunmuştur. Kontrol filmin (CMC) en düşük su buharı geçirgenliği gösterdiği, filmlerde yağ oranı arttıkça opaklık ve suda çözünürlük değerlerinin azaldığı fakat antioksidan ve antimikrobiyal etkinin arttığı bildirilmiştir.

Abdollahi, vd. (2019) sater esansiyel yağın (%0.5, 1.0 ve 1.5 v/v) çözücü döküm yöntemiyle hazırladıkları CMC-agar biyokompozit filmlerin antimikrobiyal, mikroyapısal, mekanik ve optik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kompozit filmlere %1 ve %1.5 oranında esansiyel yağ eklenmesi filmlerin mikroyapısal heterojenliğini arttırmış ve böylece filmlerin gerilme kuvveti azalırken su buharı geçirgenliği önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca, esansiyel yağ eklenmesinin bir

sonucu olarak filmlerin mekanik esnekliğinin ve yüzey hidrofobisitesinin önemli ölçüde iyileştiği ifade edilmiştir.

Valizadeh, vd. (2019) tarçın esansiyel yağ, oleik asit ve gluteraldehitin kitosan-karboksimetil selülöz kompozit filmlerinin antimikrobiyal, antioksidan, mekanik, fiziksel ve morfolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Esansiyel yağ içeren çapraz bağlanmış filmlerin iyi antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bunun yanı sıra su buharı geçirgenliğinin ve kopmada uzamanın arttığını belirtmişlerdir.

2.2.3 Kitosan

Kitosan temelde yenilebilir doğal kaynak olan kitinin deasetilasyonundan elde edilen katyonik bir biyopolimerdir (Pavinatto, vd., 2019).

Kitosan; iyi film oluşturma özelliği, biyoyumluluğu, biyobozunurluğu ve toksik olmamasının yanı sıra, bazı patojenik mikroorganizmaların (örn. *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*) büyümesini engelleyebilecek antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Zhang, vd., 2019).

Kitosan filminin yeterli mekanik kuvvete ve gaz geçirgenliğine sahip olduğu gösterilmiştir. Ancak kitosan filmi, antioksidan aktif gıda ambalaj malzemeleri için önemli bir kriter olan ideal antioksidan aktiviteye sahip değildir. Bu nedenle, kitosan filminin gıda ambalajındaki uygulamasını genişletmek için antioksidan özelliğini artırmak gerekmektedir (Wang, vd., 2019).

Kitosan film kaplamaları, yarı geçirgen bir film oluşturdukları için iç atmosferi değiştirebilmekte, terleme kaybını azaltabilmekte ve meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını geciktirebilmektedir (Tokatlı ve Demirdöven, 2020).

Peng ve Li (2019) limon, kekik ve tarçın esansiyel yağların kitosan filmlerin fiziksel ve antimikrobiyal özellikleri üzerinde etkilerini araştırmışlardır. En yüksek su buharı geçirgenliğinin ve antimikrobiyal aktivitenin sırasıyla tarçın esansiyel yağ içeren ve kekik içeren filmde olduğunu bildirmişlerdir.

Zhang, vd., (2018) *Perilla frutescens* (L.) esansiyel yağın (%0.2, %0.6 ve %1.0 v/v) kitosan filmlerinin fiziksel, kimyasal ve antimikrobiyal aktivitesi üzerinde etkilerini incelemişlerdir. Esansiyel yağ içeren filmlerin mekanik kuvvete, kopmada uzama ve

su buharı geçirgenliğinde önemli derecede azalmaya neden olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca filmlerde esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla antimikrobiyal aktivitenin de arttığını bulmuşlardır.

2.3. Lipit Bazlı Yenilebilir Film

Bitkisel balmumu, asetillenmiş monogliseritler ve sürfaktanlardan oluşan lipid bazlı bileşikler koruyucu film veya kaplama olarak uygulanmaktadır.

Lipid bazlı filmlerin ve kaplamaların düşük polariteleri nedeniyle nem iletimini engellemek için oldukça etkili olduğu bilinmektedir (Hassan, vd., 2018). Ancak lipitler hidrofobik doğası gereği daha kalın ve kırılgan filmler oluşturmaktadır, bunu engellemek için protein ve selüloz türevleriyle beraber kullanılmaktadır (Bourtoom, 2008).

Diğer bir yandan, protein veya polisakkarit bazlı filmlerde su emilimini ve su transferini azaltmak için yenilebilir lipitlerden oluşan bir hidrofobik faz eklenmesi büyük ölçüde dikkate alınan bir stratejidir (Smith, vd., 2016).

Parafin mumu genellikle peynir, meyve ve sebze kaplamada kullanılmaktadır. Bu mumlardan yapılan film ve kaplamalar nem engellemek ve aynı zamanda gıdanın dış yüzey görüntüsünü iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bu tür kaplamalarda kalın tabakalar yenilmeye uygun bulunmazken daha ince tabakaların tüketilmesi uygun olarak kabul edilmektedir (Hassan, vd., 2018).

Jiménez, vd. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada doymuş ve doymamış yağ asitlerinin hidroksipropil-metilselüloz (HPMC) bazlı filmler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Laurik (LA), miristik (MA), palmitik (PA), stearik (SA) ve oleik (OA) asitleri içeren HPMC bazlı yenilebilir filmler, 1:0.15 polimer-lipid oranı ile üretilmiştir. Doymuş LA, MA ve PA, HPMC çözeltisinde SA ve OA'dan daha büyük lipid misel yapıları oluşturmuştur. Bu yapılar nem bariyeri özelliklerini geliştirmiştir ancak daha kırılgan, daha az gerilebilir, daha opak ve daha az parlak filmler oluşmasına sebep olmuştur.

Thakur, vd. (2016) yaptıkları çalışmada pirinç nişastası ve i-karragenan içeren film geliştirmişlerdir. Farklı oranlarda pirinç nişastası (%1-4, w/w) ve i-karragenan (%0.5-2, w/w) formülasyonlarını stearik asit (% 0.3-0.9 w/w) ve gliserol (% 1, w/w) ile

karıştırılmışlardır. Karragenanın artan konsantrasyonuyla birlikte düşük stearik asit uygulamasının filmlerin fiziksel, mekanik ve bariyer özellikleri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

2.4. Protein Bazlı Yenilebilir Filmler

Kazein, jelatin, peynir altı suyu proteini, soya proteini, yer fıstığı proteini, buğday gluteni ve mısır zeini gibi proteinler kullanılarak yenilebilir filmler elde edilmektedir (Sharma ve Singh, 2016).

Protein bazlı yenilebilir filmler; nem kaybını azaltmak, oksijen emilimini kısıtlamak, lipidlerin migrasyonunu azaltmak, mekanik özelliklerini geliştirmek, fiziksel koruma sağlamak veya sentetik ambalaj malzemelerine alternatif sunmak için farklı gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Protein bazlı yenilebilir filmler ayrıca yağ, oksijen ve aromaya karşı mükemmel mekanik ve bariyer özellikler sağlamaktadır. Ancak su buharına karşı sınırlı direnç göstermektedirler (Saklani, vd., 2019).

Jelatin, kara ve deniz hayvanlarının kemiklerinde, derilerinde ve bağ dokularında bulunan kollajenin hidrolizi ile elde edilen bir hayvansal bir proteindir. Jelatinler oldukça iyi biyouyumluluk ve biyobozunurluk gösteren ve toksisitesi olmayan tatsız bir gıda malzemesi olduğu için yenilebilir film oluşumunda büyük potansiyele sahiptirler (Etxabide, vd., 2017). Doğal jelatin filmler, yüksek nem içeriğine sahip gıda maddelerinin yüzeyiyle temas ettiğinde zayıf su direnci göstermektedirler ve bu sebeple, diğer film oluşturmalar ile beraber kullanılması önerilmektedir (Tulamandi, vd., 2016).

Scartazzini, vd. (2019) jelatin ve farklı oranlarda (%0, %0.06, %0.13, %0.25, %0.38 ve %0.50 g/g jelatin) nane esansiyel yağı kullanarak yenilebilir film oluşturmuşlardır. Film çözeltisine yağ ilave edilmesinin, su buharı bariyerini geliştirdiği, kalınlığı ve opaklığı arttırdığı, şeffaflığı azalttığı ve filmlerin ısı ve mekanik özelliklerini değiştirdiği belirtilmiştir. Filmler (%0.38'in üzerinde yağ ilaveli), *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus stolonifer*'in büyümesine karşı etkili inhibitör bir aktivite gösterdiği bulunmuştur (Scartazzini, vd., 2019).

Film hazırlamak için peynir altı suyu proteinlerinin kullanımı kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır çünkü bu proteinler yenilebilir ve biyobozunurdur. Ayrıca peynir yapımında ortaya çıkan atıkların yeniden kullanılması desteklenmektedir (Perez, vd.,

2016). Bu filmlerin iyi oksijen bariyer özellik ve şeffaflık sunduğu ancak zayıf mekanik özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Silva, vd., 2018).

Soya proteini bol, pahalı olmayan, biyobozunur ve besleyici bir hammaddedir. Soya proteini filmleri, hidrofilik özellikleri nedeniyle zayıf nem bariyer özelliklerine sahiptirler (Kokoszka, vd., 2010).

Galus (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada kolza tohumu yağının (%1, %2 ve %3) soya proteini filmlerinin optik, mekanik, bariyer ve yüzey özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Yağ ilavesi ile opaklık ve toplam renk farklılıklarının önemli ölçüde arttığını ve yağ içeriği arttıkça filmlerin su buharı geçirgenliğinde fark edilir bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

2.5 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Uygulanma Yöntemleri

2.5.1 Dökme Yöntemi

Gıdalara uygulanan hidrokolloid filmlerde en çok kullanılan yöntemdir. Dökme yönteminde, biyoaktif maddeler uygun çözücü içerisinde çözündürülür homojen bir film çözeltisi elde edildiğinde düz bir plakaya dökülerek kurutmaya bırakılmaktadır. Elde edilen filmler pürüzsüz ve istenilen kalınlıkta oluşturulabilmektedir. Dökme yönteminde filmin yapısal özellikleri; kaplama çözeltisinde kullanılan materyal, kurutma koşulları, filmin dökülme kalınlığına bağlı olarak değişebilmektedir. Uygulanan gıda fazla kalın dökülen film ile kaplanırsa gıdanın gaz geçirgenliği ve meyve sebze gibi ürünlerde bozulmaya sebep olabilmektedir (Işık, vd., 2013; Tural, vd., 2017).

2.5.2 Daldırma Yöntemi

Daldırma yöntemi genelde meyve ve sebzelerin kaplanması için kullanılan yaygın ve en basit uygulama şeklidir.

Gıdanın kaplama çözeltisine yaklaşık 5-30 saniye arasında daldırılıp çıkartılması ile elde edilmektedir. Daldırma yöntemi ile çözelti gıda yüzeyine tutunabilmektedir ve istenilen kalınlıkta kaplama elde edilmektedir. Bu yöntem ile düzgün yapıya sahip olmayan gıda yüzeyleri ve hacimce büyük gıdalar oldukça kolay kaplanabilmekte ve kaplama materyalinin fazlası uzaklaştırılabilmektedir (Dhanapal, vd., 2012; Tural, vd., 2017).

2.5.3 Püskürtme Yöntemi

Bu yöntem, kaplama çözeltisinin çok viskoz olmadığı durumda kullanılan oldukça ince bir şekilde gıdanın sadece istenilen yüzeyine uygulanabilen geleneksel kaplama yöntemlerindendir. Kalsiyum aljinat gibi kompozit kaplamalarda çapraz bağlanmayı kolaylaştırıp kaplanan yüzeyde ikinci bir tabaka oluşturmak için de kullanılmaktadır. (Tural, vd., 2017; Ulusoy, vd., 2018).

2.5.4 Boyama Yöntemi

Bu yöntem ile sıvı haldeki kaplama çözeltisi bir fırça yardımı ile gıda yüzeyine homojen olarak dağıtılmaktadır. İşlem sonrası kaplanan gıda uygun ortam sıcaklığında kurutulmaktadır. İnce tabaka halinde uygulanan kaplama çözeltisi sayesinde kurutma süresi oldukça kısalmaktadır (Tural, vd., 2017).

2.6 Film veya Kaplamada Kullanılan Antimikrobiyal Maddeler

Doğal antimikrobiyaller bitki (örn. esansiyel yağlar), hayvan (örn. yumurta hücrelerinden lizozimler) ve mikrobiyal kaynaklardan (örn. bakteriyosinler) elde edilmektedir (Kumar, vd., 2019).

En fazla kullanımı olan bakteriyosinler nisin (*Lactococcus lactis* bakterilerinin bir bakteriyosini) ve pediosindir (*Pediococcus acidilactici* bakterilerinin bir bakteriyosini). Nisin peynir altı suyu proteini, soya proteini ve zein gibi protein kaynaklı filmlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Peynir altı suyu ile beraber kullanılan nisin *Listeria monocytogenes* bakterilerine karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Zeinin nisin ile beraber kullanılmasının *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella*'nın büyümesini engellediği belirlenmiştir (Kraśniewska ve Gniewosz, 2012).

Diğer bir çalışmada, jelatin bazlı filmlerin, kıyma domuz eti raf ömrünü uzatma kapasitesi araştırılmıştır. Jelatin çözeltisine nisin ve kateşin ilave edilerek film hazırlanmıştır. Kıyma et hazırlanan filmlerle kapatılmış ve 5 °C'de 7 gün boyunca depolanmıştır. Filmlerin kıyma etinde lipid oksidasyonunu ve mikrobiyal büyümeyi geciktirdiği saptanmıştır (Kaewprachu, vd., 2018).

Bitki bazlı doğal bileşikler olan uçucu yağlar, doğal antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahiptirler (Behbahan, vd., 2019). Kitosan bazlı filmlere kayısı çekirdeği

yağı ilave edilmiş ve hazırlanan filmlerin antimikrobiyal etkinliği *Bacillus subtilis* ve *Escherichia coli*'ye karşı test edilmiştir. Filmlere ilave edilen esansiyel yağ oranı arttıkça her iki mikroorganizmanında büyümesi engellenmiştir (Priyadarshi, vd., 2018).

Hashemi ve Khaneghah (2017) yaptıkları çalışmalarında fesleğen tohumu gamına ilave edilen kekik esansiyel yağı (%1-%6) ile yenilebilir film oluşturmuşlardır. Üretilen filmlerin *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkisini belirlemişlerdir. *Bacillus cereus*'a karşı %6 esansiyel yağ konsantrasyonunda en yüksek zon çapı (42.3 mm) gözlemlenmiştir. Kontrolden sonra ise en düşük zon çapı *Escherichia coli*'de (12.6 mm) ölçüldüğü belirtilmiştir.

2.6.1 *Santolina chamaecyparissus*

Santolina chamaecyparissus L., Akdeniz bölgesinde yetişen yapraklarını dökmeyen bir çalıdır (Sala, vd., 1999; Garg, vd., 2001). Bu bitki analjezik, antienflamatuar, antiseptik, antispazmodik ve bakterisidal özelliklerinden dolayı halk arasında ilaç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bitkiden elde edilen uçucu yağlar antifungal özelliklere sahiptir (Boudoukha, vd., 2016).

Khubeiz ve Mansou (2016) yaptıkları bir çalışmada cleverger sistemi ile izole ettikleri *Santolina chamaecyparissus*'un esansiyel yağının bileşenlerini GC/MS ile tanımlamışlardır. Esansiyel yağın bileşenleri artemisia keton (%15.65), α -amorfen (%12.11), β -fellandren (%10.63), β -mirsen (%7.42) ve nootkatone (%6.97) olarak belirlenmiştir. Çalışmada esansiyel yağın gram-pozitif ve gram-negatif bakteriler ve farklı mantar türlerinin büyüme inhibisyonu üzerinde etkisini test etmişlerdir. Esansiyel yağın farklı derecelerde antibakteriyel ve antifungal aktivitesi olduğunu kanıtlamışlardır. Minimum inhibisyon konsantrasyonu ve minimum bakterisidal konsantrasyonunun sırasıyla 0.4 – 1.6 mg/ml ve 0.8 – 3.2 mg/ml arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Djeddi (2012) ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında *Santolina chamaecyparissus* bitkisinden elde edilen esansiyel yağın GC/MS ile uçucu yağ profilini çıkartmışlardır. Elde edilen uçucu yağın %91.7'sini oluşturan toplam 36 bileşik tespit edildiğini ve baskın olan bileşiklerin kamfor (%31.1) ve kubenol (%17.0) olduğunu bildirmişlerdir.

Ayrıca, esansiyel yağın *Klebsiella pneumonia* (34.1 ± 0.02 mm) ve *Candida albicans*'a (35.0 ± 0.01 mm) karşı güçlü antimikrobiyal etkisinin olduğu tespit etmişlerdir.

Culebras, vd. (2019) kitosan çözeltisine *Santolina chamaecyparissus* L. türünün ekstraktı eklenerek üretilen yenilebilir filmlerin peynir kaplanmasında kullanımını incelemişlerdir. Filmlere ekstraktların eklenmesinin kaplamaya antioksidan özellik kattığı, antifungal aktiviteyi artırdığı ve filmlerin bazı fiziksel özelliklerini iyileştirdiği gösterilmiştir.

2.6.2 *Schinus Molle*

Schinus Molle Güney Amerika'ya özgü tropikal ve ılıman bölgelerde yetişen yaprak dökmeyen bir ağaçtır (Alnawari, vd., 2018). Baharat kaynağı olarak bilinen popüler bitkiler arasında yer alan *Schinus* türleri, özellikle meyve kısımlarında bulunan keskin kokulu uçucu yağlara sahiptirler (Bendaoud, vd., 2010).

Schinus molle geleneksel tıpta, antibakteriyel ve antiseptik özellikleri nedeniyle çeşitli yara ve enfeksiyonların tedavisinde kullanılmıştır. Yapılan birçok çalışma yapraklarından elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal özellik gösterdiğini göstermiştir (Eryiğit, vd., 2017).

Eryigit, vd. (2017) yaptıkları çalışmada *Schinus molle*'nin esansiyel yağının kimyasal bileşimini GC-MS ile ve antimikrobiyal aktivitesini agar disk difüzyon testi ile belirlemişlerdir. Kimyasal bileşeninin ana yapısını sırasıyla α -felandren (%31.74), limonen (%16.82), β -felandren (%16.49) ve p-saymen (% 11.36) oluşturmaktadır. *Schinus molle* esansiyel yağının farklı bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu ancak antioksidan aktivitesinin ise zayıf olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, Mehani ve Segni, (2013) *Schinus molle*'nin esansiyel yağının antimikrobiyal aktivitesi olduğunu bildirmişlerdir.

2.6.3 *Eucalyptus globulus* (Okaliptüs)

Myrtaceae familyasına ait tıbbi bir bitki olan okaliptüs yapraklarını dökmeyen 40 metreye kadar boyu uzayabilen, antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliklere sahip bir esansiyel yağ kaynağıdır (Traoré, vd., 2014; Lin, vd., 2019).

Okaliptüs yağı, çeşitli monoterpenler, seskiterpenlerin ve aromatik fenollerin, oksitlerin, eterlerin, alkollerin, esterlerin, aldehitlerin ve ketonların oluşturduğu kompleks bir yapıdır fakat esansiyel yağın tam bileşimi ve oranı bitkinin türüne göre değişebilmektedir (Batish, vd., 2008).

Bachir ve Benali (2012) *Eucalyptus globulus* bitkisinden hidrodistilleme yöntemi ile elde edilen esansiyel yağın antimikrobiyal etkilerini *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı test etmişlerdir. Esansiyel yağın konsantrasyonuna bağlı olarak ölçülen inhibisyon zon çaplarının 8-26 mm arasında değiştiği belirtilmiştir.

Azadbakht, vd. (2018) kitosan bazlı filmlere *Eucalyptus globulus* esansiyel yağı (%0.5, %1.0 ve %1.5) ekleyip film hazırlamış ve dilimlenmiş sosisler üzerine kaplama yapmışlardır. Esansiyel yağ (%1.5) içeren kitosan filmin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* ve *Salmonella enteritidis*'e karşı sırasıyla 4.22, 3.98, 4.55 ve 4.71 log azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kootenaie, vd. (2016) okaliptüs esansiyel yağı ve α - tokoferol içeren kitosan kaplamanın gümüş sazan balık filetosunun kalitesi üzerinde etkilerini incelemişlerdir. Kitosan+esansiyel yağ, kitosan+esansiyel yağ+ α - tokoferol içerikli filmlerle kaplanmış filetoların toplam canlı sayısı sadece kitosanla kaplanmış örneklerden anlamlı derecede daha düşük saptanmıştır. Esansiyel yağ ile hazırlanan filmlere α - tokoferol eklenmesi lipid oksidasyonunu geciktirmiştir.

2.7 Yenilebilir Filmlerin Gıda Sistemine Uygulanması

Son yıllarda, birçok yenilebilir film oksijenin istenmeyen etkisine karşı hem yüksek nem (et, balık, meyve ve sebze) hem de düşük nem (fındık, fıstık vb.) içerikli ürünlerde koruyucu olarak test edilmiştir (Bonilla, vd., 2012).

Oluwaseun, vd. (2013) polisakkarit temelli (karboksimetil selüloz ve mısır nişastası) kaplamaların, 25-28 °C ortam sıcaklığında ve %83-95 bağıl nemde depolama sırasında salatalığın kalitesini koruma ve raf ömrünü uzatabilme üzerine araştırma yapmışlardır. Sonuçlar, kaplanmış salatalıklarda kaplanmamış olanlara kıyasla ağırlık kaybı, sertlik, pH, toplam çözünür madde, askorbik asit ve toplam mikrobiyal yükte önemli derecede azalma olduğunu göstermiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları ise kaplamaların

depolama süresi boyunca salatalığın görsel kalitesini koruduğunu ortaya koymuştur. Karboksimetil selüloz ve mısır nişastası kaplamasının depolama sırasında salatalıkların raf ömrünü 7 hafta uzatabileceği ifade edilmiştir.

Oksidatif değişiklikler, et ürünlerinde kalite kaybının yaşanmasında en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Oksidasyon, kas proteini ve yağlarda değişikliklere neden olabilir ve bu durum ürünlerin genel kalitesini belirleyen etin rengi, lezzeti ve yumuşaklığı üzerinde olumsuz etki yaratabilir. Bu yüzden, et endüstrisinde oksidatif bozulmaları önlemek amacıyla sentetik antioksidanların kullanılması yaygın bir uygulamadır. Ancak, son zamanlarda tüketicinin sentetik gıda koruyucularına karşı olumsuz algısından dolayı et ve et ürünlerinde bitki ekstraktları ve biyoaktif maddelerin kullanılmasına karşı artan bir ilgi bulunmaktadır. Bitki özleri ve biyomoleküller, et ürünlerinde lipid oksidasyonu, renk stabilitesi ve antioksidan aktivite üzerinde olumlu bir etkiye sahiptirler (Noor, vd., 2018).

Herzallah ve Holley (2015) karboksimetil selüloz (%2 w/v) ve sinigrin içeren yenilebilir filmler hazırlanmış ve *Escherichia coli* (*E. coli*) 0157:H7 ile kontamine edilmiş taze sığır etini kaplamışlardır. Karboksimetil selüloz ve karboksimetil selüloz+sinigrin filmleri ile örnekler kaplanmış ve vakumlu paketlerde 0, 5, 8, 12 ve 18 gün boyunca depolanmışlardır. *E. coli* 0157:H7, 8°C’de 5 gün sonra, karboksimetil selüloz+sinigrin filmi ile 4 log’a düşürüldüğünü göstermişlerdir. Bu çalışmalara ek olarak, farklı gıdalara (meyve, sebze, süt ve et ürünleri) uygulanmış farklı içerikteki çeşitli yenilebilir film ve kaplamalar Çizelge 2.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2 Gıda sistemine uygulanmış bazı yenilebilir filmler

Film veya Kaplama Materyali	Uygulanan Gıda Ürünü	Önemli Fonksiyonu	Referans
Peynir altı suyu proteini, kekik ve karanfil esansiyel yağı	Tavuk göğsü filetosu	Raf ömrünü uzatmak ve mikrobiyal yükü azaltmak	(Pan, vd., 2014)
Askorbik asit ve kazeinat	Sığır eti	Mikrobiyal yükü azaltmak	(Lacroix, vd., 2004)

Aljinat, sodyum askorbat ve sitrik asit	Buffola et köftesi	TBA artışını önlemek	(Chidanandaiah ve Sanyal, 2009)
Kitosan, balık yağı ve E vitamini	Balık filetosu	TBA artışını önlemek	(Duan, vd., 2010)
Sodyum kazeinat ve kekik esansiyel yağı	Arjantin peyniri	Mikrobiyal yükü azaltmak	(Álvarez, vd., 2019)
Peynir altı suyu proteini, sorbitol, gallik asit, transglutaminaz ve pektin	Taze elma, havuç, patates	Ağırlık kaybını azaltmak, tekstürel ve duyusal özellikleri iyileştirmek	(Sauced, vd., 2017)
Kitosan, biberiye, soğan, sarımsak ve karvakrol	Balkabağı	Peroksidaz ve polifenloksidaz aktivitelerini engellemek	(Ponce, vd., 2008)
Ginseng ve guar zankı	Kiraz	Ürün kalitesini korumak	(Dong ve Wang, 2018)
Kitosan ve jelatin	Kırmızı dolmalık biber	Ağırlık kaybını azaltmak ve tekstürel özellikleri korumak	(Povereno, vd., 2014)
Kitosan ve limon yağı	Üzüm	Mikrobiyal yükü azaltmak ve ürün kalitesini korumak	(Oh, vd., 2017)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyaller

3.1.1 Bitki Materyali

Santolina chamaecyparissus, *Schinus molle* ve *Eucalyptus globulus* bitkileri, Eylül 2019 tarihinde Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüsünden toplanmıştır. Toplanan bitkiler Biyoloji bölümünden Doç. Dr. Fuat BOZOK tarafından teşhis edilmiştir.

3.1.2 Film Materyali

Film yapımında kullanılan karboksimetil selüloz (CMC) Smart Kimya'dan (Türkiye) temin edilmiştir.

3.1.3 Kimyasal Malzemeler

Folin-Ciocalteu reaktifi, sodyum karbonat (Na_2CO_3), gallik asit, sodyum klorür, 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), troloks, demir klorür (FeCl_3), 2,4,6-Tris (2-piridril)-s-triazin (TPTZ), sodyum asetat, metanol, Tween 80, gliserol ve peptonlu su Merck'ten (Almanya) temin edilmiştir.

3.1.4 Mikroorganizmalar

Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Bacillus subtilis* Çukurova Üniversitesi Biyoloji Bölümü Bakteriyoloji laboratuvarından temin edilmiştir.

3.1.5 Besiyerleri

Tyriptic soy broth (TSB), Tyriptic Soy Agar (TSA), D(+)- glukoz, Nutrient Broth (NB) ve Plate Count Agar (PCA) Merck'ten temin edilmiştir.

3.1.6 Et

Çalışmada kullanılan tavuk göğüs etleri (Beypiliç) Osmaniye'de bulunan bir marketten satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Esansiyel Yağ İzolasyonu

Santolina chamaecyparissus, *Schinus molle* ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinin yapraklarından esansiyel yağlar mikrodalga destekli Clevenger sistemiyle herhangi bir çözücü kullanılmadan elde edilmiştir.

Esansiyel yağlar, 500 ml'lik cam balonlara koyulan bitki örneklerinden (200-300 gram) 340 W mikrodalga gücünde 30 dakika boyunca izole edilmiştir. Elde edilen esansiyel yağlar, film hazırlama işlemine kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir (Süfer, vd., 2019).

3.2.2 Esansiyel Yağların GC-MS analizi

Esansiyel yağın uçucu bileşikler analizi, Çukurova Üniversitesi Çümlerlab'ta alev iyonizasyon detektörü içeren 7000 Series Triple Quad GC-MS cihazı (Agilent, ABD) ile gerçekleştirilmiştir.

Uçucu bileşikler, kapiler kolon (HP-5MS, 30 m uzunluk x 0.25 mm çap x 0.25 µm kalınlık) ile ayrılmıştır. Kolon sıcaklığı, 3 °C/dakika olarak 50 °C'den 240 °C'ye artırılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1 ml/dakika ile helyum kullanılmıştır (Dashipour, vd., 2014). MS koşulları, iyonizasyon enerjisi 70 eV, kütle spektrası 50-600 m/z ve iyon kaynağı sıcaklığı 290 °C olarak ayarlanmıştır. Uçucu bileşikler, alıkonma indeksleri ve kolon üzerindeki kütle spektralarının Wiley veri tabanındaki referans spektra ile karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.

3.2.3 Esansiyel Yağlarda ve Filmlerde Toplam Fenolik Madde İçeriği Tayini

Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Esansiyel yağlar metanol içerisinde 50g/l olacak şekilde hazırlanmıştır (Martos, vd., 2009). Dashipour, vd. (2015) tarafından belirtilen metoda göre esansiyel yağ eklenmiş film örneklerinden ekstraktlar hazırlanmıştır. Analizde, 50 mg film örneği %80 metanol ile 5 ml'ye tamamlanmış ve 11000 rpm'de 5 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra 16000 rpm'de 5 °C'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra filtre kağıdından geçirilmiş ve ekstraktlar hazırlanmıştır.

Analizde, 0.5 ml esansiyel yağ örneğine veya film ekstraktına 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiştir. Daha sonra, 3 ml %10 Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiştir, oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Absorbans değerleri, spektrofotometrede (Sp-3000 nano, Optima, Japonya) 760 nm’de ölçülmüştür (Li, vd., 2015).

Toplam fenolik madde içeriği gallik asit kalibrasyon eğrisi (Şekil B.1) kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri/l (mg GAE/l) olarak belirtilmiştir.

3.2.4 Esansiyel Yağlarda ve Filmlerde Antioksidan Aktivite Tayini (DPPH Metodu)

Esansiyel yağların antioksidan aktivitesi, DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi kullanılarak belirlenmiştir (Aghraz, vd., 2018). Esansiyel yağların metanolik dilüsyonları 5-50 g/L konsantrasyonlarında hazırlanmıştır (Martos, vd., 2009). Daha sonra, 0.1 ml esansiyel yağ örneğine veya film ekstraktına 2 ml 0.06 mM DPPH çözeltisi (%100 metanolde) eklenmiştir. Örnekler, oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra absorbans değerleri spektrofotometrede (Sp-3000 nano, Optima, Japonya) 517 nm’de ölçülmüştür. (Aghraz, vd., 2018).

$$\%İnhibisy = \frac{\text{Absorbans DPPH} - \text{Absorbans Örnek}}{\text{Absorbans DPPH}} * 100 \quad (3.1)$$

Ortamdaki serbest radikallerin %50’sini süpürmek için gerekli olan antioksidan aktivite IC₅₀ değeri denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Martos, vd., 2009).

3.2.5 Esansiyel Yağlarda Antimikrobiyal Aktivite Tayini

3.2.5.1 Mikroorganizmaların Canlandırılması

Escherichia coli, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus*’un inkübasyonu ve inokülasyonu (Unluturk, vd., 2015)’e göre gerçekleştirilmiştir.

Gliserol stok çözeltisi içerisinde -80 °C’de bulunan mikroorganizmalar steril öze ile 10 ml Nutrient Broth içerisine ekilmiş ve 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra, 0.1 ml Nutrient Broth 100 ml’lik TSB ortamına (%0.75 (w/v) glikoz eklenmiş)

aktarılmış ve 37 °C’de 24 saat statik inkübasyon uygulanmıştır. Mikroorganizma kültürleri 3000 rpm’de 15 dakika santrifüjlenip süpernatant uzaklaştırılmıştır. Elde edilen mikroorganizma kültürlerine 1 ml steril tamponlanmış peptonlu su eklenerek 30 saniye vortekslenmiş ve sonuç olarak 10^{6-7} kob/ml mikroorganizma bulunan stoklar hazırlanmıştır.

3.2.5.2 Disk Difüzyon Yöntemi

Esansiyel yağların ve esansiyel yağ içeren filmlerin antimikrobiyal etkileri disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir (Stanko, vd., 2010). Öncelikle, analizde kullanılan TSA besiyeri üretici firmanın talimatına uygun şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan TSA 121 °C’de 15 dakika otoklavlanmış ve 20 ml olacak şekilde petri kaplarına (90 mm) dökülmüştür. TSA katılaştıktan sonra, 0.4 McFarland bulanıklık standardına göre ayarlanmış 100 µL bakteri kültürü petri kaplarına yayılmıştır. İnokule edilmiş olan besiyerleri oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir.

Esansiyel yağın antimikrobiyal etkisini belirlemek için, 3 adet boş antibiyotik disk (6 mm çap) (Bioanalyse, Almanya) petri kabına yerleştirilmiştir. Daha sonra, tüm disklere 12 µL esansiyel yağ eklenmiştir. Pozitif kontrol (Gentamisin, Genta 160 mg) ve negatif kontrol (boş disk) ayrı petri kaplarına eklenmiş ve hazırlanan tüm petri kapları 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir.

Esansiyel yağ içeren filmlerin antimikrobiyal etkisini incelemek için, daha önceden steril edilmiş 6 mm çapında cork borer ile çıkarılan 3 adet film diski petri kaplarına yerleştirilmiştir. Hazırlanan petriler, 37 °C’de 24 saat ve 48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon süresi sonunda esansiyel yağ örneklerinin ve film disklerinin etrafında oluşan inhibisyon zon çapları ölçülmüş ve aynı petri üzerindeki paralellerin ortalama değeri hesaplanarak mm olarak belirlenmiştir.

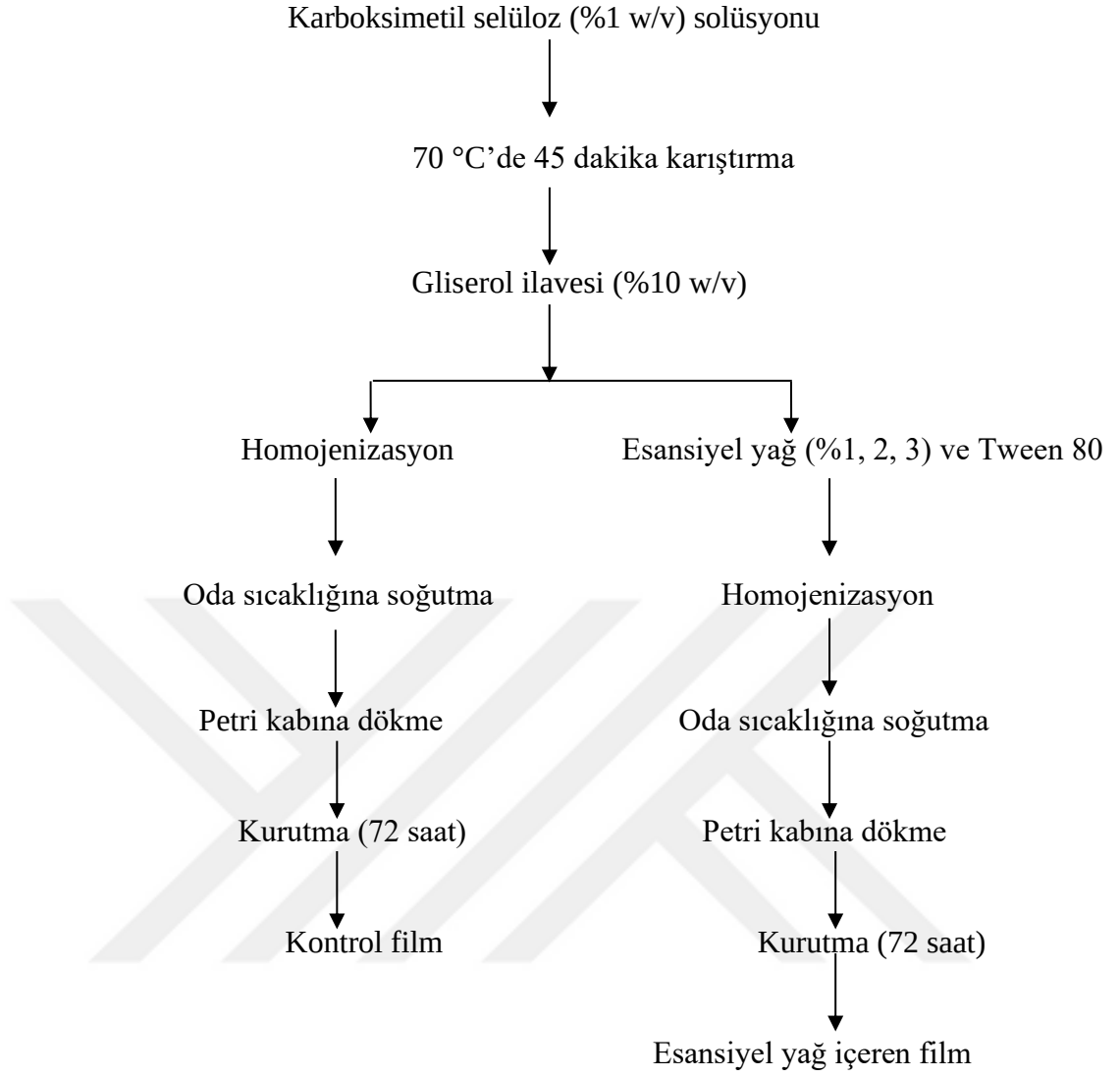
3.2.6 Yenilebilir Filmin Hazırlanması

Karboksimetil selüloz bazlı film hazırlığı Dashipour, vd. (2015) ve Laith, vd. (2019) göre yapılmıştır. Kontrol ve esansiyel yağ içeren film üretimi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Kontrol filmleri (%0 esansiyel yağ), karboksimetil selülozun (%1 (w/v)) saf su içerisinde 70 °C’de 45 dakika karıştırılması ve takiben gliserol (%10 (v/v)) eklenmesiyle hazırlanmıştır. Hazırlanan solüsyon 10000 rpm’de 3 dakika homojenize edilmiştir (T18 digital ultra turrax, IKA, Almanya). Solüsyon oda sıcaklığına soğutulduktan sonra 20 ml olarak petri kaplarına (90 mm) dökülmüş ve oda sıcaklığında 72 saat kurumaya bırakılmıştır.

Esansiyel yağ içeren fimler, kontrol filmleriyle aynı şekilde hazırlanmıştır. Kontrol film üretim aşamalarına ek olarak, homojenizasyon öncesi solüsyona %1, 2 ve 3 (v/v) esansiyel yağ ve %0.3 Tween 80 (v/v-esansiyel yağ) eklenmiştir. Filmler %48 bağıl nemde (RH) 48 saat bekletildikten sonra karakterizasyon için kullanılmıştır. *Santolina chamaecyparissus*, *Schinus molle*, ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmler içerdikleri %1, %2 ve %3 v/v yağ miktarına bağlı olarak sırasıyla S1, S2 ve S3; SM1, SM2 ve SM3; E1, E2 ve E3 olarak kodlanmış ve tezin diğer kısımlarında bu şekilde ifade edilmiştir.

Kontrol ve esansiyel yağ uygulanan gruplara ait film üretimi Şekil 3.1’de şematize edilmiştir.



Şekil.3.1 Karboksimetil selülöz kontrol filmi ve esansiyel yağ içeren karboksimetil selülöz filmi hazırlık aşamaları

3.2.7 Filmlerin Fiziksel Özellikleri

3.2.7.1 Kalınlık

Filmlerin kalınlıkları 5 farklı yerinden mikrometre (Insize, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin ortalaması alınarak film kalınlığı belirlenmiştir (Valizadeh, vd., 2019).

3.2.7.2 Nem İçeriği

Filmlerin nem içeriği analizi Crizel, vd. (2018)'e göre yapılmıştır. Her film örneğinden kareler (2 cm x 2 cm) kesilip tartılmıştır. Daha sonra, 105  C'de 24 saat etüvde (Memmert UN55, Almanya) sabit tartıma getirilen filmler yeniden tartılmıştır. Nem içeriği (%) Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Nem içeriği (\%)} = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100 \quad (3.2)$$

M_i başlangıçtaki filmlerin ağırlığı ve M_f ise sabit tartıma getirilen filmlerin ağırlığıdır.

3.2.7.3 Su znrlğ

Filmlerin su çözünürlüğü analizi Crizel, vd. (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Analizde, filmler 2 cm x 2 cm boyutlarında kesilerek 105  C'de 24 saat etüvde (Memmert UN55, Almanya) kurutulmuş ve sonra filmler tartılmıştır. Ardından, filmler 50 mL distile su içerisine daldırılıp 25  C'de 24 saat boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra, çözünmeyen film parçaları 105  C'de 24 saat kurutulup tartılmıştır. Filmlerin su znrlğ Denklem 3.3 ile hesaplanmıştır.

$$\text{Suda znrlk (\%)} = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100 \quad (3.3)$$

M_i filmlerin kurutulmasından sonraki ağırlığı, M_f ise filmlerin suda çözünmeyen kısımlarının kurutulması sonrası tartılan ağırlıklarıdır.

3.2.7.4 Su Buharı Geçirgenliği

Filmlerin su buharı geçirgenliği (WVP) Erdem, vd., (2019)'e göre gerçekleştirilmiştir. Filmler (90 mm çap), silika jel (RH=%0) ile doldurulmuş cam test kaplarının (50 mm çap) zerine yerleştirilmiş ve tartılmıştır. Daha sonra, cam test kapları doymuş sodyum klorür zeltisi (RH=%75) içeren desikatöre konulmuştur. Filmlerin ağırlıkları 24 saat sonunda llmştir. WVP, Denklem 3.4 ile hesaplanmıştır.

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = \frac{\Delta m}{(\Delta t) \cdot (\Delta p) \cdot (A)} * d \quad (3.4)$$

Denklemden ifade edilen; $\Delta m/\Delta t$ filmin zamana bağlı ağırlık (g/saat) değişimini, d filmin kalınlığını (mm), A filmin yüzey alanını (cm^2), Δp basınç farkını (kPa) ifade etmektedir. Δp Denklem 3.5 ile hesaplanmıştır.

$$\Delta p = S(R1 - R2) \quad (3.5)$$

Burada; S 25 °C'deki suyun doymuş buhar basıncı (3.168kPa), $R1$ desikatör ortamının bağıl nemini ve $R2$ tüpün iç kısmının bağıl nemini ifade etmektedir.

3.2.7.5 Renk

Filmlerin L^* (açıklık), a^* (kırmızılık-yeşillik) ve b^* (sarılık-mavilik) değerleri renk ölçüm cihazı (CR-400, Konica minolta, Japonya) ile belirlenmiştir. Bu değerler, her filmin 5 farklı yerinden alınan ölçümlerle saptanmıştır. ΔE , beyazlık (BI) ve sarılık indeksi (SI) Denklem 3.6, 3.7 ve 3.8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2} \quad (3.6)$$

$$BI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)} \quad (3.7)$$

$$SI = \frac{142.86 \cdot b}{L} \quad (3.8)$$

3.2.7.6 Opaklık

Filmlerin opaklık değerleri Crizel, vd., (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Dikdörtgen film şeritleri (4.5 cm uzunluk ve 1.2 cm genişlik) kuvarz küvetlere yerleştirilip absorbans değerleri spektrofotometrede (Sp-3000 nano, Optima, Japonya) 600 nm'de ölçülmüştür. Opaklık, Denklem 3.9 ile hesaplanmıştır.

$$\text{Opaklık değeri} = \frac{A_{600}}{x} \quad (3.9)$$

Denklemden belirtilen A_{600} 600 nm'deki ölçülen absorbans değeri ve x filmin kalınlığını (mm) belirtmektedir.

3.2.8 Filmlerin Mekanik Özellikleri

ASTM standart metod D882'ye (ASTM, 1993) göre filmlerin gerilme direnci ve yüzde uzamasının saptamak için Texture Analyzer (TA-XT2i, Stable Microsystems, Godalming, UK) kullanılmıştır.

Mekanik özellikler 4 ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Gerilme direnci ve kopmadaki yüzde uzama değerleri Denklem 3.10 ve 3.11 kullanılarak bulunmuştur.

$$TS = \frac{N}{A} \quad (3.10)$$

N, filmin kopması için uygulanan maksimum kuvvet ve A filmin kesit alanını ifade etmektedir.

$$\%El = \frac{\Delta f - \Delta i}{\Delta i} * 100 \quad (3.11)$$

Δi başlangıç uzaklığını ve Δf kopma anındaki uzaklığı tanımlamaktadır.

3.2.9 Filmlerin Mikroyapısal Özellikleri

Filmlerin yüzey ve kesit alanlarının morfolojisi taramalı elektron mikroskobu (Zeiss Evo 50, Almanya) kullanılarak incelenmiştir. Film örnekleri EMS-550 püskürtme kaplayıcısında (Electron Microscopy Sciences, ABD) altın palladyum (Au/Pd) ile 0.5 nm kalınlığında kaplanmıştır. Film örnekleri 15 kV hızlanma geriliminde gözlemlenmiştir. Film yüzeylerinin ve kesit alanlarının dijital mikrografileri 500x, 1000x ve 3000x büyütülmesiyle elde edilmiştir.

3.2.10 Esansiyel Yağlı Yenilebilir Filmlerin Tavuk Etlerine Uygulanması

Santolina chamaecyparissus, *Schinus molle* ve *Eucalyptus globulus* bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla üretilen yenilebilir filmlerin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri göz önünde bulundurulduğunda, %3 esansiyel yağ içeren filmler tavuk göğüs etine uygulamak için seçilmiştir.

Tavuk göğüs etleri steril ortamda dikdörtgen parçalara (genişlik 5 cm, uzunluk 8 cm ve kalınlık 1.5 cm) ayrılmıştır.

S3, SM3, E3 ve kontrol filmleri tavuk göğüs etlerinin ön ve arka yüzeylerine uygulanmıştır. Herhangi bir film uygulaması yapılmayan tavuk göğüs etleri de kontrol olarak belirlenmiştir. Tüm tavuk göğüs eti numuları kilitli poşetler içerisinde (Kloroplast) +4 °C’de 5 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Taze tavuk etlerinin raf ömrü kısa olduğu için depolama süresince 0, 1, 3 ve 5. günlerde analizler yapılmıştır (Takma, vd., 2019).

3.2.11 Kaplanmış Tavuk Etinde Yapılan Analizler

3.2.11.1 pH Değeri

Tavuk eti örneklerinden 5 g alınıp üzerine 50 ml saf su ilave edilip 1 dakika boyunca homojenize edilen örneklerden pH değerleri ölçülmüştür (Sogut, vd., 2018).

3.2.11.2 Renk Tayini

Tavuk eti örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE , Kroma (C) ve Hue (H°)) değerleri renk cihazı (CR-400, Konica minolta, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. 0. günde ölçülen değerler ΔE hesaplanmasında referans olarak kabul edilmiştir. Renk değerleri denklem 3.6, 3.12 ve 3.13 eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

$$\text{Kroma}(\sqrt{a^2 + b^2}) \quad (3.12)$$

$$\text{Hue}(H^\circ) = \tan^{-1} \frac{(a)}{(b)} \quad (3.13)$$

3.2.11.3 Mikrobiyolojik Analiz

Tavuk eti örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri sayımı yapılmıştır. Herbir kaplanmış ve kontrol tavuk etinden 10 g steril kabin içerisinde örnek tartılmıştır. Tartılan örnek üzerine 90 ml steril peptonlu su ilave edilip stomacher (IUL-Masticator, İspanya) ile homojenize edilmiştir. Daha önce hazırlanmış olan Plate Count Agar (PCA) üzerine yayma yöntemi ile ekim yapıp 24 saat 37 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda sayma işlemi yapıp sonuçlar kaydedilmiştir.

3.2.11.4 Duyusal Analiz

Çiğ tavuk eti örnekleri; renk, koku, genel görünüş ve genel beğeni durumu olarak önceden eğitilmiş uzman 9 panelist tarafından 0,1, 3 ve 5.günlerde değerlendirilmiştir. Puanlama 5 puan üzerinden yapılmıştır: 1-Çok kötü, 2-Kötü, 3-Orta, 4-İyi ve 5-Çok iyi şeklinde değerlendirme yapılmıştır (Noori, vd., 2018).

3.2.12. İstatistiksel Analiz

Çalışmada kullanılan esansiyel yağların kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları ile film örneklerinin fiziksel, kimyasal, mekanik ve mikrobiyolojik analiz sonuçları tek ve iki yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamaların anlamlı farklılıklarını ($p < 0.05$) belirlemek için Duncan test kullanılmıştır. Tüm veriler istatistik program SPSS (deneme versiyonu) kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm analizler 3 tekrür ve 3 paralel gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Esansiyel Yağların Kimyasal Kompozisyonu

Santolina chamaecyparissus esansiyel yağının kimyasal kompozisyonunda 33 farklı bileşik saptanmıştır (Çizelge 4.1). Bu bileşiklerden Artemisia (%30.61) ve (+)-2-Bornanone (%21.59), β -Phellandrene (%9.15), Camphene (%5.83), α -Bisabolol (%4.78), β -Myrcene (%4.12), Sabinen (%3.47) ve β -Pinene (%3.05) *Santolina chamaecyparissus*'un temel bileşenleri olarak belirlenmiştir. Türkiye'de yetişen *Santolina chamaecyparissus*'un (Alanya) ana bileşenleri Artemisia keton (%38.1), Camphor (%11.7), β -Phellandrene (%9.2), α -Bisabolol (%6.6) ve Myrcene (%4.3) olarak saptanmıştır (Demirci, vd., 2000). Ayrıca, Suriye'de yetişen *Santolina chamaecyparissus*'un kimyasal kompozisyonunda ise Artemisia keton (%15.65), α -Amorphene (%12.11), β -Phellandrene (%10.63), β -Myrcene (%7.42), Sabinene (%3.54) ve β -Pinene (3.42%) ana bileşenler olarak gösterilmiştir (Khubeiz, vd., 2016). Bu çalışmalarda *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının temel bileşenleri çalışmamızda kullanılan esansiyel yağın ana bileşenlerine benzer bulunmuştur ancak yağların genel kimyasal kompozisyonunda ve % oranlarında farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklar bitkinin kökeni, ekolojik ve genetik faktörler ve de izolasyon metoduyla ilişkilendirilebilir (Khubeiz ve Mansour, 2016).

Çizelge 4.1 *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının uçucu bileşik kompozisyonu

No	RT	Bileşikler	%Area
1	5.56	Santolina triene	2.14
2	5.95	Tricyclene	0.30
3	6.29	α -Pinene	1.18
4	6.74	Camphene	5.83
5	7.54	Sabinen	3.47
6	7.63	β -Pinene	3.05
7	8.16	β -Myrcene	4.12
8	8.48	3,6-Heptadien-2-ol, 2,5,5-trimethyl-, (E)-	1.64
9	8.59	α -Phellandrene	0.20
10	9.04	1,5,5-Trimethyl-6- methylene-cyclohexene	0.18
11	9.34	o-Cymene	0.29

12	9.51	2-Thujene/ β -Phellandrene	9.15
13	9.71	(E)-4,8-Dimethylnona-1,3,7-triene	0.28
14	10.89	Artemisia	30.61
15	11.03	4-Thujanol/cis-Sabinene hydrate	0.17
16	11.16	Hotrienol/cis-3-Hexenyl iso-butyrate	0.74
17	11.71	Artemisia alcohol	0.92
18	11.84	Terpinolene	2.25
19	12.03	trans-Verbenol/2-Isopropenyl-5-methylhex-4-enal	0.20
20	13.39	Nerolidol	0.33
21	13.97	L-Pinocarveol	0.36
22	14.17	(+)-2-Bornanone	21.59
23	14.90	Pinocarvone	0.38
24	15.12	endo-Borneol	1.84
25	15.94	p-Cymen-8-ol	0.36
26	16.16	3-Methyl-2-butenic acid, tridec-2-ynyl ester	0.55
27	16.34	Myrtenal	0.52
28	16.49	(-)-Myrtenol	0.20
29	18.24	3-Methyl-2-butenic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	0.29
30	28.17	Germacrene D/ α -Cubebene	1.61
31	31.65	Bergamotol, Z α -trans-	0.24
32	32.05	Caryophyllene oxide	0.25
33	35.87	α -Bisabolol	4.78

Schinus molle'nin kimyasal kompozisyonunda 40 farklı bileşik saptanmıştır (Çizelge 4.2). α -Phellandrene (%23.95), D-Limonene (%17.13), Elemol (%11.29), Bicyclogermacrene (%10.70), β -Myrcene (%8.15) ve α -Pinene (%4.08) *Schinus molle*'nin ana bileşenleri olarak tanımlanmıştır. Başka bir çalışmada, *Schinus molle*'nin yapraklarından (İzmir, Türkiye) elde edilen esansiyel yağın ana bileşenleri α -Phellandrene (%45.69), β -Phellandrene (%13.60), Limonene (%13.40), ve α -Pinene

(%4.11) olarak bulunmuştur (Eryigit, vd., 2017). Portekiz’de yetişen *Schinus molle*’nin yapraklarından elde edilen esansiyel yağın kimyasal kompozisyonuna bakıldığında temel bileşenler α -Phellandrene (%25.9), Limonene (%11.7), β -Myrcene (%11.1), β -Phellandrene (%10.5) ve Elemol ((%9.0) olarak bulunmuştur (Martins, vd., 2013). Çalışmamızda kullanılan *Schinus molle* esansiyel yağının ana bileşenlerinin Portekiz’de yetişen *Schinus Molle*’den elde edilen esansiyel yağın temel bileşenleriyle daha iyi uyum sağladığı görülmüştür.

Çizelge 4.2 *Schinus molle* esansiyel yağının uçucu bileşik kompozisyonu

No	RT	Bileşikler	%Area
1	6.29	α -Pinene	4.08
2	7.54	Sabinen	0.39
3	7.63	β -Pinene	0.14
4	8.16	β -Myrcene	8.15
5	8.65	α -Phellandrene	23.95
6	9.35	p-Cimene	1.54
7	9.53	D-Limonene	17.13
8	9.59	Eucalyptol	0.35
9	11.84	Terpinolene	0.24
10	12.37	Linalool	0.36
11	20.71	Thymol	0.18
12	21.07	Carvacrol	0.43
13	22.35	Elemene isomer	0.54
14	23.16	2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-	0.15
15	24.65	β -Elemene	1.24
16	25.31	α -Gurjunene	0.53
17	25.69	Caryophyllene	1.08
18	26.32	γ -Elemene	0.50
19	26.47	Aromandendrene	0.18
20	27.05	Humulene	0.47
21	27.34	Alloaromadendrene	0.25
22	28.17	Germacrene D	0.64
23	28.80	Bicyclogermacren	10.70
24	28.98	α -Muurolene	0.21
25	29.11	β -Elemene	0.33

26	29.49	γ -Cadinene	0.13
27	29.59	Cubebol	0.22
28	29.72	6-epi-shyobunol	0.18
30	29.88	δ -Cadinene	1.09
31	30.92	Elemol	11.29
32	31.07	Germacrene B	2.04
33	31.50	Palustrol	0.12
34	31.84	Germacrene D-4-ol	1.33
35	32.41	Viridiflorol	0.17
36	33.91	γ -Eudesmol	0.88
37	34.31	α -acorenol	0.22
38	34.56	β -Eudesmol	1.47
39	34.67	α -Eudesmol	1.51
40	36.06	Shyobunol	3.07

Eucalyptus globulus'un kimyasal kompozisyonunda 23 farklı bileşik gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Bunlardan Eucalyptol ya da 1,8-Cineol (%69.32) ve α -Pinene (%6.72) *Eucalyptus globulus* esansiyel yağının ana bileşenleridir. Cezayir'de yetişen *Eucalyptus globulus*'un esansiyel yağında baskın olan bileşikler 1,8-Cineole (%55.29) ve α -Pinene (%4.61) olarak saptanmıştır (Harkat-Madouri, vd., 2015). Başka bir çalışmada Fas'ta yetişen *Eucalyptus globulus*'un esansiyel yağında ana bileşikler 1,8-Cineole (%79.85) bulunmuştur (Ait-Ouazzou, vd., 2011). Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

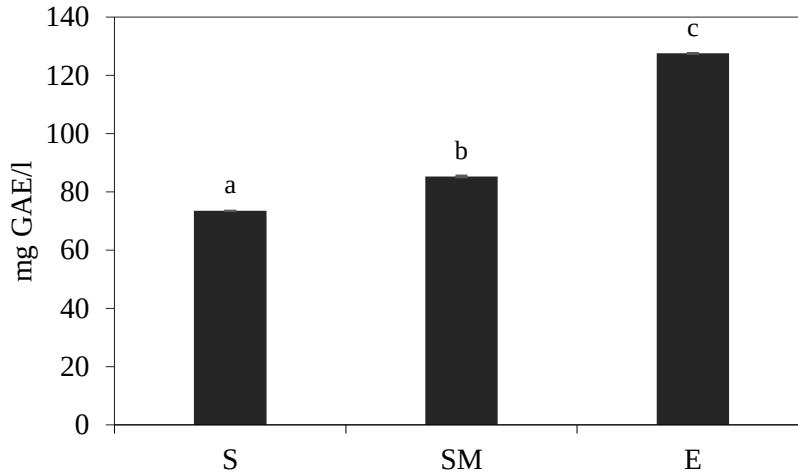
Çizelge 4.3 *Eucalyptus globulus* esansiyel yağının uçucu bileşik kompozisyonu

No	RT	Bileşik	%Area
1	6.29	α -Pinene	6.72
2	7.63	β -Pinene	0.44
3	8.15	β -Myrcene	0.35
4	8.60	α -Phellandrene	1.00
5	9.38	o-Cymene	2.77
6	9.67	Eucalyptol	69.32
7	10.67	γ -Terpinene	0.61
8	11.84	Terpinolene	0.99
9	12.61	Apple oil	0.48

10	13.92	L-Pinocarveol	1.31
11	14.90	Pinocarvone	0.35
12	15.64	cis-Sabinene hydrate	2.95
13	15.95	p-Cymene-8-ol	0.42
14	16.08	p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	0.91
15	16.17	α -Terpineol	2.16
16	17.81	cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol	1.59
17	22.92	Terpinyl acetate	0.89
18	26.47	Aromandendrene	1.74
19	27.34	Alloaromadendrene	0.51
20	31.20	Epiglobulol	0.57
21	32.12	(-)-Globulol	2.90
22	32.41	Viridiflorol	0.52
23	33.57	β -Selinenol	0.49

4.2 Esansiyel Yağların Toplam Fenolik Madde İçeriği

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinin toplam fenolik madde içeriği Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



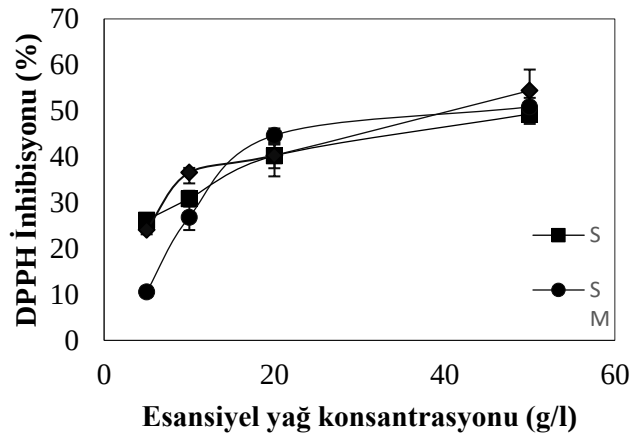
Şekil 4.1 Esansiyel yağların toplam fenolik madde içeriği

Santolina chamaecyparissus’un ve *Schinus Molle*’nin esansiyel yağının toplam fenolik madde içeriği 73.47 ± 0.002 mg GAE/g l ve 85.29 mg GAE/g l olarak saptanmıştır. Literatürde *Santolina chamaecyparissus* ve *Schinus Molle* esansiyel

yağlarının toplam fenolik madde içeriği üzerine araştırmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmalarda bitkilerin ekstraktlarının fenolik madde içeriği değerlendirilmiştir. *Santolina chamaecyparissus*'un yaprakları kullanılarak elde edilen metanol ekstraktın toplam fenolik madde içeriği 156.4 mg GAE/g ekstrakt (Boudoukha, vd., 2019), sulu ekstraktın ve etanol ekstraktın toplam fenolik madde içeriği ise sırasıyla 86.14 ± 2.30 µg GAE/mg ekstrakt ve 108.61 µg GAE/g ekstrakt (Messaoudi, vd., 2018) olarak bulunmuştur. *Schinus Molle* meyvesinden elde edilen etanol ve metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 82.5 ± 1.6 mg GAE/g KM ve 86.2 ± 2.3 mg GAE/g KM olarak bulunmuştur (Abir, vd., 2016). *Eucalyptus globulus* yapraklarının etanol ekstraktının toplam fenolik madde içeriği 235.87 mg GAE/g KM olarak saptanmıştır (Dezsi, vd., 2015).

4.3 Esansiyel Yağların Antioksidan Aktiviteleri (DPPH metodu)

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinin DPPH inhibisyonu (%) Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Esansiyel yağ konsantrasyonunun artmasıyla (5-50 g/l) DPPH inhibisyonunda artış gözlenmiştir. S, SM ve E esansiyel yağlarının DPPH IC₅₀ değerleri sırasıyla 49.20 g/l, 43.17 g/l ve 40.40 g/l olarak bulunmuş ve en yüksek antioksidan aktiviteyi E esansiyel yağının gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Esansiyel yağların antioksidan aktivitesi (DPPH metodu)

Santolina africana esansiyel yağının DPPH IC₅₀ değeri <1.13 mg/ml olarak saptanmıştır (Boudjedjou, vd., 2019). Başka bir çalışmada ise *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağı 1000 mg/l konsantrasyonda 3.47 ± 0.25 DPPH

inhibisyonu göstermiş ve inhibisyonun çok düşük olmasından dolayı IC₅₀ değeri bildirilmemiştir. Ancak *Santolina chamaecyparissus* etanol ekstraktının DPPH IC₅₀ değeri 257.76±0.75mg/l olarak bulunmuştur (Chirane, vd., 2019). Başka bir çalışmada *Santolina chamaecyparissus* metanol ekstraktının DPPH IC₅₀ değeri 8.02 µg/ml olarak belirtilmiştir (Boudoukha, vd., 2018).

Schinus molle esansiyel yağının DPPH IC₅₀ değeri 3697.6±104.0 mg/l olarak belirtilmiştir (Bendaoud, vd. 2010). *Schinus molle* yapraklarının, sapının ve meyvelerinin esansiyel yağının DPPH IC₅₀ değerleri sırasıyla 3586.9±119.0, 3559.2±122.0 ve >10000 olarak bulunmuştur (Abir, vd., 2016).

Eucalyptus globulus esansiyel yağının DPPH IC₅₀ değeri 115.39 mg/ml olarak bulunmuştur (Harkat-Madouri, vd., 2015). *Eucalyptus globulus* yapraklarının esansiyel yağının DPPH IC₅₀ 33.72 (v/v) olduğunu bildirmişlerdir (Mishra, vd., 2010).

4.4 Esansiyel Yağların Antimikrobiyal Aktiviteleri

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinin esansiyel yağlarının gram-negatif bakteriler (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella typhi*) ve gram-pozitif bakteriler (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*) üzerinde antimikrobiyal aktiviteleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3-4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Esansiyel yağların disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitesi
(İZÇ: İnhibisyon zon çapı, mm)

Esansiyel yağ	İZÇ (mm)					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. typhi</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>S. aureus</i>
S	19.50 ^{aA} ±3.50	16.25 ^{bA} ±1.25	19.00 ^{bA} ±4.00	20.00 ^{cA} ±5.00	19.25 ^{bA} ±6.75	17.50 ^{cA} ±2.50
SM	19.75 ^{aB} ±0.25	0.00 ^{aA} ±0.00	5.00 ^{aA} ±5.00	19.00 ^{bB} ±1.00	5.00 ^{aA} ±5.00	0.00 ^{aA} ±0.00
E	19.00 ^{aD} ±0.00	16.50 ^{cB} ±0.05	19.50 ^{bD} ±0.5	18.00 ^{aC} ±1.00	19.50 ^{cD} ±0.50	14.00 ^{bA} ±0.0

Farklı küçük ve büyük harfler sırasıyla aynı sütunda ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

E.coli, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *B.subtilis*, *E. faecalis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarının üzerinde en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olan

esansiyel yağlar sırasıyla SM (19.75 ± 0.25 mm), E (16.50 ± 0.05), E (19.50 ± 0.50), S (20.00 ± 5.00 mm), E (19.50 ± 0.5 mm) ve S (17.50 ± 2.50) olarak bulunmuştur.

SM esansiyel yağı *S. aureus* ve *P. aeruginosa* üzerinde antimikrobiyal etki göstermemiştir. Esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitelerinde önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge Ek A.3-7, yatay-dikey).

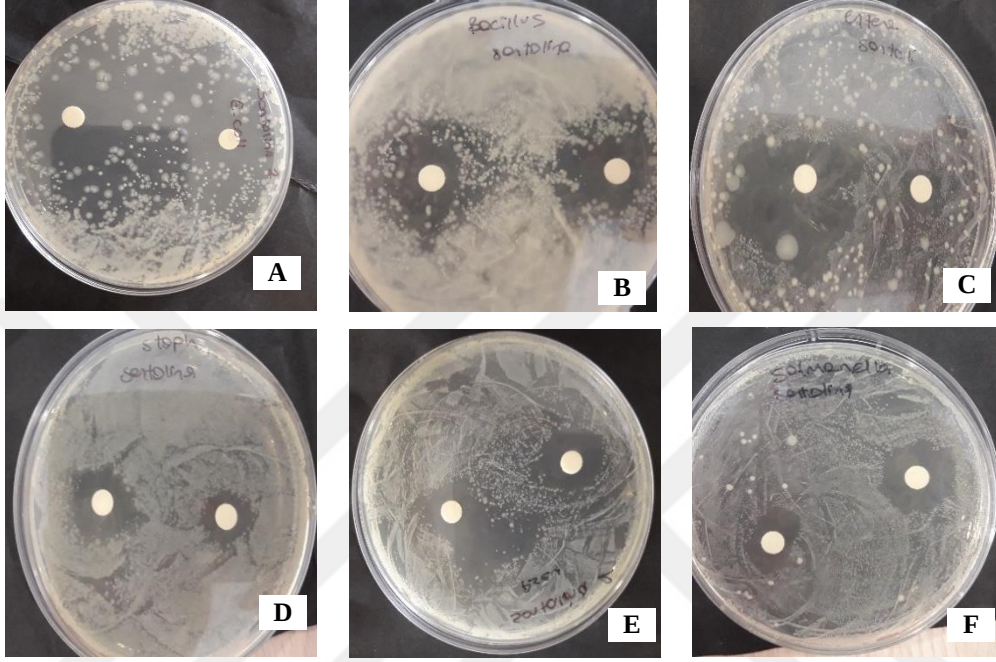
Santolina chamaecyparissus'un çiçeğinin esansiyel yağının *E.coli*, *E. fecalis*, *S. auerus* ve *P. aeruginosa* üzerindeki antimikrobiyal etkisi sırasıyla 15 mm, 26 mm, 12 mm ve 7 mm inhibisyon zon çapı olarak belirlenmiş (Salah-Fatnassi, vd, 2017) ve *E. fecalis* haricinde diğer mikroorganizmalarda çalışmamızdan daha düşük inhibisyon zon çapları elde edildiği görülmüştür. Başka bir çalışmada da *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının *E.coli* (12 ± 0.22 mm) ve *S. auerus* (14 ± 0.10 mm) üzerinde çalışmamızla kıyaslandığında daha zayıf antimikrobiyal etki yarattığı görülürken, *P. aeruginosa* (19.5 ± 0.10) üzerinde ise daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Diğer yandan, *B.subtilis* için bulunan inhibisyon zon çapı (20 ± 0.11 mm) çalışmamızda bulunan değerle örtüşmektedir (Khubeiz, vd., 2016). Buna ek olarak, *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının *B. subtilis*'a (36 ± 0.3 mm) karşı çok daha güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği başka bir araştırmada bildirilmiştir (Chiranei, vd., 2019). Çalışmalarda bulunan farklı inhibisyon zon çaplarının bitkinin orjini, esansiyel yağın bitkinin hangi kısmından elde edildiği ve yağın kimyasal kompozisyonuyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Schinus molle esansiyel yağının bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitesinin olmadığını gösteren çalışmamızı kısmen destekleyen başka araştırmalar da bulunmaktadır. *Schinus molle* yapraklarının esansiyel yağının *E. coli* (7.7 ± 0.6 mm), *E. fecalis* (9.7 ± 0.5 mm) ve *S.aureus* (9.7 ± 0.6 mm) üzerinde zayıf antimikrobiyal etkiye yol açtığı bildirilmiştir (Martins, vd., 2014).

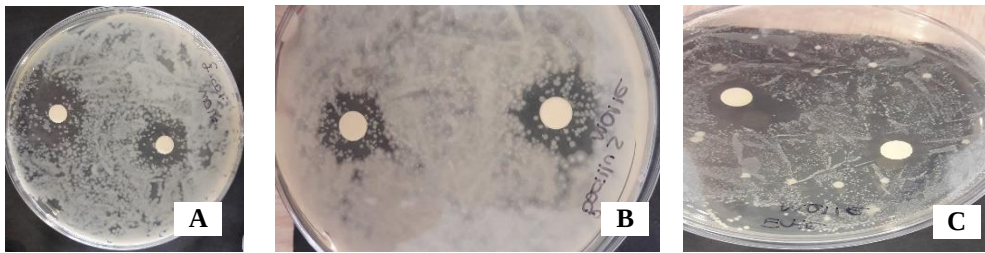
Diğer bir çalışmada, *Schinus molle* meyvesinin esansiyel yağının *E. coli* (14 mm), *B. subtilis* (12 mm), *E. fecalis* (8 mm), *S. aureus* (12 mm) ve *P. aeruginosa* (10 mm) üzerinde antimikrobiyal aktivitesi gösterilmiştir (Eryigit, vd., 2017).

Eucalyptus globulus yapraklarının esansiyel yağının *E. coli* ve *S. aureus*'un büyüme inhibisyon zon çapları 20-25 mm arasında bulunmuştur. Çalışmamızın bulgularıyla karşılaştırıldığında *E. coli* üzerinde benzer etki görülürken, *S. auerus* için ise çalışmamızda daha düşük inhibisyon zon çapı hesaplanmıştır.

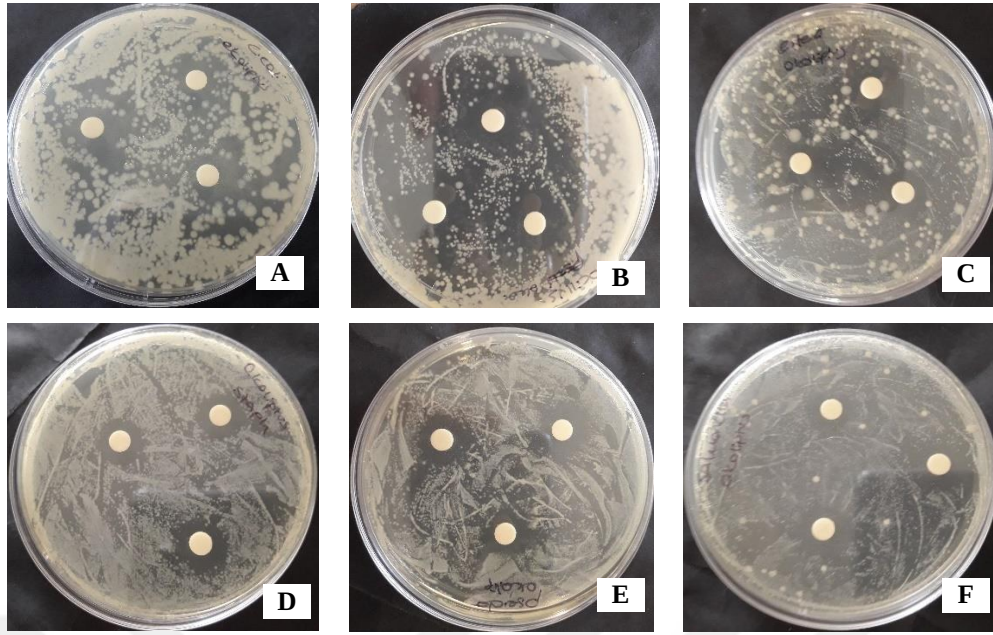
Çalışmamızda, *Eucalyptus globulus* esansiyel yağın antimikrobiyal aktivitesinin kimyasal içeriğindeki antibakteriyel Eucalyptol ya da 1,8-Cineole (%69.32) ve α -Pinene(%6.72) bileşiklerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Harkat-Madouri, vd., 2015).



Şekil 4.3 *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının *E.coli* (A), *B. subtilis* (B), *E. fecalis* (C), *S. aureus* (D), *P. aeruginosa* (E) ve *S. typhi* (F) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar



Şekil 4.4 *Schinus molle* esansiyel yağının *E.coli* (A), *B. subtilis* (B) ve *E. fecalis* (C) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar



Şekil 4.5 *Eucalyptus globulus* esansiyel yağının *E.coli* (A), *B. subtilis* (B), *E. fecalis* (C), *S. aureus* (D), *P. aeruginosa* (E) ve *S. typhi* (F) büyümesi üzerinde inhibitör etkisini gösteren fotoğraflar

4.5 Filmlerin Fiziksel Özellikleri

Schinus molle (SM), *Santolina chamaecyparissus* (S) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin fiziksel özellikleri (kalınlık, nem, suda çözünürlük ve su buhar geçirgenliği değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Filmlerin fiziksel özellikleri

Film tipi	Kalınlık (mm)	Nem (%)	Suda çözünürlük (%)	Su Buharı Geçirgenliği (g mm/kPa sa m ²) 10 ⁻⁵
Kontrol	0.042 ^a ±0.006	28.02 ^c ±0.99	88.81 ^g ±0.89	1.68 ^a ±0.01
S1	0.066 ^c ±0.002	26.43 ^{bc} ±2.53	79.67 ^{de} ±0.12	3.88 ^h ±0.01
S2	0.088 ^f ±0.001	23.08 ^{abc} ±3.96	77.62 ^{cd} ±0.02	4.64 ⁱ ±0.01
S3	0.095 ^g ±0.004	22.30 ^{abc} ±0.07	74.51 ^b ±0.25	4.62 ⁱ ±0.01
SM1	0.065 ^b ±0.001	25.56 ^{abc} ±4.41	82.62 ^f ±0.10	3.16 ^e ±0.01

SM2	0.077 ^d ±0.003	21.38 ^{ab} ±1.18	74.95 ^b ±0.01	3.35 ^a ±0.01
SM3	0.089 ^f ±0.006	19.25 ^a ±2.14	71.05 ^a ±0.03	3.42 ^f ±0.01
E1	0.077 ^d ±0.002	24.94 ^{abc} ±6.90	81.21 ^{ef} ±0.06	3.47 ^g ±0.01
E2	0.086 ^e ±0.001	20.17 ^{ab} ±1.28	75.86 ^{bc} ±0.03	2.88 ^c ±0.01
E3	0.086 ^e ±0.002	19.97 ^a ±2.20	71.23 ^a ±0.03	2.79 ^b ±0.01

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

Filmlerin kalınlık değerleri 0.042 ± 0.006 ve 0.094 ± 0.004 arasında değişmektedir. En düşük film kalınlığı kontrol filminde bulunurken, en yüksek film kalınlığı ise S3 filminde saptanmıştır. S, SM ve E esansiyel yağlarıyla hazırlanan filmlerde yağ içeriğindeki %1'den %3'e artış film kalınlıklarında artışa yol açmış ve aralarında farklılıklar görülmüştür (Çizelge A.11). Film kalınlığının artması film matriksinde esansiyel yağ mikrodamlacıklarının tutulmasına bağlanabilir.

Filmlerin nem içerikleri ve suda çözünürlük değerleri $\%19.25\pm2.114$ - $\%28.02\pm0.99$ ve $\%71.05\pm0.03$, $\%88.81\pm0.89$ arasında bulunmuştur. En düşük nem içeriği ve suda çözünürlük SM3 ve E3'te görülürken, en yüksek nem içeriği ve suda çözünürlük kontrol filminde gözlenmiştir. Filmlerin nem içerikleri ve suda çözünürlükleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Çizelge A.12-13). S, SM ve E esansiyel yağlarıyla hazırlanan filmlerde yağ içeriğindeki %1'den %3'e artış filmlerin nem içeriklerinde ve suda çözünürlüklerinde azalmaya neden olmuştur. Bu azalma, filmlerin hidrofilik özelliklerinin ve aynı zamanda esansiyel yağ bileşenleri ile CMC'nin hidroksil grupları arasındaki interaksyonu sonucu su molekülleri ile etkileşim yapabilecek serbest hidroksil gruplarının azalmasına bağlanabilir (Dashipour, vd., 2015). Böylece suya daha dayanıklı filmlerin oluşması sağlanabilir.

Filmlerin su buharı geçirgenlikliği değerleri $1.68\times10^{-5}\pm0.01$ ve $4.64\times10^{-5}\pm0.01$ (g mm/kPa sa .m) arasında saptanmıştır. En düşük ve en yüksek su buharı geçirgenliği değerleri sırasıyla kontrol ve S2, S3 filminde görülmüştür. Filmlerin S ve SM esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı filmlerin su buhar geçirgenliğini arttırmıştır. Filmlerde esansiyel yağın bulunması filmlerin hidrofobisite oranını arttırmasına rağmen, su buharı transferinde artışa sebep olmuştur. Bu durum esansiyel yağ mikrodamlacıklarına bağlı olarak film kohezyonunda azalma ile açıklanabilir.

Esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla su buharı geçirgenliğindeki artış gösteren birtakım çalışmalar bulunmaktadır (Dashipour, vd., 2015, Bazzaz, vd., 2019).

Bunun aksine fimlerin E esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı ile filmlerin su buhar geçirgenliğini azaltmıştır. Filmlerde esansiyel yağın varlığı filmlerin hidrofobisite oranını arttırmış ve böylece su buharı geçirgenliği azalmış ve bariyer özellikleri iyileşmiştir. Başka çalışmalarda da filmlerde esansiyel yağ içeriğindeki artış su buharı geçirgenliğini azaltmıştır (Shojaee-Aliabadi, vd., 2013; Priyadarshi, vd., 2018).

Sonuç olarak, çalışmamızda S, SM ve E esansiyel yağlarının filmlerin su buharı geçirgenliğine etkisinde farklılıklar gözlenmiştir. Bu sonuç esansiyel yağların higroskopik özellikleri ve spesifik kompozisyonu ile ilişkili olabilir .

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi, esansiyel yağ miktarı ve ikisinin interaksyonu filmlerin kalınlıkları, nem içerikleri ve su buharı geçirgenliklerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ancak filmlerin suda çözünürlüğünde önemli bir etkiye yol açmamıştır ($p>0.05$), (Çizelge A.33).

4.6 Filmlerin Renk Değerleri

Schinus molle (SM), *Santolina chamaecyparissus* (S) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin renk değerleri (L^* , a^* , b^* ve ΔE^*) Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Fimlerin renk değerleri (L^* , a^* , b^* ve ΔE^*)

Film tipi	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
Kontrol	92.36 ^e ±0.39	0.17 ^a ±0.01	3.61 ^{de} ±0.09	6.14 ^d ±0.07
S1	86.24 ^{ab} ±0.97	2.12 ^e ±0.05	-1.27 ^b ±1.01	4.10 ^c ±1.11
S2	87.74 ^{bc} ±0.67	1.87 ^d ±0.07	-2.33 ^a ±0.48	2.57 ^b ±0.54
S3	89.98 ^d ±0.12	1.90 ^d ±0.14	-1.81 ^{ab} ±0.90	0.74 ^a ±0.35
SM1	85.68 ^a ±0.11	1.39 ^c ±0.03	2.82 ^d ±0.62	6.56 ^d ±0.51
SM2	86.96 ^{abc} ±0.48	0.17 ^a ±0.05	3.73 ^e ±0.11	6.71 ^d ±0.24

SM3	88.49 ^{cd} ±0.46	0.35 ^b ±0.07	3.86 ^{ef} ±0.01	6.19 ^d ±0.12
E1	85.60 ^a ±0.45	0.37 ^b ±0.06	4.69 ^f ±0.12	8.18 ^e ±0.20
E2	87.76 ^{bc} ±2.34	1.49 ^c ±0.05	0.09 ^c ±0.03	3.40 ^{bc} ±1.73
E3	88.07 ^{bc} ±0.93	1.39 ^c ±0.07	0.27 ^c ±0.17	3.14 ^{bc} ±0.59

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

En düşük (85.60 ± 0.45) ve en yüksek (92.36 ± 0.39) L^* değerleri sırasıyla E1 ve kontrol filminde saptanmıştır. Fimlerin esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı filmlerin L^* değerlerinde artışa neden olmuş ve aralarında farklılıklar bulunmuştur (Çizelge A.15). Çalışmamızın sonuçlarının aksine yağ içeriğinde artışın L değerlerinde azalmaya neden olduğu çalışmalar bulunmaktadır (Dashipour, vd., 2015; Bazzaz, vd. 2019).

En düşük a^* değeri (0.17 ± 0.01) kontrol ve SM2'de görülürken, en yüksek a^* değeri (2.12 ± 0.05) ise S1'de görülmüştür. S ve SM filmlerinde esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı a^* değerlerinde azalmaya neden olurken E filmlerinde ise artışa yol açmıştır ve aralarında farklılıklar saptanmıştır (Çizelge A.16).

En düşük ve en yüksek b^* değerleri ise sırasıyla -2.33 ± 0.48 ve 4.69 ± 0.12 olarak bulunmuştur. S ve E filmlerinde esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı b^* değerlerinde azalmaya yol açarken SM filmlerinde ise artışa neden olmuştur ve aralarında farklılıklar bulunmuştur (Çizelge A.17).

En düşük ve en yüksek ΔE değerleri sırasıyla S3 ve E1'de görülmüştür. S ve E filmlerinde esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı ΔE değerlerini azaltırken, SM filmlerinde ise yağ içeriğinin artışı ΔE değerleri üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmamıştır (Çizelge A.18). Çalışmamızın aksine, CMC filmlerinde esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla ΔE değerlerinin arttığı çalışmalar bulunmaktadır (Dashipour, vd., 2015; Hasheminya, vd., 2019).

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi, esansiyel yağ miktarı ve ikisinin interaksiyonu L^* , a^* , b^* ve ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge A.33).

4.7 Filmlerin Beyazlık, Sarılık İndeksleri ve Opaklık Değerleri

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin beyazlık (BI) ve sarılık indeksleri (SI) ve opaklık değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Fimlerin beyazlık (BI), sarılık (SI) indeksleri ve opaklık değerleri

Film Tipi	BI	SI	Opaklık
Kontrol	91.99 ^d ±1.02	5.59 ^{de} ±0.62	0.39 ^a ±0.001
S1	55.73 ^a ±7.66	-2.06 ^b ±1.65	1.49 ^{bc} ±0.012
S2	66.15 ^b ±5.78	-3.79 ^a ±0.76	1.55 ^c ±0.030
S3	75.75 ^c ±2.53	-2.88 ^{ab} ±1.42	1.70 ^c ±0.026
SM1	55.99 ^a ±2.60	4.70 ^d ±1.02	0.79 ^{ab} ±0.019
SM2	66.86 ^b ±2.79	6.12 ^{de} ±0.18	1.58 ^c ±0.039
SM3	75.99 ^c ±2.33	6.23 ^e ±0.03	1.79 ^c ±0.015
E1	55.99 ^b ±3.55	7.82 ^f ±0.17	1.25 ^{bc} ±0.008
E2	69.10 ^{bc} ±12.68	0.15 ^c ±0.04	2.49 ^d ±0.004
E3	76.07 ^c ±4.70	0.43 ^c ±0.28	3.74 ^e ±0.041

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

Filmlerde en düşük (55.73±7.66) ve en yüksek (91.99±1.02) BI değerleri sırasıyla S1 ve kontrol filminde saptanmıştır. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1’den %3’e artışı BI değerlerinde artışa yol açmış ve filmler arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge A.19). Ancak, kontrol filmiyle karşılaştırıldığında esansiyel yağ içeren tüm filmlerin BI’larının daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızın aksine, esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla BI değerlerinde azalma gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Atef, vd., 2015 ; Hasheminya, vd., 2019).Filmlerin en düşük (-3.79±0.76) ve en yüksek (7.82±0.17) SI değerleri ise sırasıyla S2 ve E1 filmlerinde gözlenmiştir. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1’den %3’e artışı S ve E filmlerinin SI değerlerinde azalmaya neden olurken, SM filmlerinde ise artışa yol

açmıştır ve filmlerin SI değerleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge A.20).

Filmlerde en düşük (0.39 ± 0.001) ve en yüksek (3.74 ± 0.041) opaklık değerleri sırasıyla kontrol ve E3 filmlerinde saptanmıştır. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı filmlerin opaklık değerlerini arttırmıştır ve önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge A.21). Opaklıktaki artış polimer matriksi boyunca dağılmış esansiyel yağ damlacıklarına dayandırılabilir. Esansiyel yağlar ışık saçılmasını artırır ve böylece filmlerin opaklığıda artmış olur (Evangelho, vd., 2019).

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi, esansiyel yağ miktarı ve ikisinin interaksiyonu SI ve opaklık değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ($p < 0.05$). Esansiyel yağ çeşidinin BI değerleri üzerinde etkisi önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge A.33).

4.8 Filmlerin Mekanik Özellikleri

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin mekanik özellikleri (gerilme kuvveti (TS) ve kopmada uzama (El)) Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Filmlerin mekanik özellikleri

Film tipi	TS (Mpa)	El (%)
Kontrol	$24.60^a \pm 0.54$	$37.06^g \pm 0.85$
S1	$65.28^e \pm 0.86$	$20.08^{bc} \pm 0.05$
S2	$40.01^b \pm 0.84$	$25.05^e \pm 0.01$
S3	$29.43^a \pm 3.28$	$33.01^f \pm 0.01$
SM1	$47.27^{bc} \pm 0.47$	$17.36^{ab} \pm 0.02$
SM2	$50.79^c \pm 0.37$	$24.52^{de} \pm 2.26$
SM3	$54.50^{cd} \pm 0.01$	$32.00^f \pm 0.16$
E1	$42.55^b \pm 0.01$	$28.01^e \pm 0.50$

E2	60.62 ^{de} ±0.02	21.32 ^{cd} ±0.01
E3	77.05 ^f ±0.02	14.41 ^a ±0.02

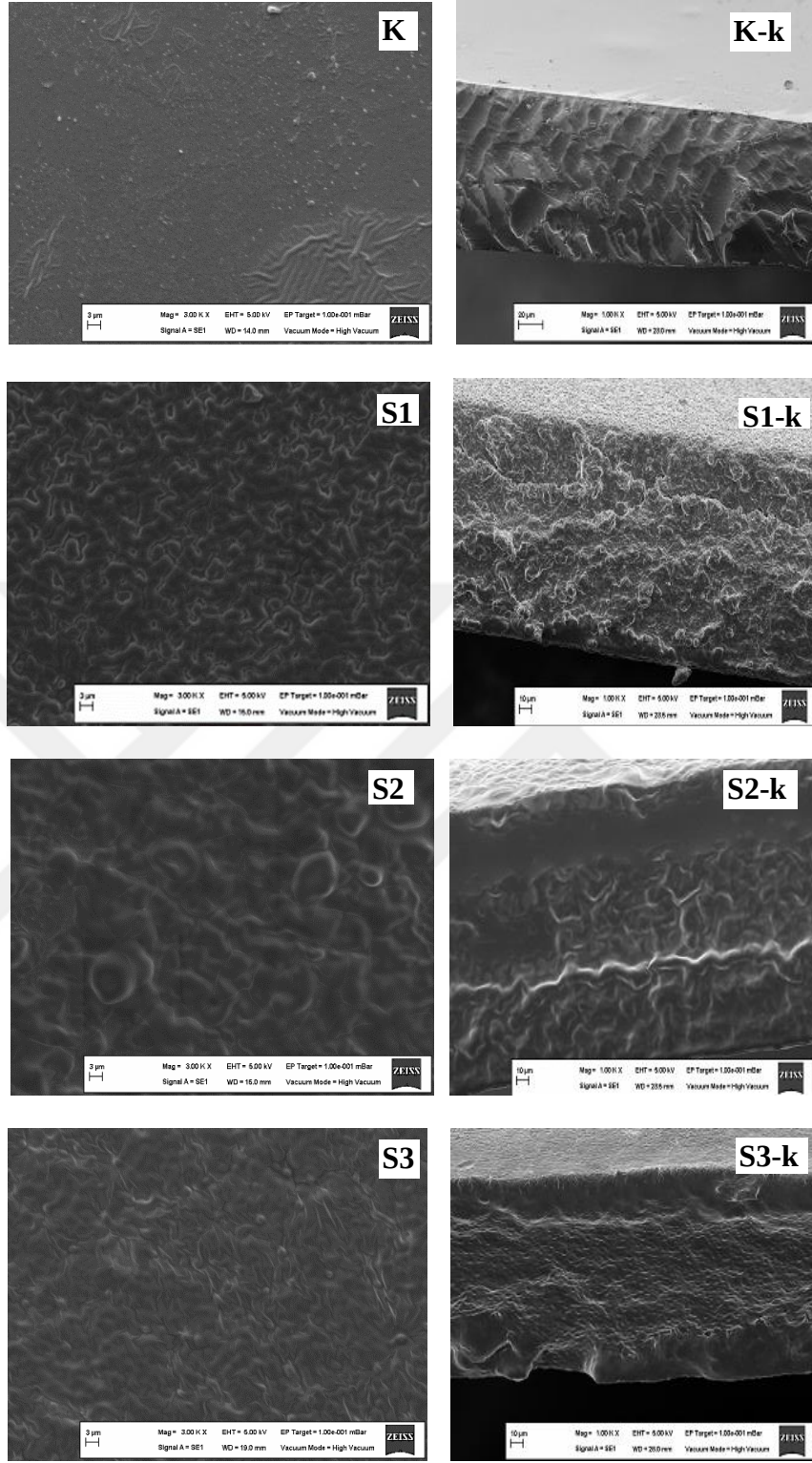
Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

Filmlerin en düşük (24.60 ± 0.54 Mpa) ve en yüksek (77.05 ± 0.02 Mpa) gerilme kuvveti kontrol filminde ve E3'te saptanmıştır. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı SM ve E filmlerinin TS değerlerinde artışa neden olurken, S filminde ise azalışa yol açmıştır ve anlamlı farklılıklar görülmüştür (Çizelge A.22). SM ve E filmlerinde TS'deki artış, polimer ve esansiyel yağ arasındaki interaksiyonun çapraz bağlayıcı etki yaratmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, esansiyel yağ içeren filmlerde nem içeriğindeki azalma TS'deki artışı destekleyebilir (Ojagh, vd., 2010). Bunun aksine, S filmlerinde TS'de azalma güçlü polimer yapının zayıf polimer-esansiyel yağı interaksiyonu ile yer değiştirmesine ve böylece ağ yapının zayıflamasına bağlanabilir (Noshirvani, vd., 2017).

Filmlerde en düşük El (14.41 ± 0.02) değeri E3 filminde bulunurken, en yüksek El (37.06 ± 0.85) değeri kontrol filminde gözlenmiştir. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı ile S ve SM filmlerinin El değerlerinde artış saptanmış ve anlamlı bulunmuştur. Bunun aksine, E filmlerinde esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla El değerlerinde anlamlı bir azalma görülmüştür (Çizelge A.23). S ve SM filmlerinin El değerlerindeki artış esansiyel yağın güçlü plastikleştirici etkisiyle ilgili olabilir (Noshirvani, vd., 2017; Bazzaz, vd., 2019). Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi, esansiyel yağ miktarı ve ikisinin interaksiyonu filmlerin TS ve E değerlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge A.33).

4.9 Filmlerin Mikroyapıları

CMC ve *Santolina chamaecyparissus* (S) bitkisinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin yüzey ve kesitin morfolojisi Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

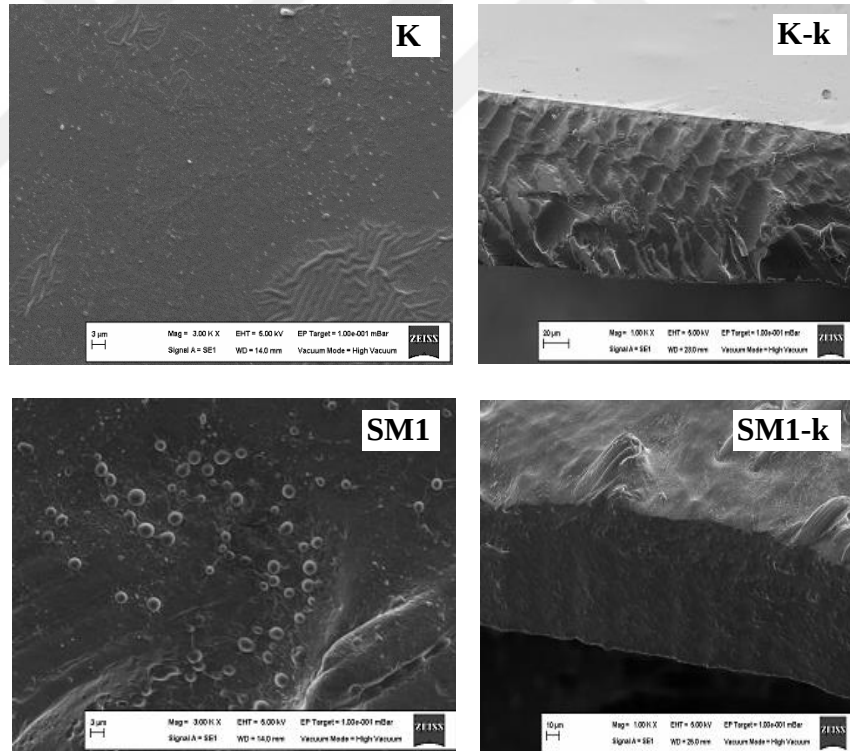


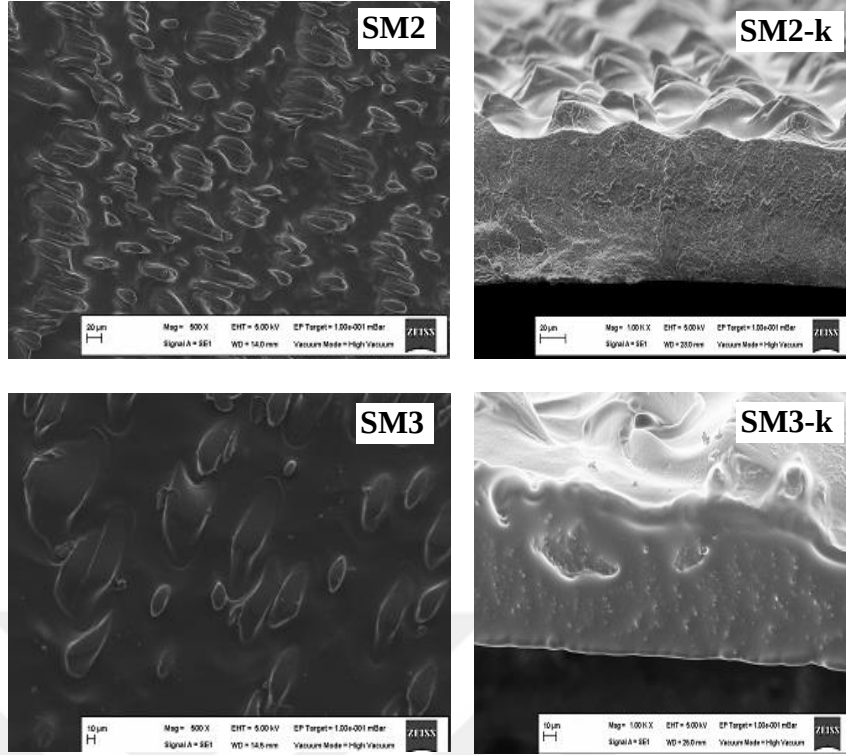
Şekil 4.6 Film yüzeylerinin (K (kontrol), S1, S2 ve S3) ve kesit alanlarının (K-k, S1-k, S2-k ve S3- SEM mikrografileri

CMC ile hazırlanan filmin yüzey (K) ve kesit morfolojisi (K-k) SEM ile görüntülenmiştir (Şekil 4.6). CMC kontrol filmi kompakt, gözeneksiz ve çatlaksız bir yapı göstermiştir. CMC filminin yüzeyi de kompakt ve düzenli gözlenmiştir. Başka bir çalışmada da CMC filmi için benzer SEM görüntüsü bulunmuştur (Dashipour, vd., 2015).

S1 filminin yüzey görüntüsünde CMC ve esansiyel yağlarının interaksiyona girerek ağ yapıyı oluşturdukları ve yağın sürekli polisakkarit faz içerisinde homojen bir şekilde dağıldığı görülmüştür. S1 filminin kesit görüntüsünde ise kontrol filmine göre heterojen bir yapı gözlenmiştir. S2 ve S3 filmlerinde ise esansiyel yağ damlacıklarının filmin matriksinden zayıf ölçüde bırakıldığı görülmüştür.

Schinus molle (SM) bitkisinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin yüzey ve kesitinin morfolojisi Şekil 4.7’de gösterilmiştir.





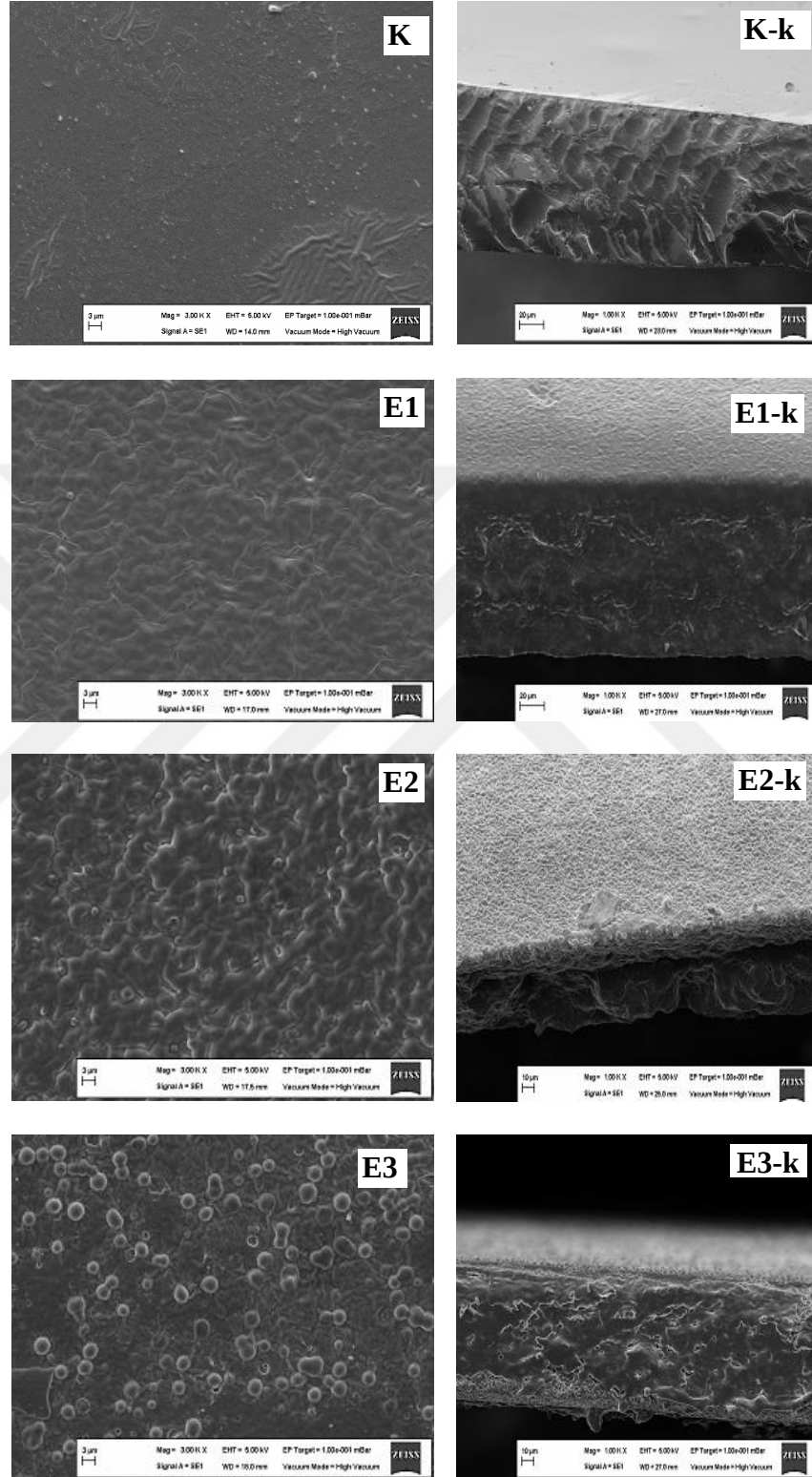
Şekil 4.7 Film yüzeylerinin (K (kontrol), SM1, SM2 ve SM3) ve kesit alanlarının (K-k, SM1-k, SM2-k ve SM3-k SEM mikrografileri

SM esansiyel yağı S esansiyel yağı ile kıyaslandığında daha heterojen film yapıları oluşturduğu görülmüştür. Polisakkarit matrikse yağ damlacıklarının homojen bir şekilde dahil olmadığı ve film matriksinden bırakıldığı gözlenmiştir. CMC ve yeşil kahve yağıyla hazırlanan filmlerin SEM görüntülerinde de yağın film matriksinden ayrıldığı bildirilmiştir (Lombo Vidal, vd., 2019).

Filmlerin yüzey görüntüsü, SM esansiyel yağ içeriğindeki %1'den %3'e artış ile filmin yüzeyinde yağ damlacıklarının büyümesine neden olmuş ve kompakt yapı oldukça bozulmuştur. Ayrıca, filmin kurutulma işlemi boyunca suyun buharlaşması ve polimer zincirlerinin birikimi deformasyon ve gerilme kuvvetlerine bağlı olarak yağ damlacıklarının küresel şeklinin dışına çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlar farklı çalışmalarda da bulunmuştur (Dashipour, vd., 2015; Azadbakht, vd., 2018).

Kesit yüzey görüntülerinde ise polisakkarit matriksten oluşan sürekli faz ve bu sürekli fazda dağılmamış olan yağ damlacıklarının oluşan diğer bir fazın varlığı görüntülenmiştir.

Eucalyptus globulus (E) bitkisinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin yüzey ve kesit alanlarının morfolojisi Şekil 4.8’de verilmiştir.

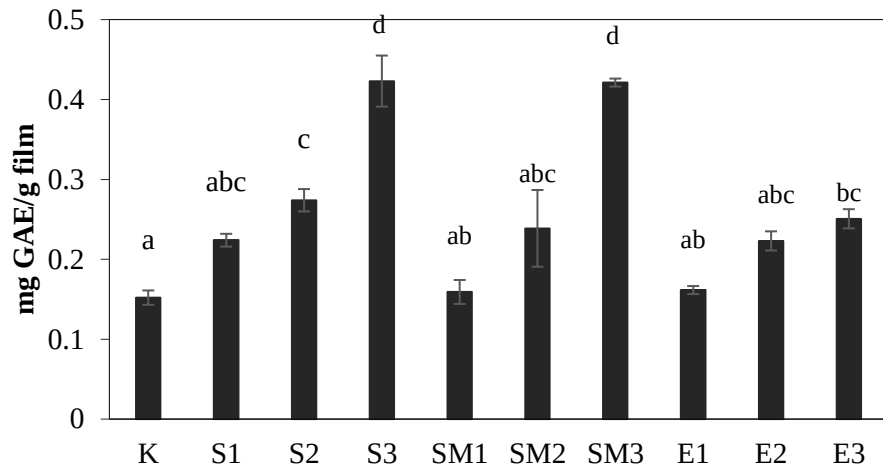


Şekil 4.8 Film yüzeylerinin (K (kontrol), E1, E2 ve E3) ve kesit alanlarının (K-K, E1-K, E2-K ve E3-K SEM mikrofotografileri

E1 ve E2 filmlerinin homojen yapıları E esansiyel yağının polisakkarit matriksinde dağıldığını göstermiştir. Ancak E3 filminde yağ damlacıklarının film matriksinden dışarı atıldığı ve kompakt yapının bozulduğu görülmüştür. Ayrıca kesit yüzeylerinde de esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla heterojenlik artmıştır.

4.10 Filmlerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin toplam fenolik madde içerikleri Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Filmlerin toplam fenolik madde içeriği

Filmlerde en düşük (0.152 ± 0.009 mg GAE/g film) ve en yüksek (0.423 ± 0.032 mg GAE/g film) toplam fenolik madde içeriği sırasıyla kontrol ve S3 filmlerinde saptanmıştır. Filmlerin esansiyel yağ içeriğindeki artış filmlerin toplam fenolik madde içeriğinde artışa neden olmuştur. Bazzaz, vd. (2019) CMC ve *Mentha pulegium* esansiyel yağı ile hazırlanan filmlerde esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla filmlerin toplam fenolik madde içeriğinde önemli derecede artış saptamış ve en yüksek toplam fenolik maddeyi (0.267 mg GAE/g film) %3 esansiyel yağ içeren filmde bulmuşlardır. Dashipour, vd. (2015) *Zataria multiflora* esansiyel yağ içeren (%3 v/v) CMC filmlerinin toplam fenolik maddesini 0.2 mg GAE/g film olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

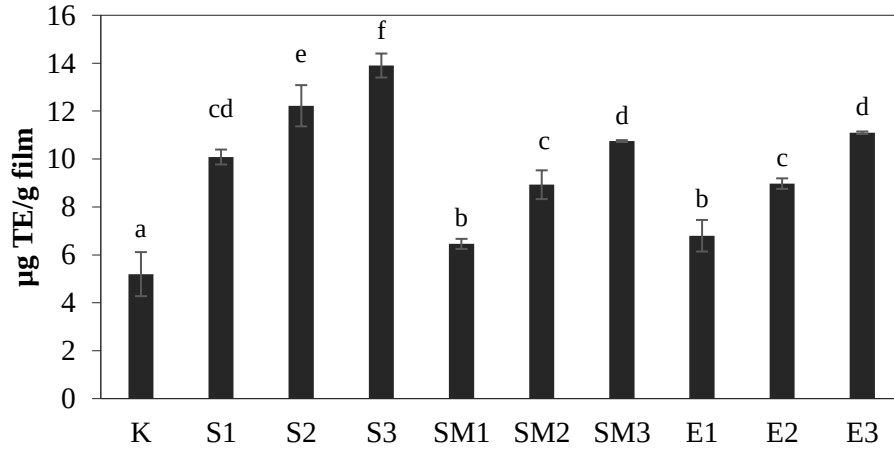
S ve SM esansiyel yağlarıyla oluşturulan filmlerinin toplam fenolik madde içeriğinin E esansiyel yağ içeren filmlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Filmlerin toplam fenolik madde içerikleri arasında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir (Çizelge A.24).

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidinin ve esansiyel yağ miktarının filmlerin toplam fenolik madde içerikleri üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) interaksyonu ise önemli etki göstermemiştir ($p>0.05$) (Çizelge A.33).

4.11 Filmlerin Antioksidan Aktiviteleri (FRAP metodu)

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin antioksidan aktiviteleri (FRAP metodu) Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

En düşük (5.196 ± 0.919 $\mu\text{g TE/g film}$) ve en yüksek (13.903 ± 0.05 $\mu\text{g TE/g film}$) antioksidan aktivite sırasıyla kontrol ve S3 filmlerinde bulunmuştur. Esansiyel yağ içeriğinin artmasıyla filmlerin antioksidan aktivitesinde artış görülmüştür. Benzer artış Dashipour, vd. (2015) ve Bazzaz, vd. (2019) tarafından bildirilmiştir. S esansiyel yağı ile oluşturulan filmlerin antioksidan aktivitesi SM ve E esansiyel yağı içeren filmlerin antioksidan aktivitesinden önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge A.26).

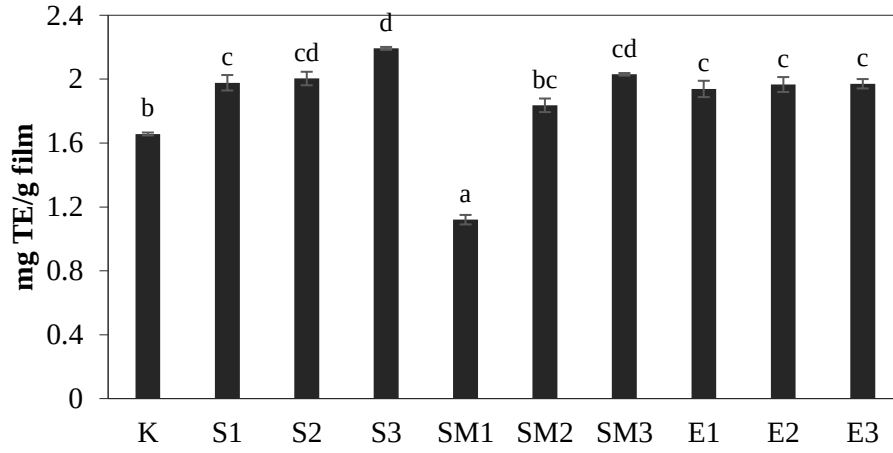


Şekil 4.10 Filmlerin antioksidan aktivitesi (FRAP metodu)

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidinin ve esansiyel yağ miktarının filmlerin antioksidan aktivite (FRAP metodu) üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) interaksyonu ise önemli etki göstermemiştir ($p>0.05$) (Çizelge A.33).

4.12 Filmlerin Antioksidan Aktiviteleri (DPPH metodu)

Santolina chamaecyparissus (S), *Schinus molle* (SM) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin antioksidan aktiviteleri (DPPH metodu) Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Filmlerin antioksidan aktivitesi (DPPH metodu)

En düşük (1.12 ± 0.03 mg TE/g film) ve en yüksek (2.193 ± 0.009 mg TE/g film) antioksidan aktivite SM1 ve S3 filmlerinde saptanmıştır. Esansiyel yağ içeriğindeki artış E esansiyel yağı içeren filmlerin antioksidan aktiviteleri üzerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmamıştır (Çizelge A.25).

Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidinin, esansiyel yağ miktarının ve her ikisinin interaksiyonunun filmlerin antioksidan aktivite (DPPH metodu) üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Çizelge A.33).

4.13 Filmlerin Antimikrobiyal Aktiviteleri

Schinus molle (SM), *Santolina chamaecyparissus* (S) ve *Eucalyptus globulus* (E) bitkilerinden elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin *E.coli*, *B. subtilis*, *E. fecalis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *S. typhi* üzerinde antimikrobiyal aktiviteleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Filmlerin disk difüzyon yöntemiyle antimikrobiyal aktivitesi (İZÇ: İnhibisyon zon çapı, mm)

Film	İZÇ (mm)					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. typhi</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. fecalis</i>	<i>S. aureus</i>
K	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a
S1	13.00 ^{bcd} ±3.46	14.00 ^d ±0.00	13.33 ^a ±1.15	12.00 ^{cd} ±1.00	6.00 ^b ±1.73	8.00 ^b ±0.00
S2	13.33 ^{bcd} ±4.16	18.00 ^f ±0.00	17.33 ^a ±1.15	13.67 ^{de} ±2.52	11.00 ^c ±1.00	15.00 ^e ±1.00
S3	15.33 ^{cd} ±1.55	20.00 ^g ±0.00	19.33 ^b ±1.15	19.33 ^f ±1.53	13.67 ^{de} ±1.15	16.33 ^e ±1.53
SM1	12.00 ^{bc} ±0.00	0.00 ^a	1.33 ^c ±2.37	9.67 ^{bc} ±1.15	0.00 ^a	0.00 ^a
SM2	13.00 ^{bcd} ±2.65	0.00 ^a	2.00 ^{cd} ±3.46	10.67 ^c ±1.53	0.00 ^a	0.00 ^a
SM3	16.67 ^d ±2.08	0.00 ^a	5.00 ^{de} ±1.00	14.33 ^{de} ±1.53	0.00 ^a	0.00 ^a
E1	10.33 ^b ±1.53	8.00 ^b ±2.00	10.00 ^{ef} ±0.00	7.33 ^b ±1.15	12.33 ^{cd} ±1.15	10.67 ^c ±1.15
E2	12.33 ^{bc} ±0.58	9.33 ^c ±0.58	12.00 ^{fg} ±2.00	10.67 ^c ±2.52	14.67 ^e ±1.15	13.33 ^d ±1.15
E3	15.67 ^{cd} ±0.57	16.00 ^e ±1.00	16.00 ^g ±1.00	16.00 ^e ±1.00	19.33 ^f ±1.15	16.00 ^e ±0.00

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

Kontrol filmlerin *E.coli*, *P. Aeruginosa*, *S. Typhi*, *B. subtilis*, *E. Fecalis* ve *S. aureus*, büyümesi üzerinde antimikrobiyal etkisinin olmadığı gözlenmiştir. CMC filmlerinin test edilen mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin olmadığı Dashipour, vd. (2015) ve Bazzaz, vd. (2019) tarafından da gösterilmiştir.

Esansiyel yağ içeriğindeki artış filmlerin antimikrobiyal aktivitesinin artmasına neden olmuştur. Başka çalışmalarda çalışmamızın bulgularını desteklemektedir (Atef, vd., 2015; Dashipour, vd., 2015; Bazzaz, vd., 2019).

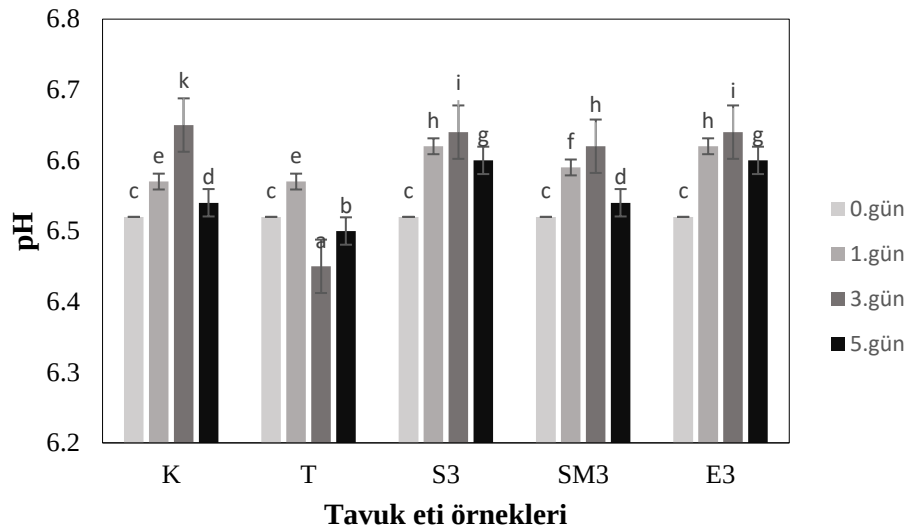
En yüksek miktarda (%3) esansiyel yağ içeren filmlerin (S3, SM3 ve E3) *E.coli*, *P. Aeruginosa*, *S. Typhi*, *B. subtilis*, *E. Fecalis* ve *S. aureus* üzerinde antimikrobiyal aktiviteleri kıyaslandığında en etkili olan film sırasıyla SM3 (16.67±2.08 mm), S3 (19.33±1.53 mm), E3 (19.33±1.15 mm), S3 (16.33±1.53 mm), S3 (20.00±0.00 mm) ve S3 (19.33±1.15 mm) olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra, S ve E esansiyel yağı içeren filmlerin test edilen tüm mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisi

görülürken, SM esansiyel yağ ile oluşturulan filmlerin ise seçici bir şekilde sadece *E. coli*, *B. subtilis* ve *S. typhi*'nin büyümesi üzerinde inhibisyon etkisinin olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, filmlerin farklı mikroorganizmalar üzerinde farklı inhibisyon derecesine sahip oldukları bulunmuştur (Çizelge A.27)

4.14 Filmlerin Tavuk Etine Uygulanması

4.14.1 pH Değerleri

Kontrol filmi(K) ve farklı esansiyel yağlar içeren filmler (S3, SM3 ve E3) tavuk göğüs etine uygulanmış ve 0., 1., 3. ve 5. depolama günlerinde ölçülen pH değerleri Şekil 4.12'te verilmiştir.



Şekil 4.12 Tavuk eti örneklerinin depolama süresince pH değerleri film ile kaplanmamış tavuk eti (T))

Film ile kaplanmamış tavuk eti örneklerinin pH değeri 6.45 ve 6.57 arasında değişmiş ve anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge A.34). Kontrol filmi (K), S3, SM3 ve E3 filmleriyle kaplanmış tavuk etlerinin pH değerleri depolamanın 3. gününde artış gösterirken, depolamanın 5. gününde ise az oranda azalmış ancak yine de 0. günden daha yüksek bulunmuştur. Başka bir çalışmada, nanoemülsiyonla kaplanmış tavuk eti örneklerinin pH değeri 6.43'ten 6.80'e yükselmiştir (Huang, vd., 2020). Depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen artış mikroorganizmaların oluşturduğu biyogenik amin gibi alkali maddelerin birikmesiyle açıklanabilir (Takma, vd., 2019).

Tavuk eti için ölçülen düşük pH değeri, esansiyel yağlarda bulunan antimikrobiyal bileşenlerin, azot bileşiklerini metabolize eden bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların büyümesi ve çoğalması üzerindeki önleyici etkisine bağlanabilir (Zhang. vd., 2016).

4.14.2 Renk Değerleri

Film ile kaplanmamış tavuk eti örnekleri (T) ile K, S3, SM3 ve E3 filmleriyle kaplanmış tavuk eti örneklerinin 5 gün depolama süresince renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C ve H° ve ΔE) Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Film ile kaplanmamış tavuk eti örneklerinin L^* değerleri depolamanın 0. ve 5. gününde sırasıyla 57.52 ± 1.39 ve 53.61 ± 1.12 olarak bulunmuştur. K, S3, SM3 ve E3 filmleriyle kaplanmış tavuk eti örneklerinin L^* değerleri ise 0. ve 5. depolama gününde sırasıyla 57.35 ± 0.59 ve 52.0 ± 0.36 , 62.14 ± 1.05 ve 58.25 ± 0.36 , 53.03 ± 0.58 ve 48.82 ± 0.96 , 60.17 ± 1.18 ve 54.09 ± 4.59 olarak saptanmış ve anlamlık farklılıklar bulunmuştur (Çizelge A.35). Depolamanın sonunda görülen daha düşük L^* değerleri tavuk etlerinin renklerinin depolama sırasında koyulaştığını göstermektedir. Cortez, vd. (2012) 4°C 'de depolanan tavuk göğsü etlerinin L^* değerinde azalma olduğunu yaptıkları çalışma ile göstermişlerdir.

T, K ve S3 tavuk eti örnekleri 0. gün ve 5.gün değerleri karşılaştırıldığında tavuk eti örneklerinin a^* değerlerinde artış saptanırken, SM3 ve E3 için ise a^* değerlerinde azalma görülmüştür. Giteru, vd. (2017) kaplanmış tavuk etlerinin daha düşük kırmızılığa sahip olmasını kaplamanın etlerde lipid oksidasyon oranını azaltmasına bağlamışlardır.

Çizelge 4.10 Tavuk eti örneklerinin depolama süresince renk değerleri

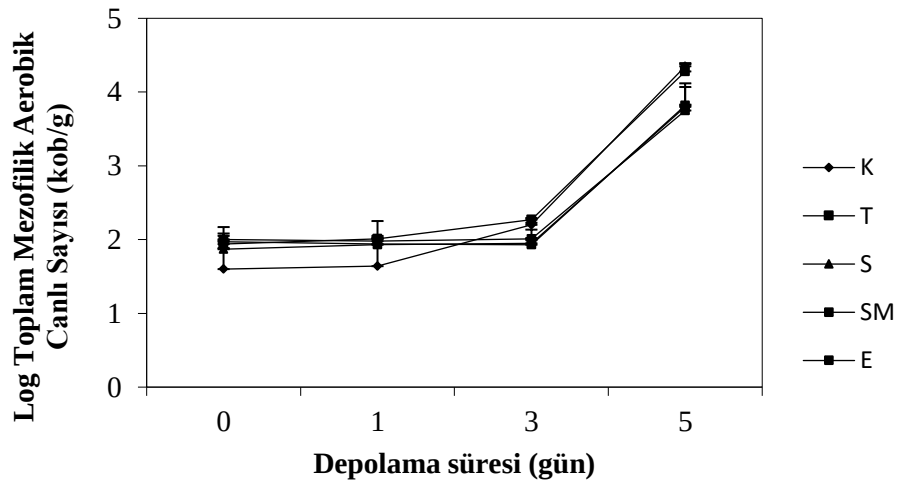
Renk Değerleri	Film Tipi	0.gün	1.gün	3.gün	5.gün
L^*	K	$57.35^{ab} \pm 0.59$	$52.18^{ab} \pm 1.25$	$51.65^{ab} \pm 0.51$	$52.00^{ab} \pm 0.36$
	S3	$62.14^a \pm 1.05$	$34.86^c \pm 0.92$	$49.14^{ab} \pm 2.71$	$58.25^{ab} \pm 0.36$
	SM3	$53.03^{ab} \pm 0.58$	$48.53^b \pm 0.90$	$48.69^b \pm 0.82$	$48.82^b \pm 0.96$
	E3	$60.17^{ab} \pm 1.18$	$57.14^{ab} \pm 5.76$	$55.73^{ab} \pm 1.56$	$54.09^{ab} \pm 4.59$
	T	$57.52^{ab} \pm 1.39$	$52.50^{ab} \pm 1.55$	$52.88^{ab} \pm 0.57$	$53.61^{ab} \pm 1.12$
a^*	K3	$0.48^a \pm 0.03$	$1.98^{bcde} \pm 1.01$	$1.62^{cde} \pm 0.52$	$0.48^e \pm 0.14$

	S3	0.21 ^e ±0.08	1.57 ^{cde} ±0.10	4.72 ^a ±0.25	1.74 ^{cde} ±0.16
	SM3	4.65 ^a ±0.37	4.72 ^a ±0.35	3.38 ^{abc} ±1.25	3.76 ^{ab} ±1.87
	E3	1.26 ^{ed} ±0.20	0.72 ^e ±0.47	0.57 ^e ±0.09	0.94 ^e ±1.1
	T	2.89 ^{abcd} ±2.11	2.99 ^{abcd} ±0.03	0.98 ^e ±0.01	3.88 ^a ±1.30
b*	K	7.11 ^{bcd} ±1.15	5.26 ^{defg} ±3.89	5.19 ^{defg} ±0.21	5.58 ^{cdef} ±0.25
	S3	7.75 ^b ±1.76	7.58 ^{bcd} ±0.96	3.40 ^{fg} ±2.13	10.35 ^a ±0.75
	SM3	3.03 ^g ±0.25	6.93 ^{bcd} ±0.47	7.58 ^{bcd} ±0.15	4.56 ^{efg} ±2.09
	E3	6.15 ^{bcde} ±0.98	3.27 ^{fg} ±0.10	5.26 ^{cdefg} ±0.23	6.46 ^{bcde} ±0.38
	T	4.64 ^{defg} ±0.52	6.99 ^{bcd} ±0.05	6.48 ^{bcde} ±0.02	3.66 ^{fg} ±0.09
C	K	7.13 ^{bcde} ±1.61	5.65 ^{cdef} ±2.66	5.45 ^{defg} ±0.50	7.36 ^{bcd} ±0.05
	S3	8.45 ^b ±2.49	7.77 ^{bc} ±1.37	6.63 ^{bcdef} ±0.94	10.50 ^a ±1.02
	SM3	4.95 ^{fg} ±0.63	8.36 ^b ±0.28	8.54 ^b ±0.51	6.53 ^{bcdef} ±0.54
	E3	6.12 ^{cdef} ±1.38	3.46 ^g ±0.15	5.16 ^{efg} ±0.06	6.51 ^{bcdef} ±0.29
	T	4.65 ^{fg} ±0.74	7.60 ^{bcd} ±0.67	6.55 ^{bcdef} ±0.02	5.60 ^{def} ±0.90
H°	K	85.44 ^a ±2.23	63.16 ^{abcde} ±2.36	72.90 ^{abcde} ±3.40	49.26 ^{abcde} ±0.07
	S3	77.35 ^a ±0.36	77.35 ^{abcd} ±0.60	38.89 ^{de} ±4.84	80.32 ^{abc} ±2.16
	SM3	35.78 ^e ±0.54	39.38 ^{cde} ±3.36	66.74 ^{abcde} ±1.45	48.91 ^{abcde} ±3.55
	E3	77.43 ^{abcd} ±3.51	81.96 ^{ab} ±1.63	83.61 ^a ±1.27	-8.58 ^f ±1.24
	T	84.81 ^a ±0.12	66.73 ^{abcde} ±1.81	81.40 ^{ab} ±0.09	41.45 ^{bcde} ±3.40
ΔE	K	6.55 ^e ±0.05	4.75 ^{ef} ±0.02	3.44 ^{ef} ±0.46	49.25 ^c ±0.36
	S3	10.48 ^d ±2.29	6.13 ^e ±4.70	12.05 ^d ±3.96	59.21 ^a ±0.26
	SM3	6.13 ^e ±1.02	1.71 ^f ±0.50	3.25 ^{ef} ±1.96	49.25 ^c ±1.02
	E3	3.29 ^{ef} ±0.74	5.25 ^{ef} ±1.57	6.42 ^e ±1.54	54.50 ^b ±4.57
	T	6.60 ^e ±1.84	2.98 ^{ef} ±0.22	4.44 ^{ef} ±0.41	53.91 ^b ±1.00

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).

4.14.3 Mikrobiyolojik Analiz

Film ile kaplanmamış tavuk eti örnekleri(T) ve K, S3, SM3 ve E3 ile kaplanmış tavuk eti örneklerinde 4 °C’de depolama süresi boyunca toplam canlı sayımında meydana gelen değişiklikler Şekil.4.13’te gösterilmiştir. Toplam canlı sayımı test edilen tüm tavuk eti örnekleri için artmıştır. Ancak kaplanmamış(T) ve K ile kaplanmış tavuk eti örneklerindeki artış S3, SM3 ve E3 ile kaplanan tavuk etlerinkine göre daha yüksektir. Kaplanmamış tavuk eti örneklerinde (T) toplam canlı sayımı 1.94 kob/g’dan, 4.35 kob/g’a, K ile kaplanan örneklerde 1.6 kob/g’dan, 4.28 kob/g’a, S3 ile kaplanan örneklerde 1.87 kob/g’dan, 3.8 kob/g’a, SM3 ile kaplanan örneklerde 2.003 kob/g’dan, 3.75 kob/g’a ve E3 ile kaplanan örneklerde ise 1.97 kob/g’dan, 3.82 kob/g’a bir artış göstermişlerdir. Tavuk etlerinin güvenli kabul edilebilmesi için başlangıçtaki mikrobiyal yükün 5.5 log CFU/g’dan düşük olması gerekmektedir (Cerveny, vd., 2009). Bu kritere göre, çalışmamızda depolanan tavuk eti örneklerinin mikrobiyal yükü 5.gün sonunda kabul edilebilir değerlerde bulunmuştur. Zhang, vd., (2016) çiğ tavuk eti örneklerini biberiye ve karanfil ekstraktı ile kaplamışlardır. Tüm numuneler için başlangıç toplam canlı sayımı sonucunun 5.41 log CFU/g olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol tavuk eti örnekleri 12 günlük depolama ile 7.0 log CFU/g’a ulaşırken biberiye ve karanfil ekstraktı ile muamele edilen tavuk eti örneklerinin 15 günlük depolama ile bu değere ulaşmadığını göstermişlerdir.



Şekil 4.13 Tavuk eti örneklerinde depolama boyunca oluşan toplam canlı sayımı

4.14.4 Duyusal Analiz

Film ile kaplanmamış (T) ve K, S3, SM3 ve E3 ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin duyusal özellikleri (renk ve koku) Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Renk ve koku açısından SM3 ile kaplanmış filmlerin en düşük puanı aldığı görülmüştür. Ancak genel beğeni durumuna bakıldığında ise tüm tavuk örnekleri için verilen puanlar birbirine çok yakın bulunmuş ve aralarında farklılıklar gözlenmemiştir (Çizelge A.41-44). Tavuk eti örneklerini 5 gün boyunca depolamanın genel beğeni puanlarını değiştirmedeği gözlenmiştir.

Çizelge 4.11. Filmlerle kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi

Film Tipi	Duyusal Değ. Sonuçları	0.gün	1.gün	3.gün	5.gün
Renk					
K		3.62 ^{abc} ± 0.695	3.62 ^{abc} ± 0.695	3.37 ^{abcd} ±0.992	3.31 ^{abcd} ±0.428
T		4.24 ^{ab} ±2.291	4.5 ^a ±0.707	3.37 ^{abcd} ±1.494	3.5 ^{abcd} ±0.707
S3		3.95 ^{ab} ± 0.484	3.49 ^{abcd} ± 0.5	2.12 ^d ± 0.927	3.81 ^{abc} ±0.788
SM3		3.12 ^{abcd} ±0.927	2.37 ^{cd} ±0.856	2.37 ^{cd} ±0.927	2.87 ^{bcd} ±0.788
E3		3.78 ^{abc} ± 0.428	3.12 ^{abcd} ± 0.617	3.37 ^{abcd} ±0.901	3.37 ^{abcd} ±0.925
Koku					
K		3.24 ^{abc} ± 0.433	2.37 ^{bc} ± 0.484	3.9 ^a ± 0.704	2.87 ^{abc} ±0.780
T		3.81 ^a ± 0.433	3.49 ^{ab} ± 1.125	2.81 ^{abc} ± 1.170	75 ^{abc} ±1.089
S3		3.49 ^{ab} ± 0.5	2.87 ^{abc} ±0.780	2.37 ^{ab} ± 0.927	3.37 ^{abc} ±0.992
SM3		3.24 ^{abc} ± 0.927	2.49 ^{bc} ± 0.707	3 ^{abc} ± 1.224	2.25 ^c ±0.968
E3		3.94 ^a ± 1.013	3.49 ^{ab} ± 1.224	3.87 ^a ± 0.927	3.25 ^{abc} ±0.433
Beğeni Durumu					
K		3.62 ^{ab} ± 0.659	3.37 ^{bc} ±0.695	3.24 ^{bc} ± 0.968	3.25 ^{bc} ±0.829
T		4.37 ^a ± 0.695	3.74 ^{ab} ±1.035	3 ^{bc} ± 1.224	3.12 ^{bc} ±0.599
S3		3.81 ^{ab} ± 0.661	3.87 ^{ab} ±0.780	2.49 ^a ±0.866	3.5 ^{ab} ±0.866
SM3		3.24 ^{bc} ±0.661	2.49 ^c ±0.866	2.99 ^{bc} ± 0.866	3.12 ^{bc} ±0.866
E3		3.66 ^{ab} ± 0.866	2.99 ^{bc} ± 1.118	3.62 ^{ab} ±0.992	3.37 ^{bc} ±0.856

Genel Beğeni Durumu					
K		3.29 ^a ± 0.654	3.03 ^{ab} ±0.512	3.64 ^a ±0.503	3 ^{ab} ±0.707
T		3.42 ^a ± 0.896	3.41 ^a ± 0.904	3.14 ^{ab} ± 1.284	3.12 ^{ab} ±0.599
S3		3.58 ^a ± 0.463	3.58 ^a ±0.463	1.97 ^c ± 0.707	3.66 ^a ±0.835
SM3		3.24 ^a ± 0.661	2.24 ^{bc} ± 0.866	3.70 ^a ±0.968	3.37 ^a ±0.780
E3		3.13 ^{ab} ±0.928	2.96 ^{ab} ±0.971	3.70 ^a ±0.654	3.37 ^a ±0.695

Aynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olduğunu gösterir ($p<0.05$).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı farklı bitkilerden (*Santolina chamaecyparissus*, *Schinus molle*, ve *Eucalyptus globulus*) elde edilen esansiyel yağların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi ve farklı oranlarda (%1, %2 ve %3) esansiyel yağ ilavesinin karboksimetil selüloz bazlı filmlerin fizikokimyasal, mekanik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi olmuştur. Ayrıca filmler (%0 ve %3 esansiyel yağ içeren) tavuk göğüs eti üzerine uygulanmış ve tavuk etinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerinde etkisi araştırılmıştır.

S, SM ve E esansiyel yağların ana bileşiği sırasıyla Artemisia (%30.61), α -Phellandrene (%23.95) ve 1,8-Cineol (%69.32) olarak bulunmuştur. Esansiyel yağların farklı mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon gücünde önemli farklılıklar olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Test edilen *E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *B.subtilis*, *E. fecalis* ve *S. aureus* mikroorganizmalarının üzerinde en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olan esansiyel yağlar sırasıyla SM (19.75 ± 0.25 mm), E (16.50 ± 0.05 mm), E (19.50 ± 0.50 mm), S (20.00 ± 5.00 mm), E (19.50 ± 0.5 mm) ve S (17.50 ± 2.50 mm) olarak bulunmuştur.

S, SM ve E esansiyel yağlarıyla hazırlanan filmlerde yağ içeriğindeki %1'den %3'e artış filmlerin nem içeriklerinde ve suda çözünürlüklerinde azalmaya neden olurken, su buharı geçirgenliğinde ise S ve SM esansiyel yağı içeren filmlerde artışa ve E esansiyel yağı içeren filmde ise azalışa sebep olmuştur. Filmlerin esansiyel yağ içeriğinin %1'den %3'e artışı filmlerin opaklık değerlerini arttırmıştır ve önemli farklılıklar bulunmuştur. Filmler mekanik özellikler açısından birbirinden farklılıklar göstermiştir. SM ve E esansiyel yağı içeren filmlerde TS'de artış gözlenirken, S esansiyel yağı içeren filmlerde ise azalış görülmüştür. Filmlerin mikroyapıları ise %1 ve %2 esansiyel yağ içeren filmlerde daha homojen yapıda görülmüştür.

Filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. S ve E esansiyel yağı içeren filmlerin test edilen tüm mikroorganizmalar (*E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *B. subtilis*, *E. fecalis* ve *S. aureus*) üzerinde inhibisyon etkisi görülürken, SM esansiyel yağ ile oluşturulan filmlerin ise seçici bir şekilde sadece *E. coli*, *B. subtilis* ve *S. typhi*'nin büyümesi üzerinde inhibisyon etkisinin olduğu

saptanmıştır. En yüksek oranda (%3) esansiyel yağ içeren filmlerin daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği bu çalışmayla belirlenmiştir.

Bu çalışma ile farklı kaynaklardan elde edilen esansiyel yağlarla hazırlanan filmlerin yapısal özelliklerinin farklı olabileceği ve aynı zamanda antimikrobiyal güçlerinde önemli farklılıklar olabileceği görülmüştür.

Hazırlanan filmlerin uygulanabilirliğini test etmek amacıyla homojen yapısı ve mikrobiyal bozulmaya elverişli olması nedeniyle tavuk eti seçilmiş ve mikrobiyolojik ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar depolama süresi sonunda tavuk eti örneklerinin mikrobiyal yükünün kabul edilebilir seviyede olduğunu göstermiştir. Ayrıca filmle kaplanmış tavuk eti örneklerinin duyu açıdan kaplanmamış tavuk etinden önemli bir farklılık oluşturmadığı saptanmıştır.

Tüm deneysel sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda *Eucalyptus globulus* (E) %3 ve *Santolina chamaecyparissus* (S) %3 esansiyel yağı ile üretilen CMC bazlı yenilebilir filmin fiziksel, mekanik, antioksidan ve antimikrobiyal özellikler açısından en iyi sonuç veren filmler olduğuna karar verilmiştir. Bulgularımız, S, SM ve E içeren CMC filmlerin, bozulma ve oksidasyonu önlemek veya geciktirmek, mikrobiyal yükü önlemek için biyolojik olarak parçalanabilen bir ambalaj malzemesi olarak üretilmesine ve bu ambalajın potansiyel uygulamalara sahip olduğunu göstermiştir. Ancak kullanılan esansiyel yağların filme katmış olduğu farklı etkiler sonucunda, yağların birbiriyle olan sinerjistik etkisini göstermek için daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, M., Damirchi, S., Shafaf, M., Rezaei, M., Ariaii, P., Carboxymethyl cellulose-agar biocomposite film activated with summer savory essential oil as an antimicrobial agent, *International Journal of Biological Macromolecules*, 561-568, 2019.
- Abir, K., Majdi, H., Manef, A., Sameh, A., Schinus molle: Chemical analysis, phenolic compounds and evaluation of its antioxidant activity, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(5): 93-101, 2016.
- Aghraz, A., Gonçalves, S., Rodríguez-Solana, R., Dra, L. A., Stefano, V. D., Dugo, G., Romano, A., Antioxidant activity and enzymes inhibitory properties of several extracts from two Moroccan Asteraceae species, *South African Journal of Botany*, 118, 58-64, 2018.
- Ahmed, J., Mulla, M., Arfat, Y. A., Thai, L. A., Mechanical, thermal, structural and barrier properties of crab shell chitosan/graphene oxide composite films, *Food Hydrocolloids*, 71, 141-148, 2017.
- Ait-Ouazzou, A., Lorán, S., Bakkali, M., Laglaoui, A., Rota, C., Herrera, A., Conchello, P., Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Thymus algeriensis*, *Eucalyptus globulus* and *Rosmarinus officinalis* from Morocco, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(14), 2643-2651, 2011.
- Akhtar, H. M., Kowalczyk, D., Zięba, E., Kazimierczak, W., Mężyńska, M., Cembala, M. B., Wiącek, A. E., Production and characterization of CMC-based antioxidant and antimicrobial films enriched with chickpea hull polysaccharides, *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 469-477, 2018.
- Aldana, D. S., Ochoa, S. A., Aguilar, C. N., Esquivel, J. C., Moorillón, G. V., Antibacterial activity of pectic-based edible films incorporated with Mexican lime essential oil, *Food Control*, 50, 907-912, 2015.

- Alnawari, H., Demirci, B., Hanoğlu, A., Hanoğlu, D., Çalış, İ., Başer, K. H., Chemical characterization of *Schinus molle* L. essential oils from North Cyprus, *Natural Volatiles and Essential Oils*, 5(3), 7-12, 2018.
- Álvarez, B., Damiani, N., Czerner, M., Martucci, J., Gende, L., Application of active and edible films of sodium caseinate to extend the shelf-life of Argentine Pategrás Cheese, *Journal of Applied Packaging Research*, 2019.
- Atef, M., Rezaei, M., Behrooz, R., Characterization of physical, mechanical, and antibacterial properties of agar-cellulose bionanocomposite films incorporated with savory essential oil, *Food Hydrocolloids*, 45, 150-157, 2015.
- Azadbakht, E., Maghsoudlou, Y., Khomiri, M., Kashiri, M., Development and structural characterization of chitosan films containing *Eucalyptus globulus* essential oil: Potential as an antimicrobial carrier for packaging of sliced sausage, *Food Packaging and Shelf Life*, 17, 65-72, 2018.
- Balasubramanian, A., Rosenberg, L. E., Yam, K., Chikindas, M. L., Antimicrobial Packaging: Potential vs. Reality—A Review, *Journal of Applied Packaging Research*, 3(4), 193-220, 2009.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., Kaur, S., *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide, *Forest Ecology and Management*, 256, 2166–2174, 2008.
- Bazzaz, A. E., Hakimzadeh, V., Noghabi, M. S., Preparation and study of carboxymethyl cellulose biodegradable films properties containing *Mentha pulegium* essential oil, *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 2019.
- Behbahan, B. A., Noshad, M., Falah, F., Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy, *Microbial Pathogenesis*, 2019.
- Bendaoud, H., Romdhane, M., Souchard, J. P., Cazaux, S., Bouajila, J., Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus Molle* L. and *Schinus Terebinthifolius* raddi berries essential oils, *Journal of Food Science*, 75(6), 2010.

- Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., Baskaran, D., Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications, *Grain Oil Science and Technology*, 49-55, 2019.
- Bonilla, J., Atarés, L., Vargas, M., Chiralt, A., Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations, *Journal of Food Engineering*, 10, 208–213, 2012.
- Boudjedjou, L., Ramdani, M., Zeraib, A., Benmeddour, T., Fercha, A., Chemical composition and biological activities of Algerian *Santolina africana* essential oil, *Scientific African*, 4, 2019.
- Boudoukha, C., Bouriche, H., Elmastas, M., Aksit, H., Kayir, O., Genc, N., Senator, A., Antioxidant activity of polyphenolic leaf extract antioxidant activity of polyphenolic leaf extract and the isolated luteolin-7-O-glucoside, *Journal of Pharmaceutical Research International*, 22(3), 1-12, 2018.
- Boudoukha, C., Bouriche, H., Ortega, E., Senator, A., Immunomodulatory effects of *Santolina chamaecyparissus* leaf extracts on human neutrophil functions, *Pharmaceutical Biology*, 1744-5116, 2016.
- Boudoukha, C., Elmastas, M., Aksit, H. Antioxidant capacity and phenolic content of *Santolina chamaecyparissus* L. methanol extract, *International Journal of Green Pharmacy*, 13(3), 260-268, 2019.
- Bourtoom, T., Review article edible films and coatings: characteristics and properties, *International Food Research Journal*, 15(3), 237-248, 2008.
- Cazón, I., Velazquez, G., Ramírez, J. A., Vázquez, M., Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review, *Food Hydrocolloids*, 68, 136-148, 2017.
- Cervený, J., Meyer, J. D., Hall, P. A., Microbiological spoilage of meat and poultry products in: *Compendium of the microbiological spoilage, of food and beverages*, Food Microbiology and Food Safety, 2011.

- Chidanandaiah, K., Sanyal, M., Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat paties during refrigerated storage, *Journal of Muscle Foods*, 25-292, 2009.
- Chirane, M., Benchabane, O., Soumia, Nabil, B., Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and ethanol extract of *Santolina chamaecyparissus* L., *Revue Agrobiologia*, 9(2), 1660-1668, 2019.
- Cortez, W.R., Pizato, S., Prentice, C., Quality of raw chicken breast stored at 5 °C and packaged under different modified atmospheres, *Journal of Food Safety*, 2012.
- Crizel, T. D., Rios, A. D., Alves, V. D., Bandarra, N., Martins, M. M., Flores, S. H., Active food packaging prepared with chitosan and olive pomace, *Food Hydrocolloids*, 134, 604-612, 2018.
- Culebras, G. O., Bourbon, A. I., Costa, M. J., Tebar, N. M., Carmona, M., Molina, A., Vicente, A. A., Optimization of a chitosan solution as potential carrier for the incorporation of *Santolina chamaecyparissus* L. solid by-product in an edible vegetal coating on 'Manchego' cheese, *Food Hydrocolloids*, 89, 272, 2019.
- Danijela, Š., Lazi, V., Senka, P., Nevena, H., Edible films and coatings – sources, properties and application, 2015.
- Dashipour, A., Khaksa, R., Hosseini, H., Aliabadi, S. S., Ghanat, K., Physical, antioxidant and antimicrobial characteristics of carboxymethyl cellulose edible film cooperated with clove essential oil, *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 2014.
- Dashipour, A., Razavilar, V., Hosseini, H., Aliabadi, S. S., German, J. B., Ghanati, K., Khaksar, R., Antioxidant and antimicrobial carboxymethyl cellulose films containing *Zataria multiflora* essential oil, *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 606-613, 2015.
- Debeaufort, F., Gallo, J. A., Voilley, A., Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313, 1998.

- Demirci, B., Özek, T., Baser, K. H., Chemical composition of *Santolina chamaecyparissus* L. essential oil, *Journal of Essential Oil Research*, 12(5), 625-627, 2000.
- Dezsi, Ş., Bădărău, A. S., Bischin, C., Vodnar, D. C., Dumitrescu, R. S., Gheldiu, A. M., Vlase, L., Antimicrobial and antioxidant activities and phenolic profile of *Eucalyptus globulus* Labill. and *Corymbia ficifolia* (F. Muell.), *Molecules*, 20, 4720-4734, 2015.
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., Shakila, B., Edible films from polysaccharides, *Food Science and Quality Management*, 2012.
- Djedd, S., Djebile, K., Hadjbourega, G., Achour, Z., Argyropoulou, C., Skaltsa, H., In vitro antimicrobial properties and chemical composition of *Santolina chamaecyparissus* essential oil from Algeria, *Natural Product Communications*, 7(7), 937-940, 2012.
- Dong, F., Wang, X., Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry, *Food Science and Technology*, 117-122, 2018.
- Duan, J., Cherian, G., Zhao, Y., Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings, *Food Chemistry*, 524-532, 2010.
- Erdem, I. G., Diblan, S., Kaya, S., Development and structural assessment of whey protein isolate/sunflower seed oil biocomposite film, 270-280, 2019.
- Eryigit, T., Yildirim, B., Ekici, K., Çirka, M., Chemical composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Schinus molle* L. essential oil from Turkey, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2017.
- Etxabide, A., Uranga, J., Guerrero, P., Caba, K. D., Development of active gelatin films by means of valorisation of food processing waste: A review *Food Hydrocolloids*, 192-198, 2017.
- Evangelho, J. A., Dannenberg, G. S., Biduski, B., Halal, S. L., Kringe, D. H., Gularte, M. A., Zavareze, E. R., Antibacterial activity, optical, mechanical, and barrier

- properties of corn starch films containing orange essential oil, *Carbohydrate Polymers*, 2019.
- Galus, S., Functional properties of soy protein isolate edible films as affected by rapeseed oil concentration, *Food Hydrocolloids*, 85, 233-241, 2018.
- Garg, S. N., Gupta, D., Mehta, V. K., Kumar, S., Volatile constituents of the essential oil of *Sanfolina chamaecyparissus* Linn. from the Southern Hills of India, *Journal of Essential Oil Research*, 2163-8152, 2001.
- Genskowsky, E., Puente, L. A., Álvarez, J. A., Lopez, F., Muñoz, L., Martos, M. V., Assessment of antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with maqui berry (*Aristotelia chilensis*), *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1057-1062, 2015.
- Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., Physical properties of edible emulsified films based on carboxymethyl cellulose and oleic acid, *International Journal of Biological Macromolecules*, 44-49, 2011.
- Giteru, S. G., Oey, I., Ali, M. A., Johnson, S. K., Fang, Z., Effect of kafirin-based films incorporating citral and quercetin on storage of fresh chicken fillets, *Food Control*, 2017.
- Harkat-Madouria, L., Asma, B., Madani, K., Saida, Z. B.-O., Rigou, P., Grenier, D., Makhlou, L.B., Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. *Industrial Crops and Products*, 78, 148-153, 2015.
- Hashemi, S. M., Khaneghah, A. M., Characterization of novel basil-seed gum active edible films and coatings containing oregano essential oil, *Progress in Organic Coatings*, 110, 35-41, 2017.
- Hasheminya, S. M., Mokarrama, R. R., Ghanbarzadeha, B., Hamishekar, H., Kafil, H. S., Dehghannya, J., Development and characterization of biocomposite films made from kefiran, carboxymethyl cellulose and *Satureja Khuzestanica* essential oil, *Food Chemistry*, 289, 443–452, 2019.

- Hassan, B., Chatha, S. A., Hussain, A. I., Zia, K. M., Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible, *International Journal of Biological Macromolecules*, 1095–1107, 2018.
- Huang, M., Wang, H., Xu, X., Lu, X., Song, X., Zhou, G., Effects of nanoemulsion-based edible coatings with composite mixture of rosemary extract and ϵ -poly-L-lysine on the shelf life of ready-to-eat carbonado chicken, *Food Hydrocolloids*, 2020.
- Işık, H., Dağhan, Ş., Gökmen, S., Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 26-35, 2013.
- Jiang, T., Duan, Q., Zhu, J., Liu, H., Yu, L., Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities, *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 2019.
- Jiménez, A., Fabra, M. J., Talens, P., Chiralt, A., Effect of lipid self-association on the microstructure and physical properties of hydroxypropyl-methylcellulose edible films containing fatty acids, *Carbohydrate Polymers*, 82, 585-593, 2010.
- Kaewprachu, P., Amara, C., Oulahal, N., Gharsallaou, A., Joly, C., Tongdeesoontorn, W., Degraeve, P., Gelatin films with nisin and catechin for minced pork preservation, *Food Packing and Shelf Life*, 18, 173-183, 2018.
- Khubeiz, M. J., Mansou, G., In vitro antifungal, antimicrobial properties and chemical composition of *Santolina chamaecyparissus* essential oil in Syria, *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 8(5), 372-378, 2016.
- Kokoszka, S., Debeaufor, F., Hambleton, A., Lenart, A., Voilley, A., Protein and glycerol contents affect physico-chemical properties of soy protein isolate-based edible films, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 503–510, 2010.
- Kootenaie, F. V., Ariaai, P., Shurmasti, D. K., Nemati, M., Effect of chitosan edible coating enriched with Eucalyptus essential oil and A-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage, *Journal of Food Safety*, 2016.

- Kraśniewska, K., Gniewosz, M., Substances with antibacterial activity in edible films – A Review, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62, 199-206, 2012.
- Kumar, S., Mukherjee, A., Dutta, J., Chitosan based nanocomposite films and coatings: Emerging antimicrobial food packaging alternatives, *Trends in Food Science & Technology*, 2019.
- Lacroix, M., Ouattara, B., Saucier, B., Giroux, M., Smoragiewicz, W., Effect of gamma irradiation in presence of ascorbic acid on microbial composition and TBARS concentration of ground beef coated with an edibal active coating radiation, 71-75, 2004.
- Laith, S. A., Hashimi, A. G., Mechanical Properties of carboxymethyl cellulose edible films, *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 32(1), 68-78, 2019.
- Li, X., Wasila, H., Liu, L., Yuan, T., Gao, Z., Zhao, B., Ahmad, I., Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis, *Food Chemistry*, 175, 574-585, 2015.
- Martins, M. d., Arantes, S., Candeias, F., Tinoco, M. T., Morais, J. C., Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils, *Journal of Ethnopharmacology*, 2013.
- Martins, M. R., Arantes, S., Candeias, F., Tinoco, M. T., Cruz-Morais, J., Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oils, *Journal of Ethnopharmacology*, 151(1), 485-492, 2014.
- Martos, M. V., Navajas, Y. R., Zapata, E. S., López, J. F., Álvarez, J. A., Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet, *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 13-19, 2009.
- Mehani, M., Segni, L., Antimicrobial effect of essential oil of plant *Schinus molle* on some bacteria pathogens, *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*, 12(7), 2013.
- Mehyar, G. F., Nabulsi, A. A., Saleh, M., Olaimat, A. N., Holley, R. A., Effects of chitosan coating containing lysozyme or natamycinon shelf-life, microbial

- quality, and sensory properties of Halloumi cheese brined in normal and reduced salt solutions, *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017.
- Messaoudi, D., Bouriche, H., Demirtas, I., Senator, A., Phytochemical Analysis and Hepatoprotective activity of Algerian *Santolina chamaecyparissus* L. extracts, *Annual Research & Review in Biology*, 25(2), 1-12, 2018.
- Mishra, A. K., Sahu, N., Mishra, A., Ghosh, A. K., Jha, S., Chattopadhyay, P., Phytochemical screening and antioxidant activity of essential oil of *Eucalyptus* leaf, *Pharmacognosy Journal*, 2010.
- Mkandawire, M., Aryee, A., Resurfacing and modernization of edible packaging material technology, *Current Opinion in Food Science*, 104-112, 2018.
- Mohkam, A., Garavand, F., Dehnad, D., Keramat, J., Nasirpour, A., Physical, mechanical, thermal and structural characteristics of nanoencapsulated vitamin E loaded carboxymethyl cellulose films, *Progress in Organic Coatings*, 138, 2020.
- Noori, S., Zeynali, F., Almasi, H., Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets, *Food Control*, 312-320, 2018.
- Noshirvani, N., Ghanbarzadeh, B., Gardrat, C., Rezaei, M. R., Hashemi, M., Coz, C. L., Coma, V., Cinnamon and ginger essential oils to improve antifungal, physical and mechanical properties of chitosan-carboxymethyl cellulose films, *Food Hydrocolloids*, 70, 36-45, 2017.
- Oh, Y. A., Oh, Y. J., Song, A. Y., Won, J. S., Song, K. B., Min, S. C., Comparison of effectiveness of edible coatings using emulsions containing lemongrass oil of different size droplets on grape berry safety and preservation, *Food Science and Technology*, 742-750, 2017.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., Hosseini, S. M., Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water, *Food Chemistry*, 122, 161–166, 2010.

- Pan, F., Granda, X. C., Maté, J. I., Antimicrobial efficiency of edible coatings on the preservation of chicken breast fillets, *Food Control*, 69-75, 2014.
- Patricia, C., Gonzalo, V., Jose, R., Vazquez., Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review, *Food Hydrocolloids*, 136-148, 2017.
- Paviath, A. E., Orts, W., *Edible Films and Coatings: Why, What, and How? Chapter, 1. Edible Films and Coatings for Food application*, 2009.
- Pavinatto, A., Mattos, A. V., Malpass, A. C., Okura, M. H., Balogh, D. T., Sanfelice, R. C., Coating with chitosan-based edible films for mechanical/biological protection of strawberries, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019.
- Peng, Y., Li, Y., Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical and structural properties of chitosan films, *Food Hydrocolloids*, 36, 287-293, 2014.
- Perez, L. M., Piccirilli, G. N., Delorenzi, N. J., Verdini, R. A., Effect of different combinations of glycerol and/or trehalose on physical and structural properties of whey protein concentrate-based edible films, *Food Hydrocolloids*, 352-359, 2016.
- Ponce, A. G., Rouraa, S. I., Vallea., C., Moreira, M., Antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies, *Postharvest Biology and Technology*, 294-300, 2008.
- Poverenova, E., Zaitsev, Y., Arnona, H., Granit, R., Alkalai-Tuvia, S., Perzelana, Y., Fallik, E., Effects of a composite chitosan–gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers, *Postharvest Biology and Technology*, 106-109, 2014.
- Priyadarshi, R., Sauraj, Kumar, B., Deebaa, F., Kulshreshtha, A., Negi, Y. S., Chitosan films incorporated with Apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil as active food packaging material, *Food Hydrocolloids*, 85, 158-166, 2018.
- Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Mirhosseini, S. H., Mohammad, S., Hosseini, H., Effect of carboxymethyl cellulose-based coatings incorporated with Zataria

- multiflora Boiss, essential oil and grape seed extract on the shelf life of rainbow trout fillets, *Food Science and Technology*, 898-904, 2015.
- Ruchir, P., Bijender, K., Sauraj, Farha, D., Anurag, K., Yuvraj, S. N., Chitosan films incorporated with Apricot (*Prunus armeniaca*) kernel essential oil as an, *Food Hydrocolloids*, 2018.
- Sahraee, S., Milani, J. M., Regenstein, J. M., Kafil, H. S., Protection of foods against oxidative deterioration using edible films and coatings: A review, *Food Bioscience*, 2019.
- Saklani, P., Siddhnath, Kishor, S., D. a., Singh, S. M., A review of edible packaging for foods, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2885-2895, 2019.
- Sala, A., Recio, M. C., Giner, R. M., Mdfiez, S., Rios, J.-l., Anti-phospholipase A2 and anti-inflammatory activity of *Santolina chamaecyparissus*, *Life Science*, 35-40, 1999.
- Salah-Fatnassi, A. B., Hassayoun, F., Cheraif, I., Khan, S., Jannet, H. B., Hammami, M., Harzallah-Skhiri, F., Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of flowerhead and root essential oils of *Santolina chamaecyparissus* L., growing wild in Tunisia, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 875-882, 2017.
- Sauced, C. A., Márquez, G. R., González, C. R., Macías, M. A., Pierro, P. D., Application of transglutaminase crosslinked whey protein–pectin coating improves egg quality and minimizes the breakage and porosity of eggshells, *Food Science Technology*, 124-130, 2017.
- Scartazzini, L., Tosati, J. V., Cortez, D. H., Rossi, M. J., Floires, S. H., Hubinger, M. D., Monteiro, A. R., Gelatin edible coatings with mint essential oil (*Mentha arvensis*):film characterization and antifungal properties, *Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4045–4056, 2019.

- Shahbaz, Y., Shavisi, N., Chicken meat hamburger preservation using antimicrobial packaging containing cinnamon extract, *Journal of Nutrition Fasting and Health*, 6, 7-14, 2018.
- Sharma, L., Singh, C., Sesame protein based edible films: Development and characterization, *Food Hydrocolloids*, 139-147, 2016.
- Shojaee-Aliabadi S., Ghasemlou M., Aliheidari N., Fahmi R., Keshavarz B., Cran M.J., Khaksar R., Physical, mechanical and barrier properties of corn starch films incorporated with plant essential oils, *Carbohydrate Polymer*, 98, 1117-1126, 2013.
- Silva, K. S., Fonseca, T. R., Amoda, L. R., Mauro, M. A., Physicochemical and microstructural properties of whey protein isolate-based films with addition of pectin, *Food Packaging and Shelf Life*, 122-128, 2018.
- Smith, J. R., Marcuzzo, E., Karbowiak, T., Centa, J., Giacometti, M., Scapin, F., Debeaufort, F., Effect of lipid incorporation on functional properties of wheat gluten based edible films, *Journal of Cereal Science*, 275-282, 2016.
- Sogut, E., Seydim, A. C., The effects of Chitosan and grape seed extract-based edible films on the quality of vacuum packaged chicken breast fillets, *Food Packaging and Shelf Life*, 18, 13-20, 2018.
- Souza, A. C., Goto, G. E., Mainardi, J. A., Coelho, A. C., Tadini, C. C., Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil I: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties, *Food Science and Technology*, 54, 346-352, 2013.
- Stanko, K. C., Orlic', S., Politeo, O., Strikic', F., Kolak, I., Milos, M., Satovic, Z., Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum* taxa, *Food Chemistry*, 196-201, 2010.
- Su, J. F., Huang, Z., Yuan, X. Y., Li, M. Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions, *Carbohydrate Polymers*, 79(1), 145-153, 2010.

- Süfer, Ö., Bozok, F., Determination of volatile components and antioxidant activity of essential oil obtained from Kastamonu garlic by microwave-assisted clevenger system, *The Journal of Food*, 44(1), 2019.
- Takma, D. K., Korel, F., Active packaging films as a carrier of black cumin essential oil: Development and effect on quality and shelf-life of chicken breast meat, *Food Packaging and Shelf Life*, 210-217, 2019.
- Thakur, R., Saberi, B., Pristijono, P., Golding, J., Stathopoulos, C., Scarlett, C., Vuong, Q., Characterization of rice starch-carrageenan biodegradable edible film, effect of stearic acid on the film properties, *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 952-960, 2016.
- Tokatlı, A., Demirdöven, A., Kitosan ve kitosan bazlı yenilebilir film uygulamaları , *Akademik Gıda*, 348-353, 2015.
- Traoré, N., Bouaré, S., Sidibea, L., Somboro, A. A., Fofana, B., Tangara, O., Figueiredo, G., Antimicrobial activity of essential oils of *Eucalyptus camaldulensis* from Mali, *Pelagia Research Library* , 69-73, 2014.
- Tulamandi, S., Rangarajanb, V., Rizvic, S. S., Singhal, R. S., Chattopadhyaya, S. K., Saha, N. C., A biodegradable and edible packaging film based on papaya puree, gelatin and defatted soy protein, *Food Packaging and Shelf Life*, 60-71, 2016.
- Tural, S., Sarıcıoğlu, F. T., Turhan, S., Yenilebilir film ve kaplamalar: Üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımlar, *Akademik Gıda*, 84-94, 2017.
- Ulusoy, B. H., Yıldırım, F. K., Hecer, C., Edible films and coatings: a good idea from past to future technology, *Journal of Food Technology Research*, 28-33, 2018.
- Unluturk, S., Atilgan, M. R., Microbial safety and shelf life of UV-C treated freshly squeezed white grape juice, *Journal of Food Science*, 80(8), 2015.
- Uran, H., Çetin, B., Etil pirüvat buharının tavuk etinin raf ömrü üzerine etkisi, *European Journal of Science and Technology*, 2018.

- Valizadeh, S., Naseri, M., Babaei, S., Hosseini, S. M., Imani, A., Development of bioactive composite films from chitosan and carboxymethyl cellulose using glutaraldehyde, cinnamon essential oil and oleic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 604-612, 2019.
- Wang, X., Yong, H., Gao, L., Li, L., Jin, M., Liu, J., Preparation and characterization of antioxidant and pH-sensitive films based on chitosan and black soybean seed coat extract, *Food Hydrocolloids*, 89, 56-66, 2019.
- Xu, Q., Chen, C., Rosswurm, K., Yao, T., Janaswamy, S., A facile route to prepare cellulose-based films, *Carbohydrate Polymers*, 274-281, 2016.
- Zhang, H., Wu, J., Guo, X., Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 39-48, 2016.
- Zhang, C., Wang, Z., Li, Y., Yanga, Y., Ju, X., He, R., The preparation and physiochemical characterization of rapeseed protein hydrolysate-chitosan composite films, *Food Chemistry*, 694-701, 2019.

ÖZGEÇMİŞ

1.Adı Soyadı: Belma EKE

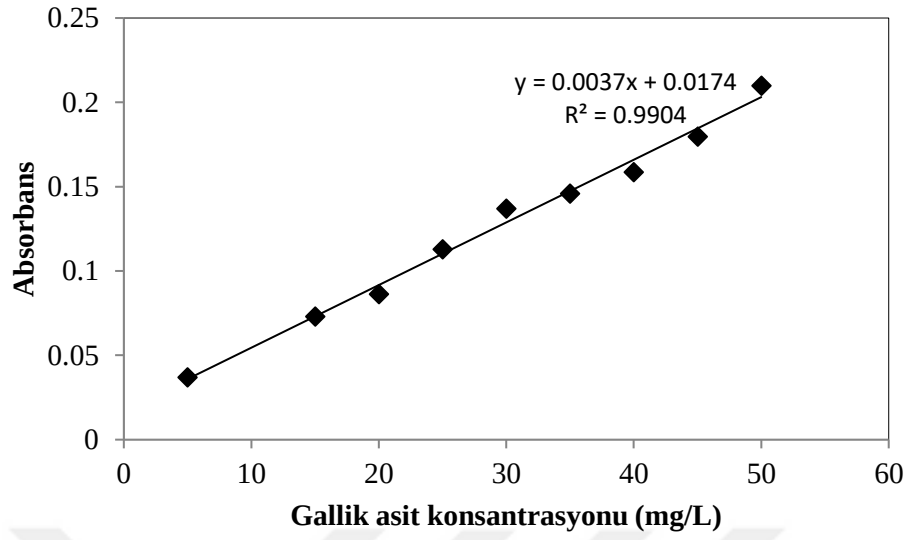
2.Doğum tarihi: 02.02.1994

3.Ünvan: Öğrenci

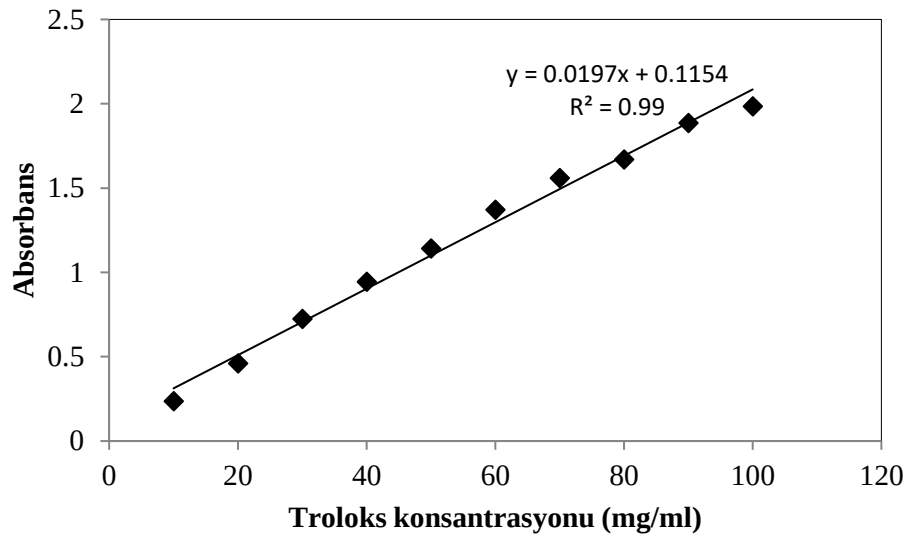
4.Öğrenim durumu: Lisans

Derece	Bölüm/program	Üniversite/okul	Bitirme Yılı
Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	-

EKLER



Şekil B.1 Gallik asit kalibrasyon eğrisi



Şekil B.2 FRAP metodu için trolox kalibrasyon eğrisi

Çizelge A.1 Esansiyel yağ çeşitlerinin (S, SM ve E) toplam fenolik madde içeriklerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
santolina	2	73,4760		
schinus	2		85,2940	
okaliptus	2			127,5315
Sig.		1,000	1,000	1,000

Çizelge A.2 Esansiyel yağların (S, SM ve E) *E.coli* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05
		1
E-E.coli	3	19,0000
S-E.coli	3	19,5000
SM-E.coli	3	19,7500
Sig.		,676

Çizelge A.3 Esansiyel yağların (S, SM ve E) *P.aeruginosa* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
SM-pseu	3	,0000	
S-pseu	3		16,2500
E-pseu	3		16,5000
Sig.		1,000	,707

Çizelge A.4 Filmlerin *Salmonella typhi* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a			
örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
SM-Salmonella	3	5,0000	
S-Salmonella	3		19,0000
E-Salmonella	3		19,5000
Sig.		1,000	,874

Çizelge A.5 Esansiyel yağların (S, SM ve E) *B.subtilis* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a		
örnek	N	Subset for alpha = 0.05
		1
E-bacillus	3	18,0000
SM-bacillus	3	19,0000
S-bacillus	3	20,0000
Sig.		,459

Çizelge A.6 Esansiyel yağların (S, SM ve E) *E.fecalis* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a			
örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
SM-entero	3	5,0000	
S-entero	3		19,2500
E-entero	3		19,5000
Sig.		1,000	,952

Çizelge A.7 Esansiyel yağların (S, SM ve E) *S.aureus* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a				
örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
SM-staph	3	,0000		
E-staph	3		14,0000	
S-staph	3			17,5000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Çizelge A.8 *Santolina chamaecyparissus* esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a		
örnek	N	Subset for alpha = 0.05
		1
S-pseu	3	16,2500
S-staph	3	17,5000
S-salmonella	3	19,0000
S-entero	3	19,2500
S-e.coli	3	19,5000
S-bacillus	3	20,0000
Sig.		,342

Çizelge A.9 *Schinus molle* esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a			
örnek	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
SM-staph	3	,0000	
SM-pseu	3	,0000	
SM-entero	3	5,0000	
SM-salmonella	3	5,0000	
SM-bacillus	3		19,0000
SM-e.coli	3		19,7500
Sig.		,075	,758

Çizelge A.10 *Eucalyptus globulus* esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan ^a					
örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
E-staph	3	14,0000			
E-pseu	3		16,5000		
E-bacillus	3			18,0000	
E-e.coli	3				19,0000
E-entero	3				19,5000
E-salmonella	3				19,5000
Sig.		1,000	1,000	1,000	,302

Çizelge A.11 Filmlerin kalınlıklarının Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örne k	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
K	3	4,1857							
SM1	3		6,5286						
S1	3			6,6429					
SM2	3				7,6714				
E1	3				7,6933				
E2	3					8,5714			
E3	3					8,5714			
S2	3						8,7571		
SM3	3							8,8571	
S3	3								9,4571
Sig.		1,000	1,000	1,000	,192	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge A.12 Filmlerin nem içeriklerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
SM3	3	19,2569		
E3	2	19,9798		
E2	4	20,1708	20,1708	
SM2	3	21,3896	21,3896	
S3	3	22,3010	22,3010	22,3010
S2	3	23,0881	23,0881	23,0881
E1	3	24,9432	24,9432	24,9432
SM1	3	25,5699	25,5699	25,5699
S1	3		26,4361	26,4361
K	3			28,0216
Sig.		,052	,052	,071

Çizelge A.13 Filmlerin suda çözünürlüklerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
SM3	3	71,0533						
E3	2	71,2350						
S3	3		74,5133					
SM2	3		74,9500					
E2	4		75,8613	75,8613				
S2	3			77,6233	77,6233			
S1	3				79,6700	79,6700		
E1	3					81,2133	81,2133	
SM1	3						82,6200	
K	3							88,8167
Sig.		,861	,229	,102	,060	,149	,186	1,000

Çizelge A.14 Filmlerin su buharı geçirgenliklerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örne k	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
K	3	1,6801								
E3	2		2,7940							
E2	4			2,8613						
K1	3				3,1641					
K2	3					3,3500				
K3	3						3,4151			
E1	3							3,4669		
S1	3								3,8783	
S3	3									4,6211
S2	3									4,6407
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,186

Çizelge A.15 Filmlerin L* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
E1	3	85,6067				
SM1	3	85,6867				
S1	3	86,2433	86,2433			
SM2	3	86,9633	86,9633	86,9633		
S2	3		87,7433	87,7433		
E2	4		87,7650	87,7650		
E3	2		88,0750	88,0750		
SM3	3			88,4900	88,4900	
S3	3				89,9800	
K	3					92,3633
Sig.		,135	,051	,101	,078	1,000

Çizelge A.16 Filmlerin a* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
SM2	3	,1700				
K	3	,1700				
SM3	3		,3567			
E1	3		,3700			
SM1	3			1,3933		
E3	2			1,4900		
E2	4			1,5175		
S2	3				1,8733	
S3	3				1,9033	
S1	3					2,1267
Sig.		1,000	,820	,054	,609	1,000

Çizelge A.17 Filmlerin b* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
S2	3	-2,3300					
S3	3	-1,8167	-1,8167				
S1	3		-1,2733				
E2	4			,0975			
E3	2			,2700			
SM1	3				2,8200		
K	3				3,6157	3,6157	
SM2	3					3,7300	
SM3	3					3,8633	3,8633
E1	3						4,6900
Sig.		,228	,203	,680	,068	,577	,059

Çizelge A.18 Filmlerin ΔE değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
S3	3	,7459				
S2	3		2,5761			
E3	2		3,1453	3,1453		
E2	4		3,4090	3,4090		
S1	3			4,1072		
K	3				6,1401	
SM3	3				6,1995	
SM1	3				6,5699	
SM2	3				6,7168	
E1	3					8,1818
Sig.		1,000	,227	,165	,414	1,000

Çizelge A.19 Filmlerin BI değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
S1	3	55,7347			
SM1	3	55,9947			
E1	3	55,9947			
S2	3		66,1553		
SM2	3		66,8656		
E2	4		69,1031	69,1031	
S3	3			75,7527	
SM3	3			75,9911	
E3	2			76,0789	
K	3				91,9906
Sig.		,943	,423	,073	1,000

Çizelge A.20 Filmlerin SI değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
S2	3	-3,7905					
S3	3	-2,8849	-2,8849				
S1	3		-2,0969				
E2	4			,1583			
E3	2			,4357			
K1	3				4,7025		
KN1	3				5,5928	5,5928	
K2	3				6,1276	6,1276	
K3	3					6,2372	
E1	3						7,8263
Sig.		,191	,253	,683	,056	,374	1,000

Çizelge A.21 Filmlerin opaklık değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
K	3	,3907				
K1	3	,7975	,7975			
E1	3		1,2505	1,2505		
S1	3		1,4960	1,4960		
S2	3			1,5543		
K2	3			1,5833		
S3	3			1,7037		
K3	3			1,7922		
E2	4				2,4981	
E3	2					3,7457
Sig.		,232	,058	,160	1,000	1,000

Çizelge A.22 Filmlerin gerilme kuvveti (TS) değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
K	3	24,6033					
S3	3	29,4300					
S2	3		40,0100				
E1	3		42,5550				
K1	3		47,2733	47,2733			
K2	3			50,7900			
K3	3			54,5050	54,5050		
E2	4				60,6200	60,6200	
S1	3					65,2800	
E3	2						77,0500
Sig.		,199	,071	,073	,108	,214	1,000

Çizelge A.23 Filmlerin kopmada uzama (El) değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
E3	2	14,4150						
K1	3	17,3600	17,3600					
S1	3		20,0850	20,0850				
E2	4			21,3200	21,3200			
K2	3				24,5200	24,5200		
S2	3					25,0500		
E1	3					28,0167		
K3	3						32,0033	
S3	3						33,0100	
K	3							37,0667
Sig.		,082	,106	,451	,060	,051	,538	1,000

Çizelge A.24 Filmlerin toplam fenolik madde içeriğinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K	3	,1520			
K1	3	,1591	,1591		
E1	3	,1615	,1615		
E2	4	,2230	,2230	,2230	
S1	3	,2239	,2239	,2239	
K2	3	,2387	,2387	,2387	
E3	2		,2507	,2507	
S2	3			,2739	
K3	3				,4212
S3	3				,4230
Sig.		,066	,053	,264	,965

Çizelge A.25 Filmlerin antioksidan aktivitesi (DPPH metodu) Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K1	3	1,1202			
K	3		1,6567		
K2	3		1,8363	1,8363	
E1	3			1,9388	
E2	4			1,9664	
E3	2			1,9712	
S1	3			1,9774	
S2	3			2,0040	2,0040
K3	3			2,0303	2,0303
S3	3				2,1926
Sig.		1,000	,074	,088	,074

Çizelge A.26 Filmlerin antioksidan aktivitesi (FRAP metodu) Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^{a,b}

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
K	3	5,2000					
K1	3		6,4667				
E1	3		6,8000				
K2	3			8,9667			
E2	4			9,0000			
S1	3			10,1000	10,1000		
K3	3				10,7667		
E3	2				11,1000	11,1000	
S2	3					12,2000	
S3	3						13,9333
Sig.		1,000	,542	,059	,093	,054	1,000

Çizelge A.27 Filmlerin *E.coli* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
K	3	,0000			
E1-E.coli	3		10,3333		
SM1-E.coli	3		12,0000	12,0000	
E2-E.coli	3		12,3333	12,3333	
S1-Ecoli	3		13,0000	13,0000	13,0000
SM2-E.coli	3		13,0000	13,0000	13,0000
S2-Ecoli	3		13,3333	13,3333	13,3333
S3-Ecoli	3			15,3333	15,3333
E3-E.coli	3			15,6667	15,6667
SM3-E.coli	3				16,6667
Sig.		1,000	,160	,092	,089

Çizelge A.28 Filmlerin *P.aeruginosa* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
SM1-Pseu	3	,0000						
SM2-Pseu	3	,0000						
SM3-Pseu	3	,0000						
K-Pseu	3	,0000						
E1-Pseu	3		8,0000					
E2-Pseu	3			9,3333				
S1-Pseu	3				14,0000			
E3-Pseu	3					16,0000		
S2-Pseu	3						18,0000	
S3-Pseu	3							20,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge A.29 Filmlerin *S. typhi* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
K-Salmonella	3	,0000						
SM1-Salmonella	3	1,3333						
SM2-Salmonella	3	2,0000						
SM3-Salmonella	3		5,0000					
E1-Salmonella	3			10,0000				
E2-Salmonella	3			12,0000	12,0000			
S1-Salmonella	3				13,3333	13,3333		
E3-Salmonella	3					16,0000	16,0000	
S2-Salmonella	3						17,3333	17,3333
S3-Salmonella	3							19,3333
Sig.		,176	1,000	,154	,335	,062	,335	,154

Çizelge A.30 Filmlerin *B. subtilis* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

Örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
K-Bacillus	3	,0000					
E1-Bacillus	3		7,3333				
SM1-Bacillus	3		9,6667	9,6667			
SM2-Bacillus	3			10,6667			
E2-Bacillus	3			10,6667			
S1-Bacillus	3			12,0000	12,0000		
S2-Bacillus	3				13,6667	13,6667	
SM3-Bacillus	3				14,3333	14,3333	
E3-Bacillus	3					16,0000	
S3-Bacillus	3						19,3333
Sig.		1,000	,082	,107	,097	,097	1,000

Çizelge A.31 Filmlerin *E.fecalis* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
SM-1-Enterö	3	,0000					
SM-2-Enterö	3	,0000					
SM-3-Enterö	3	,0000					
K-Enterö	3	,0000					
S1-Enterö	3		6,0000				
S2-Enterö	3			11,0000			
E1-Enterö	3			12,3333	12,3333		
S3-Enterö	3				13,6667	13,6667	
E2-Enterö	3					14,6667	
E3-Enterö	3						19,3333
Sig.		1,000	1,000	,124	,124	,242	1,000

Çizelge A.32 Filmlerin *S.aureus* üzerinde antimikrobiyal etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
SM-1--Staph	3	,0000				
SM-2--Staph	3	,0000				
MS-3--Staph	3	,0000				
K-Staph	3	,0000				
S1--Staph	3		8,0000			
E1--Staph	3			10,6667		
E2--Staph	3				13,3333	
S2--Staph	3					15,0000
E3--Staph	3					16,0000
S3--Staph	3					16,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	,058

Çizelge A.33 Film formülasyonlarında kullanılan esansiyel yağ çeşidi ve yağ miktarının ve ikisinin interaksiyonun analiz sonuçları üzerindeki etkisinin çift yönlü ANOVA ile belirlenmesi

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	kalınlık	,004 ^a	9	,000	.	.
	nem	162,412 ^b	9	18,046	33,960	,000
	SBG	13,825 ^c	9	1,536	8,534E9	,000
	L	77,243 ^d	9	8,583	67,170	,000
	a	10,965 ^e	9	1,218	862,535	,000
	b	126,606 ^f	9	14,067	361,415	,000
	E	98,037 ⁱ	9	10,893	119,772	,000
	BI	2276,896 ^j	9	252,988	50,076	,000
	SI	335,012 ^k	9	37,224	365,200	,000
	SÇ	2789,735 ^l	9	309,971	1,267	,357
	opaklık	12,681 ^m	9	1,409	42,476	,000
	TS	4450,840 ⁿ	9	494,538	192,523	,000
	Elon	904,270 ^o	9	100,474	90,423	,000
	dpph	1,657 ^p	9	,184	15,124	,000
	frap	115,058 ^q	9	12,784	45,822	,000
	fenolik	,181 ^r	9	,020	15,743	,000
Intercept	kalınlık	,093	1	,093	.	.
	nem	10129,767	1	10129,767	19063,132	,000
	SBG	180,788	1	180,788	1,004E12	,000
	L	139156,100	1	139156,100	1089071,412	,000
	a	18,605	1	18,605	13171,416	,000
	b	48,725	1	48,725	1251,836	,000
	E	431,633	1	431,633	4745,986	,000
	BI	88987,702	1	88987,702	17613,965	,000
	SI	126,352	1	126,352	1239,646	,000
	SÇ	102830,506	1	102830,506	420,250	,000
	opaklık	39,345	1	39,345	1186,046	,000
	TS	37361,082	1	37361,082	14544,602	,000
	Elon	12752,463	1	12752,463	11476,660	,000
	dpph	59,775	1	59,775	4910,887	,000
	frap	1366,215	1	1366,215	4896,829	,000
	fenolik	1,047	1	1,047	819,910	,000

Esansiyel	kalınlık	,000	2	7,622E-5	.	.
yağ çeşidi	nem	26,374	2	13,187	24,816	,000
	SBG	5,975	2	2,988	1,660E10	,000
	L	1,929	2	,965	7,549	,010
	a	5,412	2	2,706	1915,653	,000
	b	85,231	2	42,615	1094,866	,000
	H	42287,317	2	21143,659	2172,059	,000
	C	3,609	2	1,805	126,110	,000
	E	46,058	2	23,029	253,213	,000
	BI	20,680	2	10,340	2,047	,180
	SI	226,989	2	113,494	1113,495	,000
	SÇ	558,890	2	279,445	1,142	,358
	opaklık	3,151	2	1,576	47,494	,000
	TS	536,217	2	268,108	104,374	,000
	Elon	50,939	2	25,470	22,922	,000
	dpph	,629	2	,315	25,854	,000
	frap	34,614	2	17,307	62,033	,000
	fenolik	,032	2	,016	12,428	,002
Esansiyel yağ miktarı	kalınlık	,001	2	,001	.	.
	nem	77,027	2	38,513	72,478	,000
	SBG	,053	2	,026	1,471E8	,000
	L	31,488	2	15,744	123,215	,000
	a	,034	2	,017	12,063	,002
	b	10,387	2	5,193	133,426	,000
	E	31,196	2	15,598	171,505	,000
	BI	481,874	2	240,937	47,690	,000
	SI	29,215	2	14,608	143,316	,000
	SÇ	787,074	2	393,537	1,608	,248
	opaklık	3,626	2	1,813	54,648	,000
	TS	76,603	2	38,302	14,911	,001
	Elon	66,248	2	33,124	29,810	,000
	dpph	,497	2	,249	20,424	,000
	frap	41,258	2	20,629	73,939	,000
	fenolik	,110	2	,055	43,112	,000
Esansiyel yağ çeşidi *	kalınlık	,000	4	4,756E-5	.	.
esansiyel yağ miktarı	nem	9,756	4	2,439	4,590	,023
	SBG	1,304	4	,326	1,812E9	,000
	L	1,931	4	,483	3,778	,040
	a	3,443	4	,861	609,443	,000
	b	19,922	4	4,981	127,959	,000

	E	16,709	4	4,177	45,931	,000
	BI	515,454	4	128,864	25,507	,000
	SI	54,048	4	13,512	132,567	,000
	SÇ	1001,656	4	250,414	1,023	,441
	opaklık	2,460	4	,615	18,537	,000
	TS	2551,666	4	637,916	248,340	,000
	Elon	508,899	4	127,225	114,497	,000
	dpph	,395	4	,099	8,116	,003
	frap	2,916	4	,729	2,613	,099
	fenolik	,016	4	,004	3,063	,069
Error	kalınlık	,000	10	,000		
	nem	5,314	10	,531		
	SBG	1,800E-9	10	1,800E-10		
	L	1,278	10	,128		
	a	,014	10	,001		
	b	,389	10	,039		
	E	,909	10	,091		
	BI	50,521	10	5,052		
	SI	1,019	10	,102		
	SÇ	2446,888	10	244,689		
	opaklık	,332	10	,033		
	TS	25,687	10	2,569		
	Elon	11,112	10	1,111		
	dpph	,122	10	,012		
	frap	2,790	10	,279		
	fenolik	,013	10	,001		
Total	kalınlık	,122	20			
	nem	11036,713	20			
	SBG	243,589	20			
	L	154766,740	20			
	a	36,812	20			
	b	165,786	20			
	E	553,465	20			
	BI	94634,017	20			
	SI	439,338	20			
	SÇ	115884,311	20			
	opaklık	66,403	20			
	TS	51841,199	20			
	Elon	13881,141	20			
	dpph	71,143	20			

	frap	1825,400	20			
	fenolik	1,491	20			
Corrected	kalınlık	,004	19			
Total	nem	167,726	19			
	SBG	13,825	19			
	L	78,521	19			
	a	10,979	19			
	b	126,995	19			
	E	98,946	19			
	BI	2327,417	19			
	SI	336,031	19			
	SÇ	5236,623	19			
	opaklık	13,013	19			
	TS	4476,527	19			
	Elon	915,381	19			
	dpph	1,778	19			
	frap	117,848	19			
	fenolik	,194	19			

Çizelge A.34 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

pH

Duncan*

Örnek	N	Subset for alpha = 0.05									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N3	3	6,4533									
N5	3		6,5000								
S0	3			6,5200							
K0	3			6,5200							
O0	3			6,5200							
KN0	3			6,5200							
N0	3			6,5200							
KN5	3				6,5400						
K5	3				6,5433						
N1	3					6,5700					
KN1	3					6,5733					
K1	3						6,5900				
S5	3							6,6033			
O5	3							6,6033			
S1	3								6,6200		
O1	3								6,6200		
K3	3								6,6233		
O3	3									6,6400	
S3	3									6,6400	
KN3	3										6,6500
Sig.		1,000	1,000	1,000	,460	,460	1,000	1,000	,488	1,000	1,000

Çizelge A.35 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca L* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

L

Duncan*

Örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
S1	3	34,8600		
K1	3		48,5333	
K3	3		48,6900	
K5	3		48,8233	
S3	3		49,1433	49,1433
KN3	3		51,6500	51,6500
KN5	3		52,0000	52,0000
KN1	3		52,1833	52,1833
N1	3		52,5033	52,5033
N3	3		52,8800	52,8800
K0	3		53,0333	53,0333
N5	3		53,6133	53,6133
O5	3		54,0900	54,0900
O3	3		55,7300	55,7300
O1	3		57,1433	57,1433
KN0	3		57,3500	57,3500
N0	3		57,5233	57,5233
S5	3		58,2500	58,2500
O0	3		60,1700	60,1700
S0	3			62,1450
Sig.		1,000	,082	,052

Çizelge A.36 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca a*değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

a

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
S0	3	,2100				
KN0	3	,4800				
O3	3	,5733				
O1	3	,7267				
O5	3	,9400				
N3	3	,9800				
O0	3	1,2633	1,2633			
S1	3	1,5767	1,5767	1,5767		
KN3	3	1,6233	1,6233	1,6233		
S5	3	1,7433	1,7433	1,7433		
KN1	3	1,9833	1,9833	1,9833	1,9833	
N0	3		2,8900	2,8900	2,8900	2,8900
N1	3		2,9900	2,9900	2,9900	2,9900
K3	3			3,3833	3,3833	3,3833
K5	3				3,7633	3,7633
N5	3					3,8867
K0	3					3,9200
K1	3					4,6500
S3	3					4,7233
KN5	3					4,8100
Sig.		,076	,075	,063	,059	,052

Çizelge A.37 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca b* değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

b

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
K0	3	3,0333						
O1	3	3,2783	3,2783					
S3	3	3,4000	3,4000					
N5	3	3,6800	3,6800					
K5	3	4,5633	4,5633	4,5633				
N0	3	4,6400	4,6400	4,6400				
KN3	3	5,1900	5,1900	5,1900	5,1900			
KN1	3	5,2800	5,2800	5,2800	5,2800			
O3	3	5,2633	5,2633	5,2633	5,2633			
KN5	3		5,5833	5,5833	5,5833	5,5833		
O0	3			6,1533	6,1533	6,1533	6,1533	
O5	3			6,4633	6,4633	6,4633	6,4633	
N3	3			6,4833	6,4833	6,4833	6,4833	
K1	3			6,9300	6,9300	6,9300	6,9300	
N1	3			6,9900	6,9900	6,9900	6,9900	
KN0	3				7,1100	7,1100	7,1100	
S1	3				7,5833	7,5833	7,5833	
K3	3					7,7500	7,7500	
S0	3						8,4500	8,4500
S5	3							10,3533
Sig.		,072	,063	,053	,057	,080	,064	,073

Çizelge A.38 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca C değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

C

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
O1	3	3,4667					
N0	3	4,6583	4,6583				
K0	3	4,9573	4,9573				
O3	3	5,1623	5,1623	5,1623			
KN3	3	5,4550	5,4550	5,4550	5,4550		
N5	3		5,6000	5,6000	5,6000		
KN1	3		5,6550	5,6550	5,6550	5,6550	
O0	3		6,1260	6,1260	6,1260	6,1260	
O5	3		6,5117	6,5117	6,5117	6,5117	6,5117
K5	3		6,5340	6,5340	6,5340	6,5340	6,5340
N3	3		6,5580	6,5580	6,5580	6,5580	6,5580
S3	3		6,6370	6,6370	6,6370	6,6370	6,6370
KN0	3			7,1340	7,1340	7,1340	7,1340
KN5	3				7,3667	7,3667	7,3667
N1	3				7,6040	7,6040	7,6040
S1	3					7,7720	7,7720
K1	3						8,3630
S0	3						8,4523
K3	3						8,5413
S5	3						10,5043
Sig.		,055	,073	,072	,052	,054	,066

Çizelge A.39 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca H değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

H

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
O5	3	-8,5897					
K0	3		35,7820				
S3	3		38,8940	38,8940			
K1	3		39,3830	39,3830	39,3830		
N5	3		41,4517	41,4517	41,4517	41,4517	
K5	3		48,9133	48,9133	48,9133	48,9133	48,9133
KN5	3		49,2637	49,2637	49,2637	49,2637	49,2637
KN1	3		63,1627	63,1627	63,1627	63,1627	63,1627
N1	3		66,7310	66,7310	66,7310	66,7310	66,7310
K3	3		66,7460	66,7460	66,7460	66,7460	66,7460
KN3	3		72,9077	72,9077	72,9077	72,9077	72,9077
S1	3			77,3500	77,3500	77,3500	77,3500
O0	3			77,4340	77,4340	77,4340	77,4340
S5	3				80,3207	80,3207	80,3207
N3	3					81,4060	81,4060
O1	3					81,9690	81,9690
O3	3						83,6110
N0	3						84,8177
KN0	3						85,4447
S0	3						88,6283
Sig.		1,000	,075	,066	,051	,055	,063

Çizelge A.40 Kaplanmamış (T) ve film ile kaplanmış tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca ΔE değerlerinin Duncan test ile karşılaştırılması

E

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
K1	3	1,7190					
N1	3	2,9833	2,9833				
K3	3	3,2563	3,2563				
O0	3	3,2990	3,2990				
KN3	3	3,4437	3,4437				
N3	3	4,4453	4,4453				
KN1	3	4,7560	4,7560				
O1	3	5,2547	5,2547				
S1	3		6,1327				
K0	3		6,1350				
O3	3		6,4210				
KN0	3		6,5590				
N0	3		6,8010				
S0	3			10,4863			
S3	3			12,0523			
K5	3				49,2557		
KN5	3					52,5190	
N5	3					53,9117	
O5	3					54,5043	
S5	3						59,2190
Sig.		,063	,064	,332	1,000	,248	1,000

Çizelge A.41 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyusal analiz renk skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

renk

Duncan*

örnek	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
S3	3	2,1200			
K1	3	2,3733	2,3733		
K5	3	2,8750	2,8750	2,8750	
K0	3	3,1200	3,1200	3,1200	3,1200
O1	3	3,1200	3,1200	3,1200	3,1200
KN5	3	3,3125	3,3125	3,3125	3,3125
KN3	3	3,3700	3,3700	3,3700	3,3700
N3	3	3,3700	3,3700	3,3700	3,3700
O3	3	3,3733	3,3733	3,3733	3,3733
O5	3	3,3750	3,3750	3,3750	3,3750
S1	3	3,4967	3,4967	3,4967	3,4967
N5	3	3,5000	3,5000	3,5000	3,5000
KN0	3		3,6200	3,6200	3,6200
KN1	3		3,6233	3,6233	3,6233
O0	3		3,7867	3,7867	3,7867
S5	3		3,8125	3,8125	3,8125
K3	3			3,8700	3,8700
S0	3			3,9533	3,9533
N0	3			4,2467	4,2467
N1	3				4,5000
Sig.		,065	,057	,071	,069

Çizelge A.42 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyuşal analiz koku skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan*				
koku				
örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
K5	3	2,2500		
KN1	3	2,3700	2,3700	
S3	3	2,3733	2,3733	
K1	3	2,4967	2,4967	
N5	3	2,7500	2,7500	2,7500
N3	3	2,8100	2,8100	2,8100
S1	3	2,8700	2,8700	2,8700
KN5	3	2,8750	2,8750	2,8750
K3	3	3,0000	3,0000	3,0000
K0	3	3,2467	3,2467	3,2467
KN0	3	3,2467	3,2467	3,2467
O5	3	3,2500	3,2500	3,2500
S5	3	3,3750	3,3750	3,3750
S0	3		3,4967	3,4967
O1	3		3,4967	3,4967
N1	3		3,4967	3,4967
O3	3			3,8733
N0	3			3,8733
KN3	3			3,9200
O0	3			3,9433
Sig.		,069	,070	,056

Çizelge A.43 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyuşal analiz genel beğeni skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

Duncan*				
g.b				
örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
S3	3	2,4967		
K1	3	2,4967		
K3	3	2,9967	2,9967	
O1	3	2,9967	2,9967	
N3	3	3,0000	3,0000	
N5	3	3,1250	3,1250	
K5	3	3,1250	3,1250	
K0	3	3,2467	3,2467	
KN3	3	3,2467	3,2467	
KN5	3	3,2500	3,2500	
KN1	3	3,3700	3,3700	
O5	3	3,3750	3,3750	
S5	3		3,5000	3,5000
O3	3		3,6200	3,6200
KN0	3		3,6200	3,6200
O0	3		3,6600	3,6600
N1	3		3,7467	3,7467
S0	3		3,8133	3,8133
S1	3		3,8733	3,8733
N0	3			4,3700
Sig.		,058	,062	,054

Çizelge A.44 Tavuk eti örneklerinin depolama süresi boyunca duyu analizi genel beğeni durumu skorlarına olan etkisinin Duncan test ile karşılaştırılması

g.b.d

Duncan^a

örnek	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
S3	3	1,9767		
K1	3	2,2467	2,2467	
K5	3		2,8750	2,8750
O1	3		2,9633	2,9633
KN5	3		3,0000	3,0000
KN1	3		3,0367	3,0367
N5	3		3,1250	3,1250
O0	3		3,1300	3,1300
N3	3		3,1400	3,1400
K0	3			3,2467
K3	3			3,2467
KN0	3			3,2900
O5	3			3,3750
N1	3			3,4133
N0	3			3,4200
S0	3			3,5800
S1	3			3,5800
KN3	3			3,6400
S5	3			3,6625
O3	3			3,7033
Sig.		,498	,057	,091