



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



NANOEMÜLSİYON FİLM ÜRETİMİ VE BAZI MEYVELERİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Doktora Tezi

Nilay Sultan GİRAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir
2020

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

NANOEMÜLSİYON FİLM ÜRETİMİ VE BAZI MEYVELERİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Nilay Sultan GİRAY

Danışman: Prof. Dr. Taner BAYSAL

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Doktora Programı

İzmir
2020

KABUL ONAY SAYFASI

Nilay Sultan GİRAY tarafından **DOKTORA** tezi olarak sunulan “Nanoemülsiyon Film Üretimi ve Bazı Meyvelerin Raf Ömrü Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 14.07.2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Taner BAYSAL	
Raportör Üye	: Prof. Dr. Yekta GÖKSUNGUR	
Üye	: Prof.Dr. Ahmet YEMENİCİOĞLU	
Üye	: Doç. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK	
Üye	:Dr. Öğr. Üyesi Seval DAĞBAĞLI	

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum "Nanoemülsiyon Film Üretimi ve Bazı Meyvelerin Raf Ömrü Üzerine Etkileri" başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

14/07/2020

Nilay Sultan GINAY

ÖZET**NANOEMÜLSİYON FİLM ÜRETİMİ VE
BAZI MEYVELERİN RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ**

GİRAY, Nilay Sultan

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Taner BAYSAL

Temmuz 2020, 265 sayfa

Bu çalışmada, karvakrol esansiyel yağı içeren nanoemülsiyon üretimi gerçekleştirilmiş, saf karvakrol ve nanoemülsiyon formunun *Botrytis cinerea* küfüne karşı antimikrobiyal etkileri saptanmıştır. Daha sonra, HPMC ve zein film çözeltilerine saf halde karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu ilave edilerek antimikrobiyal film oluşturulmuş ve karakterize edilmiştir. Antimikrobiyal içeren zein film çözeltisi ile çilek, HPMC film çözeltisi ile üzümler kaplanmış, depolama süresince (+4°C, %85 RH) seçilen hammaddelerin kalite özelliklerindeki değişim incelenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında karvakrolün *B.cinerea* üzerine antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir. 300 µl/L konsantrasyondaki karvakrol ve 1500 µl/L karvakrol nanoemülsiyonunun *B.cinerea* yı tamamen inhibe ettiği görülmüştür. Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu içeren zein ve HPMC filmlerin mekanik özelliklerini ölçmek amacıyla, kaplama çözeltilerinden oluşturulan filmlerde analizler gerçekleştirilmiştir.

Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu zein film kalınlığında değişime yol açmıştır. Kopma anındaki direnci arttırmıştır. En yüksek kopma direnci saf karvakrol içeren grupta tespit edilmiştir. Uzama katsayısı değerlerine olumlu bir etkisi olmamıştır.

Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun HPMC filme eklenmesi, HPMC film kalınlığı, kopma dirençleri ve uzama katsayılarında değişime yol açmamıştır ($p>0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren grupların kopma direnci kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ($p>0.05$).

Depolama süresinde, nanoemülsiyon içeren zein filmde alkol ve asetik asit ortamına salınım, saf karvakrol içeren zein filmde daha yüksektir. HPMC filmde ise hem alkol hem de asetik asit içeren ortamda nanoemülsiyon formunda karvakrol içeren HPMC

filmin salınım değerleri, nanoemülsiyon içeren HPMC filmin salınım değerlerine göre daha yüksektir.

Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren zein ve HPMC filmlerin su buharı geçirgenlik testinde esansiyel yağın damlacık boyutunun da zein filmin SBG değeri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. HPMC filmlere esansiyel yağ eklenmesi, SBG değerlerini arttırmıştır ($p>0.05$).

Tez çalışmasının ikinci aşamasında ise çilek ve üzüm örneklerinde raf ömrü uygulaması yapılmıştır. Üzüm örneklerinin kalite analizlerinde SÇKM değeri tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolama süresince grupların pH değerlerinde azalma; titrasyon asitliği değerlerinde artış tespit edilmiştir. Kaplama uygulamasının örneklerin ağırlık kaybını azalttığı saptanmıştır ($p<0.05$). HPMC'nin kaplama maddesi olarak kullanılmasının, örneklerin L^* değerini arttırdığı, belirlenmiştir. Depolama sonunda toplam canlı sayıları sırasıyla 4.88 ± 0.09 , 1.67 ± 0.06 , 1.75 ± 0.04 , küf sayıları sırasıyla 4.64 ± 0.19 , 1.17 ± 0.09 ve 2.78 ± 0.19 log kob/g olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Antimikrobiyal etkinlik testinde depolama sonunda en düşük *B. cinerea* sayısı karvakrol grubuna (2.56 ± 0.07 log kob/g) aittir.

Çilek örneklerinin depolama süresince SÇKM değeri kontrol ve kaplama yapılan tüm gruplarda artış göstermiştir ($p<0.05$). Kaplama uygulamasının, çileklerin ağırlık kaybını azalttığı saptanmıştır ($p<0.05$). Depolama süresince nanoemülsiyon grubunun antosiyanin ve L^* değerlerinde artış tespit edilmiştir. Kaplama uygulanan gruplarda ise hem aerobik mezofilik bakteri sayısı hem de küf sayısı <1 Log kob/g olarak sabit kalmıştır. Antimikrobiyal etkinlik testinde 14. günde karvakrol ve nanoemülsiyon içeren gruplarda *B.cinerea* tamamen inhibe edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Yenilebilir film, zein, HPMC, *B.cinerea*, karvakrol, nanoemülsiyon



ABSTRACT

NANOEMULSION FILM PRODUCTION AND THE EFFECTS OF SHELF LIFE OF SOME FRUITS

GİRAY, Nilay Sultan

PhD in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Taner BAYSAL

July 2020, 265 pages

In this thesis, production of nanoemulsions containing carvacrol essential oil and nanoemulsion of carvacrol were carried out and antimicrobial effects were detected against *Botrytis cinerea*. Later, antimicrobial film was formed and characterized by adding pure carvacrol and carvacrol nanoemulsion to HPMC and zein film solutions. Strawberry coated zein film solution, grapes coated with HPMC film solution and changes in quality properties were examined during storage (+4 °C).

In the first part of the thesis, antimicrobial effect of carvacrol on *B.cinerea* was determined. 300 µl / L carvacrol and (1500 µl/L) carvacrol nanoemulsion completely inhibit *B.cinerea*. In order to measure the mechanical properties of zein and HPMC films containing carvacrol and carvacrol nanoemulsions, analyzes were carried out on films.

Carvacrol and carvacrol nanoemulsion changed the thickness of zein film. It increased the tensile strength. The highest tensile strength was determined in carvacrol group. Carvacrol and nanoemulsion form did not have a positive effect on elongation values.

The addition of carvacrol and carvacrol nanoemulsion to the HPMC film did not cause any change in HPMC film thickness, tensile strength and elongation coefficients ($p > 0.05$). The tensile strength of the groups containing carvacrol and nanoemulsion was lower than the control group ($p > 0.05$).

During storage, the release of nanoemulsion-containing zein film in alcohol and acetic acid medium is higher than that of pure-carvacrol-containing zein film

($p < 0.05$). In HPMC film, the release values of HPMC film containing carvacrol in nanoemulsion form in both alcohol and acetic acid medium are higher than that of HPMC film containing nanoemulsion ($p < 0.05$).

Water vapor permeability (WVP) test of zein and HPMC films containing carvacrol and nanoemulsion; the droplet size of essential oil was effective on the WVP value of the zein film. Adding essential oil to HPMC films increased WVP values ($p > 0.05$).

In the second stage of the thesis study, quality of strawberry and grape samples during storage was investigated. In the quality analysis of grape samples, the water-soluble dry matter value increased in all groups. Decrease in pH values of groups during storage; increase in titration acidity values was detected. Coating application was found to reduce the weight loss of the samples ($p < 0.05$). It has been determined that using HPMC as coating material increases L^* value of samples. At the end of storage, aerobic mesophilic count was 4.88 ± 0.09 , <1 , 1.76 ± 0.04 , and the mold numbers were 4.64 ± 0.19 , 1.69 ± 0.09 and 2.78 ± 0.19 , respectively ($p < 0.05$). Carvacrol group was the most effectient for inhibition of *B. cinerea* (2.56 ± 0.07 log kob / g).

The TSS values of strawberry samples increased for control groups during storage ($p < 0.05$). Coating application reduce the weight loss of strawberries ($p < 0.05$). An increase in anthocyanin values and L^* values of nanoemulsion group was detected during storage. The coated groups, both the total viable aerobic and molds counts detected <1 Log kob / g. In the antimicrobial effect test, *B. cinerea* was completely inhibited in groups containing carvacrol and naoemulsion on the 14th day.

Keywords: Edible films, zein, HPMC, *B. cinerea* carvacrol, nanoemulsion

ÖNSÖZ

Ülkemiz için ekonomik değeri olan üzüm ve çilek yetiştiriciliği sırasında önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların başında da küf kaynaklı hastalıklar gelmektedir. Üzümde ve çilekte bozulma etmenlerinden biri de ekonomik olarak büyük oranda kayıplara yol açan *Botrytis cinerea Pers.* kurşuni küfüdür.

Bu tez çalışması kapsamında; antimikrobiyal özellikteki saf karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun zein ve HPMC film matriksi içerisinde ilave edilmesi ve antimikrobiyal filmler oluşturulmuştur. Esansiyel yağın parçacık boyutunun, film matrikslerinden salınımına etkisi belirlenmiştir. Yenilebilir filmlerin seçilen gıdalarda uygulanması, kaplama uygulaması sonrasında bu gıdaların kalite değişiminin incelenmesi ve raf ömrünün arttırılması hedeflenmiştir.

Elde edilen sonuçların, esansiyel yağlar ile ilgili olarak bundan sonra yapılacak çalışmalara faydalı olmasını diliyorum.

İZMİR

14/07/2020

Nilay Sultan GİRAY



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK	iii
KABUL ONAY SAYFASI	iv
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	vi
ÖZET	ix
ABSTRACT	xii
ÖNSÖZ	xiv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xxvi
TABLolar DİZİNİ.....	xxix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxx
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar.....	5
2.2. Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2.1. Gıdaların Zein Film ile Kaplanması Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	5
2.3. Gıdaların Polisakkarit Kaynaklı Yenilebilir Film ile Kaplanması Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	6
2.3.1. Gıdaların HPMC ile Kaplanması Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	6

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.4.	Antimikrobiyal Maddelerin Film Yapısı Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	7
2.5.	Esansiyel Yağların Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	9
2.5.1.	Esansiyel Yağların Mikroorganizmalar Üzerine Etki Mekanizması Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	11
2.5.2.	Kekik Esansiyel Yağı, Özellikleri ve Bunların Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	24
2.5.3.	Esansiyel Yağların Gıda Muhafazasında Kullanımı Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	25
2.6.	Esansiyel Yağ Nanoemülsiyonlarının Formülasyonu ve Üretimi	
2.6.1.	Nanoemülsiyonlar ve Özellikleri.....	28
2.6.2.	Nanoemülsiyonların Üretim Yöntemleri.....	29
2.6.3.	Formülasyon.....	30
2.6.3.1.	Yağ Fazı.....	31
2.6.3.2.	Su Fazı.....	31
2.6.3.3.	Stabilize Edici Maddeler.....	31
2.6.3.4.	Kararlılık.....	33
2.7.	Nanoemülsiyonların Tanımlama ve Karakterizasyon Teknikleri.....	34
2.7.1.	Zeta potansiyeli.....	34

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.	Yenilebilir film ve kaplamalardan aktif maddelerin kontrollü salınımı....	35
4.	Üzüm ve çilek kalitesine <i>B.cinerea</i> 'nın etkisi üzerine yapılan çalışmalar.....	37
5.	ÖZDEK VE YÖNTEMLER.....	42
5.1.	Özdek.....	42
5.2.	Yöntemler.....	43
5.2.1.	Zein Film Üretimi.....	43
5.2.2.	HPMC Film Üretimi.....	44
5.2.3.	<i>B.cinerea</i> Kültürünün Hazırlanması.....	45
5.2.4.	Karvakrol Nanoemülsiyonu Üretimi.....	46
5.2.5.	Nanoemülsiyonların Karakterizasyonu.....	46
5.2.5.1.	Damlacık Boyutu Dağılımının saptanması.....	46
5.1.5.2.	Nanoemülsiyonların Zeta Potansiyeli Ölçümü.....	46
5.1.5.3.	Damlacık Boyutu Dağılımının Saptanması.....	46
5.1.5.4.	Zein ve HPMC Filmlerin Temas Açısının Ölçümü.....	46
5.2.6.	<i>B.cinerea</i> için Minimum Antifungal Konsantrasyonun Belirlenmesi.....	47
5.2.7.	Film Çözeltisi ile Çilek ve Üzümlerin Kaplanması.....	47

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5.2.8.	Çilek ve Üzüm Örneklerine <i>B.cinerea</i> İnokulasyonu (Antimikrobiyal Etkinlik Testi).....	48
5.3.	Analiz Yöntemleri.....	49
5.3.1.	Filmlerin Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	49
5.3.1.1.	Kalınlık Tayini.....	49
5.3.1.2.	Filmlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntülerinin Belirlenmesi.....	49
5.3.1.3.	Temas Açısının Saptanması.....	50
5.3.1.4.	Su Buharı Geçirgenliğinin Belirlenmesi.....	51
5.3.2.	Salım Testleri.....	51
5.3.3.	Depolama Boyunca Örneklerle Uygulanan Kimyasal Analizler.....	52
5.3.3.1.	Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	52
5.3.3.2.	pH Tayini.....	52
5.3.3.3.	Asitlik (Titrasyon Asitliği) Tayini.....	52
5.3.3.4.	Askorbik Asit Tayini.....	53
5.3.3.5.	Fenolik Madde Miktarı Tayini.....	53
5.3.4.	Depolama Boyunca Örneklerle Uygulanan Fiziksel Analizler.....	54
5.3.4.1.	Ağırlık Kaybı Tayini.....	54

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5.3.4.2.	Renk Tayini	55
5.3.4.3.	Depolama Örneklerinin Tekstür Analizi.....	55
5.3.5.	Depolama Örnekleri İçin Yapılan Solunum Testi.....	55
5.3.6.	Depolama Örnekleri için Yapılan Mikrobiyolojik Analizler.....	56
5.3.7.	Depolama Örnekleri için Yapılan Duyusal Analiz.....	56
5.3.8.	Depolama Örnekleri için Yapılan İstatistiksel Analizler.....	56
6.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	58
6.1.	Nanoemülsiyon Karakterizasyonu.....	58
6.2.	Karvakrol ve Karvakrol Nanoemülsiyonu İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Özellikleri.....	59
6.3.	Temas Açısı.....	62
6.4.	Zein ve HPMC Filmlerin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Görüntü Analizi.....	63
6.5.	Esansiyel Yağ İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Su Buharı Geçirgenliği Testleri.....	64
6.6.	Salım Testleri.....	66
6.6.1.	Zein Filmlerin Alkol Salım Testleri.....	66
6.6.2.	Zein Filmlerin Asetik Asit Salım Testleri.....	67
6.6.3.	HPMC Filmlerin Alkol Salım Testleri.....	68

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

6.6.4.	HPMC Filmlerin Asetik Asitte Salım Testleri.....	69
6.7.	Örneklerin Depolama Boyunca İncelenen Kalite Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler.....	72
6.7.1.	Üzüm Örneklerinin Depolama Boyunca İncelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler.....	72
6.7.1.1.	Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	72
6.7.1.2.	pH.....	73
6.7.1.3.	Titrasyon Asitliği.....	75
6.7.1.4.	Askorbik Asit Miktarı.....	76
6.7.1.5.	Fenolik Madde Miktarı.....	78
6.7.1.6.	Ağırlık Kaybı.....	79
6.7.1.7.	Meyve Rengi.....	81
6.7.1.7.1.	L* Değeri.....	81
6.7.1.7.2.	a* Değeri.....	82
6.7.1.7.3.	b* Değeri.....	83
6.7.1.7.4.	ΔE^* ve ΔC^* Değerleri.....	84
6.7.1.7.5.	Hue Açısı.....	86
6.7.1.8.	Tekstür Analizi.....	88
6.7.1.9.	Mikrobiyolojik Analizleri.....	89

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

6.7.3.9.1. Mikrobiyolojik Depolama Analizleri.....	89
6.7.3.9.2. <i>B.cinerea</i> İnokule Edilen Üzümlerde Antimikrobiyal Etkinlik Testi..	92
6.7.1.10 Üzüm Örneklerinde Solunum Hızı Testi.....	94
6.7.1.11 Üzüm Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.....	95
6.7.2. Çilek Örneklerinin Depolama Boyunca İncelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler.....	98
6.7.2.1. Suda Çözünür Kuru Madde ayini.....	98
6.7.2.2. pH.....	99
6.7.2.3. Titrasyon Asitliği.....	101
6.7.2.4. Ağırlık Kaybı.....	102
6.7.2.5. Toplam Şeker Miktarı.....	105
6.7.2.6. Toplam Antosiyanin Miktarı.....	106
6.7.2.7. Meyve Rengi.....	107
6.7.2.7.1. L* Değeri.....	108
6.7.2.7.2. a* Değeri.....	110
6.7.2.7.3. b* Değeri.....	111
6.7.2.7.4. ΔE^* ve ΔC^* Değerleri.....	112
6.7.2.7.5. Hue Açısı.....	114

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
6.7.2.8. Tekstür Analizi.....	115
6.7.2.9. Mikrobiyolojik Analizler.....	116
6.7.2.9.1. Mikrobiyolojik Depolama Analizleri.....	116
6.7.2.9.2. <i>B.cinerea</i> İnokule Edilen Çileklerde Antimikrobiyal Etkinlik Testi.....	118
6.7.2.10. Çileklerde Solunum Hızı Testi.....	120
6.7.2.11. Çilek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.....	121
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	124
8. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	130
9. TEŞEKKÜR	149
10. ÖZGEÇMİŞ.....	150
11. EKLER.....	151

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yenilebilir film ve kaplama sistemlerinde antimikrobiyal maddelerin gıdaya difüzyonu.....	3
Şekil 2.1. Zeinin yapısı	6
Şekil 2.2. Hidroksipropil metil selülozun (HPMC) yapısı	7
Şekil 2.3. Bazı esansiyel yağların aktif bileşenleri ve kimyasal yapıları.....	10
Şekil 2.4. Esansiyel yağların etki mekanizması.....	11
Şekil 2.5. Gram (-) ve Gram (+) bakterileri hücre duvar yapısı.....	13
Şekil 2.6. Timol ve karvakrolün kimyasal yapısı.....	24
Şekil 2.7. Yağ/Su ve Su/yağ emülsiyonları.....	29
Şekil 2.8. Emülsiyon Oluşumu.....	32
Şekil 2.9. Gıda emülsiyonları, kremleşme, sedimentasyon, flokülasyon, birleşme ve faz ayırımı.....	33
Şekil 3.1. Film kaplamalarda kütle transfer süreçleri.....	36
Şekil 4.1. <i>B.cinerea</i> ’nın konidium ve konidiofor yapısının mikroskop Görüntüsü.....	38
Şekil 5.1. Superior Seedless çeşidi üzüm örnekleri.....	42
Şekil 5.2. Chandler çeşidi çilek örnekleri.....	42.

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.3. Zein Film Üretim Yöntemi	45
Şekil 5.4. HPMC film üretim yöntemi.....	45
Şekil 5.5. Üzüm ve çileklerin kaplanması.....	49
Şekil 5.6. Salım testi esansiyel yağ konsantrasyonları.....	51
Şekil 6.1. Filmlerin SEM ile elde edilen görüntüleri.....	63
Şekil 6.2. Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) alkol içeren model ortamda salım eğrileri.....	67
Şekil 6.3. Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) asetik asit içeren model ortamda salım eğrileri.....	68
Şekil 6.4. Karvakrol içeren HPMC film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmin (HNE) alkol içeren model ortamda salım eğrileri.....	68
Şekil 6.5. Karvakrol içeren HPMC film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmin (HNE) asetik asit içeren model ortamda salım eğrileri.....	70
Şekil 6.6. +4°C’da depolanan üzüm örneklerinin suda çözünen kuru madde miktarındaki değişim.....	72
Şekil 6.7. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin pH değerlerindeki değişim....	74

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 6.8. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim.....	75
Şekil 6.9. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin askorbik asit değerlerindeki değişim.....	77
Şekil 6.10. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin fenolik madde miktarındaki değişim.....	78
Şekil 6.11. Örneklerin depolama süresince ağırlık kayıplarındaki değişim.....	80
Şekil 6.12. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin L* değerlerindeki değişim...	81
Şekil 6.13. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin a* değerlerindeki değişim...	83
Şekil 6.14. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin b* değerlerindeki değişim...	84
Şekil 6.15. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin ΔC^* değerlerindeki değişim.	85
Şekil 6.16. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin ΔE değerlerindeki değişim..	85
Şekil 6.17. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin Hue açısı değerlerindeki değişim.....	87
Şekil 6.18. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin tekstür değerlerindeki değişim.....	88
Şekil 6.19. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin aerobik mezofilik bakteri sayısı.....	90
Şekil 6.20. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin küf sayısı.....	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 6.21. +4 °C’da depolanan <i>B.cinerea</i> inokule edilmiş üzüm örneklerinde antimikrobiyal filmlerin inaktivasyon etkisi.....	93
Şekil 6.22. Depolamanın 0. ve 14. Gününde üzüm grupları.....	97
Şekil 6.23. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinde SÇKM değerlerinde değişimler.....	98
Şekil 6.24. +4°C’da depolanan çilek örneklerinde pH değerleri.....	100
Şekil 6.25. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinde asitlik değerleri.....	101
Şekil 6.26. +4°C’da depolanan çilek örneklerinde ağırlık kaybı (%).....	103
Şekil 6.27. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin şeker miktarı değişimi.....	105
Şekil 6.28. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin antosiyanin miktarı değişimi.....	107
Şekil 6.29. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin L* değişimi.....	109
Şekil 6.30. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin a* değişimi.....	110
Şekil 6.31. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin b* değişimi.....	111
Şekil 6.32. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin ΔC^* değişimi.....	112
Şekil 6.33. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin ΔE^* değişimi.....	113

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)ŞekilSayfa

Şekil 6.34. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin Hue açısı değişimi.....114

Şekil 6.35. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin tekstür değerlerindeki
değişim.....115

Şekil 6.36. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin aerobik mezofilik bakteri
sayısı.....117

Şekil 6.37. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin küf sayısı.....117

Şekil 6.38. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin antimikrobiyal etkinlik testi.119

Şekil 6.39. Depolamanın 0. ve 14. gününde çilek gruplarının
fotoğrafları.....123

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Yenilebilir filmlerin başlıca özellikleri.....	2
Tablo 2.1. Esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bazı esansiyel yağlar ve çalışılan mikroorganizmalar.....	14
Tablo 6.1. Nanoemülsiyon bileşimi.....	58
Tablo 6.2. Zein filmlerin özellikleri.....	59
Tablo 6.3. HPMC filmlerin özellikleri.....	60
Tablo 6.4. Esansiyel Yağ İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Su Buharı Geçirgenliği.....	64
Tablo 6.5. +4 C de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları.....	94
Tablo 6.6. Üzüm örneklerinin 0. ve 21 günde elde edilen duyusal analiz sonuçları.....	96
Tablo 6.7. +4 C de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları.....	120
Tablo 6.8. Çilek örneklerinin 0. ve 14. günde elde edilen duyusal analiz sonuçları.....	121

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklama

kob

Koloni oluşturan birim

nm

Nanometre

ppm

Derişim (milyonda bir birim)

HPMC

Hidroksipropilmetilselüloz

SÇKM

Suda çözünür kuru madde değeri

SPSS

Statistical package for the social sciences

ZCR

Karvakrol içeren zein film

ZNE

Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein film

HCR

Karvakrol içeren HPMC film

HNE

Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC film

TEM

Geçirimli elektron mikroskobu

HPLC

Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi

SBG

Su Buharı Geçirgenliği



1. GİRİŞ

Gıda üretimden tüketime kadar geçen sürede çevresel faktörler (nem, aroma kaybı, oksidasyon, kontaminasyon) nedeniyle kimyasal ve fiziksel ve mikrobiyolojik değişimlere uğrar ve bozulmaya başlar (Gennadios et al., 1997; Debeaufort et al, 1998; Koyuncu ve Savran, 2002). Tüketicie ulaşana kadar ise antimikrobiyal maddeler, tuzlama, su aktivitesi, kontrollü atmosferde depolama vb. uygulamalar ile son yıllarda ambalajlama, vurgulu elektrik alan, vurgulu manyetik alan, mikrodalga uygulamaları, vurgulu ışık uygulamaları gibi koruma yöntemlerine başvurulabilir (Debeaufort et al., 1998). Son yıllarda da tüketici az düzeyde işlem görmüş, doğal ürünleri tercih etmektedir. Bu uygulamalardan biri de yenilebilir film ve kaplama teknolojisinin antimikrobiyal özellikleri bulunan doğal kaynaklı esansiyel yağlar ile birlikte kullanılmasıdır (Gennadios et al., 1997).

Yenilebilir film ve kaplama teknolojisi, kaliteli gıda tüketimine artan talepler, gıdaların muhafazası için yeni teknolojilere araştırılması, yapay polimerlerden oluşan atıklar ve sürdürülebilir kaynaklardan yeni teknolojileri üretebilme fikri ile ortaya çıkmıştır. Gıda bileşenleri arasında yer alan, tüketici tarafından tüketilebilen ince tabakalar halindeki materyale ‘yenilebilir film’ adı verilmektedir (Krochta and De Mulder-Johnston, 1997; Debeaufort et al., 1998).

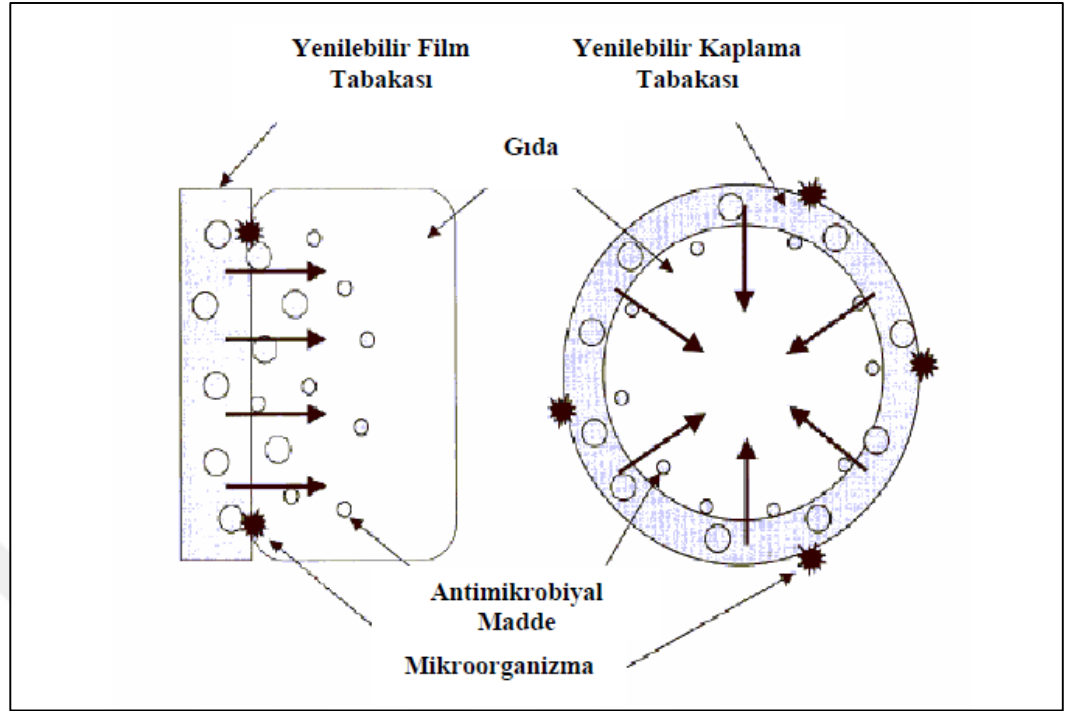
Yenilebilir film ve kaplamaların tüketici tarafından kabul görebilmesi için uygulama yapılmamış gıdanın orijinal özelliklerin en yakın şeklini tüketiciye sunuyor olmaları gerekmektedir. Filmler depolama süresince dayanıklı olmalıdır. Ayrıca, depolamada oluşabilecek fonksiyonel ihtiyaçları karşılayabilmelidir (Tablo 1.1). Fonksiyonel özellikleri arttırmak için plastikleştirici ajanlar, çapraz bağlanma ajanları, antimikrobiyal ve antioksidan maddeler, aromalar filme eklenebilir (Guibert and Gontard, 1995; Guilbert et al., 1996; Miller and Krochta, 1997; Tharanathan, 2003; Kandemir, 2006).

Tablo 1.1. Yenilebilir filmlerin başlıca özellikleri (Özdemir ve Floros, 2001; 2003).

Avantajları	Dezavantajları
Doğaldırlar	Gaz, su buharı ve aroma bariyer özelliklerinin ticari filmlere göre zayıf olması
Çevre kirliliğini önlemek	Kırılgan yapı
Aynı filmde farklı yenilebilir kaynakları kullanabilmek	Plastifiye edici ajan gerekliliği
Standart şekle sahip olmayan gıdalar için kullanılabilirlik	Antimikrobiyal maddenin filmde salınımı hızlı olması
Kolay Üretilmek	Ticari üretimleri zordur

Tüketicilerin daha az işlenmiş gıdalara talepleri ile “aktif ve akıllı ambalajlama” olarak adlandırılan yeni ambalajlama teknolojileri geliştirilmiştir. Aktif ambalajlamada, aktif bileşenler ambalaj materyaline eklenerek fonksiyonları geliştirilmekte ve gıdanın kalitesi sabit tutularak raf ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır.

Aktif ambalajın uygulamalarından biri de antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmlerdir (Han, 2000; Ova ve Kafta, 2011) (Şekil 1.1). Bu sistemde antimikrobiyal madde kontrollü bir şekilde film matriksinden gıdaya geçiş yapmaktadır. Böylece film içerisindeki antimikrobiyal madde daha uzun süre film içerisinde kalmakta ve mikroorganizmaya karşı etkinlik artmaktadır (Coma et al., 2002; Çağrı vd., 2002). Ayrıca, antimikrobiyal maddenin geçiş hızı film kaplama maddesinin polimer yapısına bağlı olarak da değiştirilebilmektedir.



Şekil 1.1. Yenilebilir film ve kaplama sistemlerinde antimikrobiyal maddelerin gıdaya difüzyonu (Ayana, 2007).

Antimikrobiyal özellikteki film ve kaplamaların oluşturulmasında hem kimyasal hem de doğal antimikrobiyal maddeler kullanılmaktadır (Gennadios et al, 1994; Sánchez-González et al., 2011). Doğal antimikrobiyal maddeler, antimikrobiyal etkiyi sağladıkları kritik miktar ve bu miktardan daha fazla kullanıldıklarında etkinlik gösterirler. Ancak, tat ve renk değişimlerine neden olabileceğinden, yüksek miktarlarda doğal antimikrobiyal madde kullanımına sınır getirebilmektedir (Sánchez-González et al., 2011).

Literatürde, doğal polimerlerden üretilen, antimikrobiyal madde ilavesiyle yenilebilir filmler için araştırmalar bulunmaktadır (Donhowe and Fennema, 1994; Appendini and Hotchkiss, 2002; Çağrı et al., 2002; Quintavalla and Vicini, 2002; Suppakul et al. 2003; Özdemir and Floros, 2004; Raybaudi-Massilia et al., 2008). Doğal antimikrobiyal maddeler ile yapılan bu çalışmalarda bakteriosinler, antimikrobiyal enzimler, fenolik bileşikler, esansiyel yağlar kullanılmıştır. Esansiyel yağlar ile yapılan çalışmalarda ise sarımsak yağı, anason, fesleğen, kişniş,

kekik esansiyel yağları ve bunları içeren kaplamalar üzerine araştırmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmanın konusu; karvakrol esansiyel yağı ve nanoemülsiyon formunun, zein ve HPMC filmlerin antimikrobiyal etkinliklerinin ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, antimikrobiyal nanoemülsiyon içeren filmlerin çilek ve üzümün kalite (fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik) özellikleri üzerine etkisinin saptanmasıdır. Bu tez çalışması kapsamında; antimikrobiyal özellikteki saf karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun zein ve HPMC film matriksi içerisinde ilave edilmesi ve antimikrobiyal film çözeltilerinin oluşturulması, yenilebilir filmlerin seçilen gıdalarda uygulanması, biyoaktif filmlerden karvakrolün kontrollü salımının gerçekleştirilmesi, kaplama uygulaması sonrasında bu gıdaların kalite değişiminin incelenmesi ve raf ömrünün arttırılması hedeflenmiştir.

1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Biyolojik olarak parçalanabilen ambalaj materyalleri içinde yer alan yenilebilir film ve kaplamalar, değişik biyopolimerlerden üretilen, gıda için katı geçişini sağlarken aynı zamanda nem ve oksijen transferinden gıdayı koruyan, gıda bileşenleri arasında yer alabilen veya tüm gıda yüzeyine uygulanabilen katmanlar olarak tanımlanmaktadır (Guilbert, 1986; Tural vd, 2017). Bu özelliklere göre yenilebilir film ve kaplamaların, son tüketiciye kadar gıdayı mikrobiyal bozulma ve besin değeri açısından koruma gibi fonksiyonel özellikleri vardır. Nem transferini azaltmak, solunumu yavaşlatmak, ürünün mekanik özelliklerini arttırmak, diğer maddelerin (antimikrobiyal, antioksidan, renk, aroma) taşınması amacıyla gıda sektöründe kullanılmaktadır (Guilbert, 1986). Yenilebilir film ve kaplama üretiminde hayvansal ve bitkisel kaynaklı olan protein, polisakkarit ve lipid esaslı maddeler kullanılabilmektedir.

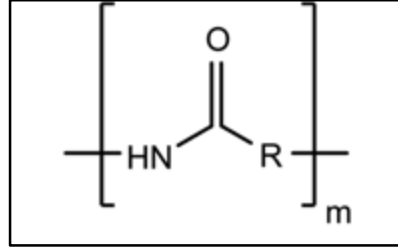
2.2. Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar Üzerine Yapılan Çalışmalar

Protein film kaynakları, hayvansal ve bitkisel kaynaklar olarak iki gruba ayrılmaktadır. Hayvansal kaynaklı film materyali kaynakları; kazein, yumurta beyazı proteini, peyniraltı suyu proteini, jelatin, kollagen ve kreatin, bitkisel film materyali kaynakları soya proteini, mısır zeini, buğday gluteni ve pamuk çekirdeği proteinidir. Protein bazlı filmler, oksijen, karbondioksit, lipid ve aroma transferi için iyi birer taşıyıcı olmakla birlikte, yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler (Temiz ve Yeşilsu, 2006; Tural ve ark., 2017).

2.2.1. Gıdaların Zein Film ile Kaplanması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Zein, mısır endosperminde bulunan, biyolojik olarak parçalanabilir bir biyopolimerdir.ve alkolde çözünen bir proteindir. Toz granül halde bulunur ve alkol-su karışımı ile çözünebilir. Zein kullanılarak oluşturulmuş filmler, sert,

parlak, dayanıklıdır ancak kırılabilirler. Plastifiye edici ajanlar kullanılarak esnekleştirilebilirler. Zein esaslı filmlerin ve kaplamaların verimi, filmin bileşimine ve yapıya bağlıdır. Üretimde plastikleştiricilerin kullanılması mekanik ve bariyer özellikleri değiştirmektedir (Temiz ve Yeşilsu, 2002).



Şekil 2.1. Zeinin yapısı

Zein bazlı kaplamalar, parlaklık vermek, nem kaybını önlemek için birçok sebze, peynir, k, şeker, şekerleme ürünlerinin korunmasında kullanılmaktadır. (Koyuncu ve Savran, 2002; Temiz ve Yeşilsu, 2002).

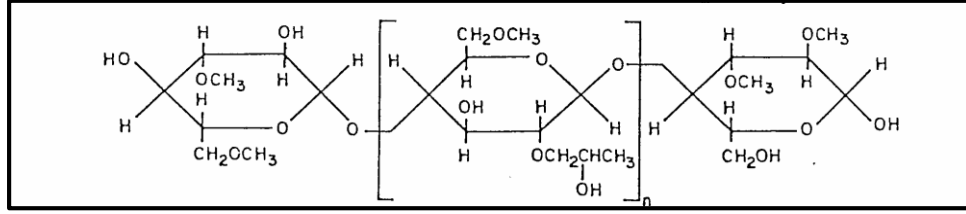
2.3. Gıdaların Polisakkarit Kaynaklı Yenilebilir Film ile Kaplanması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Polisakkaritler, monosakkaritlerin glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan kompleks karbonhidratlardır. Yenilebilir film kaplama yapımında kullanılan polisakkarit grupları; selüloz türevleri, nişasta, kitosan, aljinat, pektin, karragenan, nişasta hidrolizatları, pullulan, levandır.

2.3.1. Hidroksipropil Metil Selüloz (HPMC) Kaplamalar Üzerine Yapılan Çalışmalar

Selüloz türevleri, kokusuz, tatsız ve biyolojik olarak bozunur bileşiklerdir (Krochta and Mulder-Johnston, 1997). Hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), çok verimli oksijen, karbondioksit ve lipid bariyerleri ile mükemmel film oluşturma özelliklerine sahiptir (Şekil 2.2) (Nisperos-Carriedo, 1994; Villalobos, Hernándeiz-Munoz and Chiralt, 2006). Bununla birlikte, HPMC filmlerinin su buharı

geçirgenliği yüksektir, bu da uygulamasını sınırlayan önemli bir dezavantajdır (Krochta & Mulder-Johnston, 1997).



Şekil 2.2. Hidroksipropil metil selülozun (HPMC) yapısı

Su bariyer özelliklerini iyileştirmek için yağlı asitler, doğal mumlar, yüzey aktif maddeler ve reçineler gibi lipid bileşikler sıklıkla hidrokolloid esaslı filmlere dahil edilir (Kester and Fennema, 1986; Baldwin et al., 1997; Fabra, Talens and Chiralt, 2008; Vargas et al., 2009). Örneğin, HPMC esaslı filmlere, yüzey aktif maddelerin eklenmesi filmlerin denge nem içeriğini azaltmış ve su bariyeri özelliklerini geliştirmiştir (Villalobos vd., 2006).

2.4. Antimikrobiyal Maddelerin Film Yapısı Üzerine Etkisi Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Yenilebilir film ve kaplamalar, çekme-kopma direnci gibi mekanik özelliklere oksijen, su buharı, aroma geçirgenliği gibi fiziksel özelliklere ve parlaklık, pısluluk, şeffaflık gibi optik özelliklere sahiptirler. Antimikrobiyal maddelerin yenilebilir film ve kaplamalara ilavesi sonucunda, yapılarındaki heterojenliğin artışına bağlı olarak film özelliğinde değişiklikler gözlenmektedir (Quintavalla and Vicini, 2002; Ayana, 2007).

Antimikrobiyal maddelerin film matriksine eklenmesi, filmlerin optik özelliklerinde değişikliklere neden olabilmektedir. Ancak hidrofobik özellikteki film içerisine suda çözünebilen antimikrobiyal madde ilavesi, film şeffaflığının azalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla antimikrobiyal madde içeren filmlerde, filmi oluşturan polimer ile uyumlu antimikrobiyal maddelerin seçilmesi uygundur (Gennadios et al., 1994; Ayana, 2007).

Literatürde yer alan farklı çalışmalarda esansiyel yağların film kaplama maddelerinin mekanik ve geçirgenlik özellikleri üzerine etkileri ortaya konulmuştur.

Rojas-Grau et al. (2007c) tarafından yapılan çalışmada; alginat ve elma püresi kompozit filminin geçirgenlik ve mekanik özelliklerine turunçgil, kekik ve tarçın esansiyel yağlarının etkisi saptanmıştır. Esansiyel yağların su buharı geçirgenliğini azalttığı ancak gerilme kuvvetleri üzerine herhangi bir etkilerinin olmadığı belirlenmiştir.

Kekik, karanfil, tarçın esansiyel yağları içeren kitosan film ile yapılan başka bir çalışmada; kekik ve karanfil esansiyel yağlarının kitosan filmlerin nem içeriği, su buharı geçirgenliği, suda çözünürlük ve uzama özelliklerini arttırdığı, tarçın esansiyel yağının ise tersine etki gösterdiği tespit edilmiştir (Hosseini et al., 2009).

Tarçın ve karanfil esansiyel yağlarının, elma püresinden elde edilen yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerine etkisinin belirlendiği başka bir çalışmada, esansiyel yağlar gerilim direncinde azalma, filmlerin uzama katsayılarında artış, su buharı geçirgenliğinde azalma sağlamıştır (Du et al., 2009).

Kekik esansiyel yağı, emülsifiye edici maddeleri içeren kitosan filmin mantarların fiziksel özellikleri ve solunum hızlarına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, tekstürel özellik kaybının geciktiği, fenolik maddeler ile flavonoid miktarlarının kontrol örneklerine oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Jiang et al., 2012).

Tarçın, kekik, turunçgil esansiyel yağı (%0,7) ve aktif bileşenlerini (%0,5) içeren alginat kaplamalar (malik asit, N-asetil-L-sistein, kalsiyum laktat içerikli), kesilmiş fuji elmalarına uygulanarak kalite özellikleri incelenmiştir. Esansiyel yağlar ve aktif bileşenlerin *E. coli* O157:H7 popülasyonunu 4 log kob/g azalttığı, mikrobiyolojik raf ömrünü 30 günün üzerine çıkarttığı, ancak fizikokimyasal kabul edilebilirlik düzeyinin 7-21 gün arasında değiştiği belirlenmiştir (Raybaudi-Massilia et al., 2008).

Yapılan bir diğer çalışmada, farklı konsantrasyonlarda çay ağacı esansiyel yağı içeren kitosan filmler hazırlanmıştır. Film oluşturma dispersiyonları, reolojik özellikleri, parçacık boyutu ve dağılımı, zeta potansiyeli bakımından karakterize edilmiştir. Filmlerin su buharı geçirgenliği (WVP), mekanik ve optik özellikleri

değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kitosan filmlerin *L.monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal özellik gösterdiği belirlenmiştir. Antimikrobiyal özellik gösteren kitosan:esansiyel yağ oranının 1:2 (a/h) olduğu saptanmış ve bu oran filmlerin su buharı geçirgenliğini %40 azaltmıştır (Sánchez-González et al., 2010).

Sánchez-González et al.(2009) yaptıkları çalışmada, çay ağacı esansiyel yağı içeren HPMC filmlerde (2:5, a/h) su buharı geçirgenliği kontrol örneklerine oranla %30 azalırken, kopma geriliminde de azalma olduğu saptanmıştır.

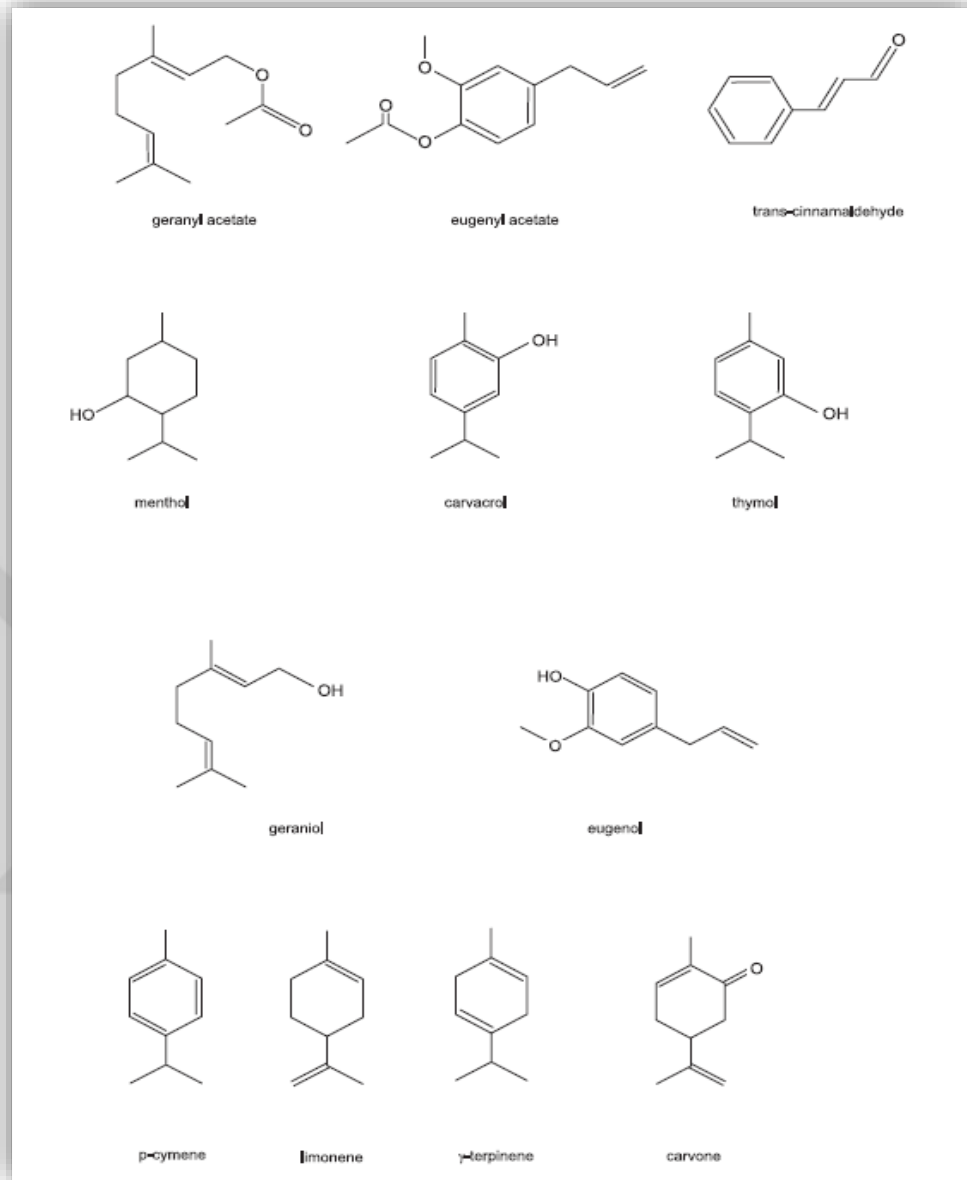
Karanfil yağı ve HPMC ile üretilen filmlerin çekme geriliminin enkapsüle karanfil yağı ilavesiyle azaldığı ve maksimum gerilimin enkapsüle karanfil yağı eklenmediğinde (20.38 MPa) meydana geldiği belirlenmiştir. Filmlerin su buharı geçirgenliği, içerdikleri yağ miktarı arttıkça azalma göstermiştir (Nonse et al., 2011).

Pimpinella affinis esansiyel yağı eklenen HPMC filmlerde, çekme mukavemeti ve kopma uzaması artmış, ancak su buharı geçirgenliği önemli ölçüde azalmıştır (Ariaii, 2014).

2.5. Esansiyel Yağların Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Esansiyel yağlar, aromatik bitkilerin farklı organları tarafından olarak oluşturulan uçucu, organik çözücülerde çözünebilen bileşiklerdir (Şekil 2.3) (Torlak, 2009b).

Esansiyel yağları içeren bitki familyaları *Zingiberaceae* (Zencefilgiller), *Compositaceae* (Bilesikgiller), *Lamiaceae* (Ballıbabagiller), *Apiaceae* (Maydonozgiller), *Brassicaceae* (Turpgiller), *Myrtaceae* (Mersingiller), *Poaceae* (Bugdaygiller), *Chenopodiaceae* (Sirkengiller), *Cupressaceae* (Servigiller), *Ridaceae* (Süsengiller), *Lauraceae* (Defnegiller), *Pineaceae* (Çamgiller), *Rosaceae* (Gülgiller), *Rutaceae* (Sedefotugiller) olarak sıralanabilir (Grossmann and Elstner, 2003; Evren ve Tekgüler, 2011).



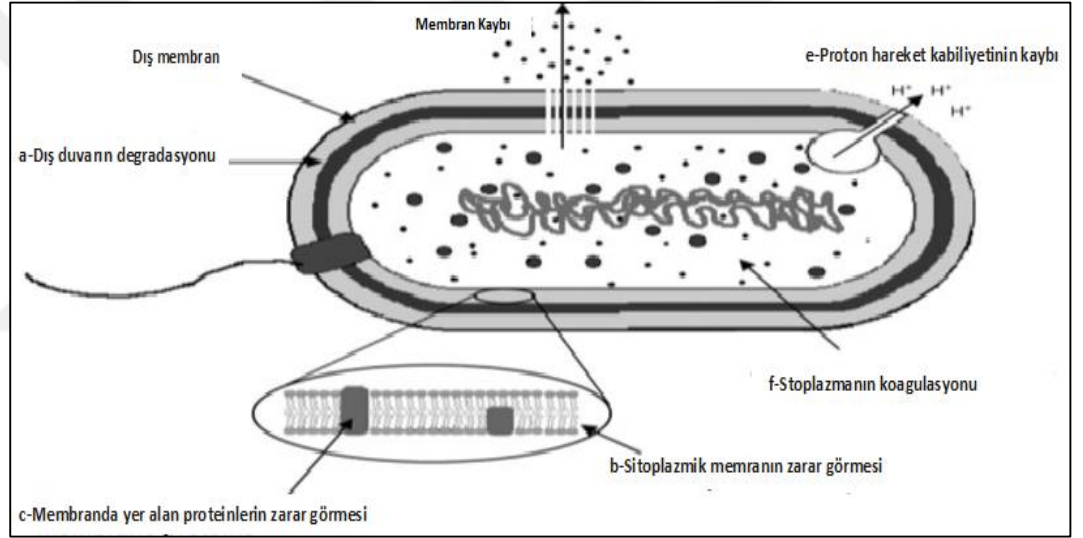
Şekil 2.3. Bazı esansiyel yağların aktif bileşenleri ve kimyasal yapıları (Burt, 2007).

Esansiyel yağlar farklı konsantrasyonlarda yaklaşık 20 ile 60 arasında bileşenden oluşan oldukça kompleks karışımlardır. Bu bileşenlerden yüksek konsantrasyonda olan bileşenler, esansiyel yağların biyolojik özelliklerini belirlemektedir. Esansiyel yağların bileşenleri terpenler ve aromatik bileşikler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Beş karbonlu isopren birimlerinden oluşan terpenler yapısal ve fonksiyonel özelliklerine göre farklı sınıflara ayrılmaktadır. Genel olarak esansiyel yağların bileşiminde en yüksek konsantrasyonda bulunan

terpenler iki isopren biriminin birleşmesi ile oluşan (C10) monoterpenlerdir (Bakkali vd., 2008; Torlak, 2009a, b).

2.5.1. Esansiyel Yağların Mikroorganizmalar Üzerine Etki Mekanizması Konusunda Yapılan Çalışmalar

Son yıllarda esansiyel yağların gıdaların muhafazasında koruyucu olarak kullanımını araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Conner ve Beuchat (1980), esansiyel yağların ve bileşenlerinin mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerini engellediği bildirilmiştir (Torlak, 2009).



Şekil 2.4. Esansiyel yağların etki mekanizması (Burt, 2004).

Cox et al. (2000) tarafından yapılan çalışmada ise, mikroorganizmaların yapısal bütünlükleri, esansiyel yağların hidrofobik özellikleri ile hücre membranları ve mitokondrilerdeki lipidleri parçalayarak gerçekleştirdikleri, böylece hücre içi organel ve iyonların dışına sızmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.4).

Genel olarak çalışmalarda Gram (+) bakterilerin Gram (-) bakterilere göre esansiyel yağlara daha duyarlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum Gram (-)

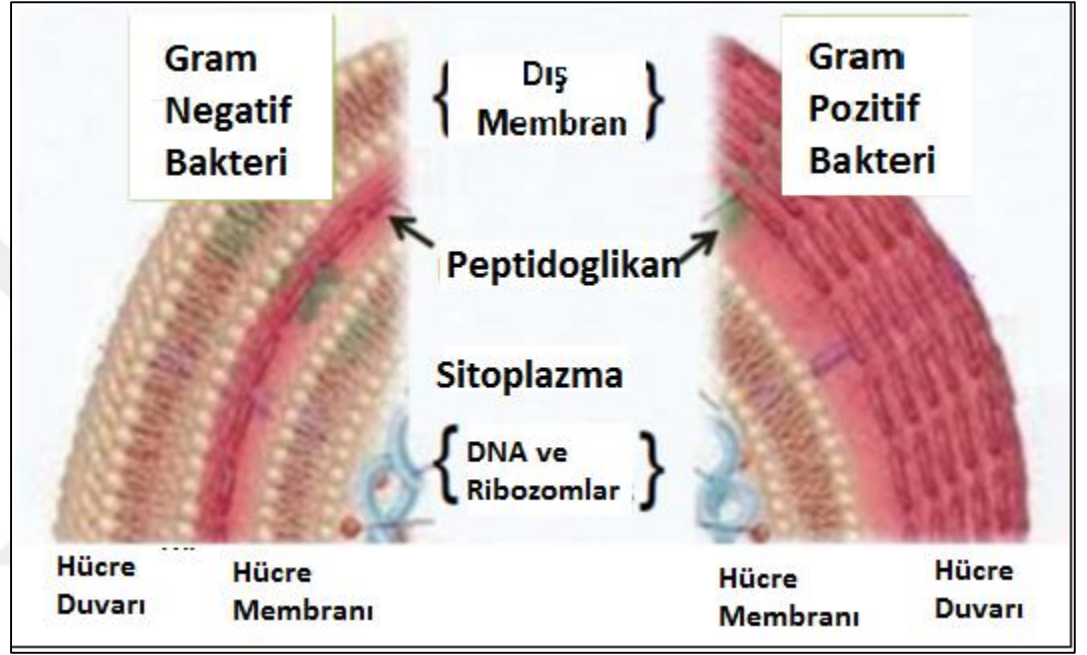
bakterilerin hücre duvarında yer alan hidrofilik dış membranın hücre içine girişi için bariyer özelliği göstermesi olarak açıklanabilmektedir.

Esansiyel yağların bileşimindeki değişik gruplar dikkate alındığında, antimikrobiyal aktivitenin tek bir mekanizmaya bağlı olmadığı görülmektedir (Toroğlu vd., 2007). Antimikrobiyal maddeler, enzimatik reaksiyonlar ve ortamdaki besin maddelerinin alımı üzerinde etkili olmaktadır (Şekil 3) (Uçan, 2008). Hücre zarının geçirgenliği, hem zardan geçecek olan maddelerin yapısına hem de zarın yapısına bağlıdır. Polar fenolik bileşiklerin su içinde çözünme özelliklerinin yüksek olması, mikroorganizma ile fenolik bileşiğin temasını kolaylaştırır (Holley and Patel, 2005; Evren ve Tekgüler, 2011).

Gıdanın pH'sı da antimikrobiyal etki mekanizması üzerine etkilidir. Düşük pH'da esansiyel yağın hidrofobik özelliği, gıdanın lipid fazında çözünme isteği gösterir. Bununla birlikte lipid fazında bakteriyel hücre zarı da daha kolay çözünür. Bu etkileşimler antimikrobiyal etkinliği artırır (Holley and Patel, 2005). Fenolik bileşikler antimikrobiyal etkilerini sitoplazmanın hücre duvarı yapısını ve işlevlerini değiştirerek göstermektedir. K^+ iyonunun kaybı genellikle hücrenin zarar gördüğüne işarettir, bu olayı sitoplazma organellerinin dışarı çıkması takip eder. Sitoplazma zarının geçirgenliğinin kontrol edilememesi de hücre ölümü ile sonuçlanabilir. Zarın işlevsel özelliklerini yitirmesi de hücredeki iyon taşınması, membrandaki yapısal değişikliklere yol açmaktadır (Holley and Patel, 2005; Kotzekidou et al, 2006; Evren ve Tekgüler, 2011). Hücre içindeki protein ve nükleik asit gibi bileşenler ile reaksiyona giren elektronegatif bileşikler mikroorganizma gelişimini inaktive edebilmektedirler (Dorman and Deans, 2000).

Esansiyel yağların çeşitli maddelerle ekstrakte edilerek kullanılmaları antimikrobiyal etkinliğin değişmesine yol açmaktadır. Sıcaklık, vakum ambalajlama gibi dış faktörler de bakterinin etkilenme hızını değiştirmektedir (Burt, 2004). Sinerjik etki yaratmak amacıyla esansiyel yağ kaynağı olan baharatların bir arada kullanılabilmektedir (Dorman and Deans, 2000). Adaçayı, kimyon, biberiye yağlarının Gram (-) bakterilere etki göstermediği bildirilmiştir. Bunun nedeninin Gram (-) bakterilerde hücre duvarının yanısıra bir de lipopolisakkarit ve proteinden oluşan dış zarının bulunması olduğu düşünülmektedir. Hidrofobik bileşiklerin difüzyonu, lipopolisakkarit yapı sayesinde sınırlandırılmaktadır (Burt, 2004; Delamare et al., 2007). Burt (2004) de,

bazı çalışmalarda esansiyel yağların Gram (-) ile Gram (+) bakteriler üzerinde aynı şekilde etkinlik gösterdiği, bazı çalışmalarda ise Gram (-) ve Gram (+) bakteriler üzerindeki etkinin farklı olabileceği belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre, antimikrobiyal etkinlikte salt faktör sadece hedef mikroorganizmanın yapısı değil, aynı zamanda esansiyel yağın yapısı ve gıda ortamının özelliklerinin de etkili olmasıdır (Ouattara et al., 1997; Sağdıç ve Özcan, 2003).



Şekil 2.5. Gram (-) ve Gram (+) bakterileri hücre duvar yapısı (Nazzaro et al., 2013).

Fenolik bileşenler, esansiyel yağlara antimikrobiyal özellik kazandıran başlıca bileşenlerdir. Genel olarak öjenol, karvakrol ve timol gibi fenolik bileşikler içeren esansiyel yağlar mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkiye sahiptir (Lambert et al., 2001; Torlak, 2009b).

Tablo 2.1. Esansiyel yağların antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bazı esansiyel yağlar ve çalışılan mikroorganizmalar (Evren ve Tekgöler, 2011).

Esansiyel yağ kaynağı / Esansiyel yağ/ Etkin madde	Etkili olduğu mikroorganizmalar
Allilisotiyosyanat (Hardal esansiyel yağı)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium commune</i> <i>Penicillium corylophilum</i> <i>Penicillium discolor</i> <i>Penicillium polanicum</i> <i>Penicillium roqueforti</i>
Ada Çayı	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Shigella sonnei</i>
	<i>Escherichia coli</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Aeromonas sobria</i> <i>Klebsiella oxytoca</i> <i>Citrobacter spp.</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Staphylococcus aureus</i>

	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
Biberiye	<i>Escherichia coli</i> (4 farklı suşu)
	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (2 suşu)
	<i>Candida albicans</i> <i>Trichophyton tonsurans</i> <i>Trichophyton rubrum</i> <i>Microsporum canis</i> <i>Epidermophyton floccosum</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Shigella sonnei</i>
Çam	<i>Escherichia coli</i> (4 farklı suşu)
Defne (<i>Laurusnobilis</i> Linn)	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas pyocyaneus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Kluyveromyces fragilis</i>
Fesleğen (etanol ekstraktı)	<i>Acinetobacter spp.</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Esherichia spp.</i> <i>Staphylococcus spp</i>

Karabiber	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Karanfil (Öjenol)	<i>Escherichia coli</i> (4 farklı suşu) <i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Kimyon	<i>Aspergillus niger</i> <i>Rhizopus oryzae</i> <i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Kekik(<i>Thymus vulgaris</i>)	<i>Bacillus subtilis</i>
Kekik (<i>Corydothymus capitatus</i>)	<i>Pseudomonas putida</i>
Keklik otu (Güvey otu, Mercanköşk)	<i>Escherichia coli</i> (4 farklı suşu) <i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i> <i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Fusarium moniliforme</i> <i>Photobacterium phosphoreum</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i>

	<i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Limon otu (<i>Cymbopogon citratus</i>)	<i>Aspergillus flavus</i>
Mentol	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (2 suşu)
Nane	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (2 suşu)
Okaliptus	<i>Escherichia coli</i> (4 farklı suşu)
	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
	<i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (2 suşu)
Sarımsak	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i>
	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Tarçın	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Carnobacterium piscicola</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
Turuncgil (dl-limonen; etil alkol)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

fermentasyonunu inhibe ediyor)	
Zencefil	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Kluyveromyces fragilis</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Staphylococcus aureus</i>

Literatürde çeşitli mikroorganizma gruplarına karşı esansiyel yağların antimikrobiyal etkinlikleri ve yağların kimyasal kompozisyonunun belirlendiği çalışmalar mevcuttur.

Yapılan bir çalışmada kekik, defne, lavanta ve rezene esansiyel yağlarının *E. coli* O157: H7, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium* ve *S. aureus* üzerinde önleyici etkisi saptanmıştır (Dadalıoğlu ve Evrendilek, 2004). Başka bir çalışmada, sarımsak yağı, kekik ve kitosanın, *S. enterica*'ya farklı sıcaklık koşulları altında inhibisyon etkisi belirlenmiştir (Marques et al., 2008). Bu çalışma, *S. enterica*'ya karşı sarımsak, kekik ve kitosanın antimikrobiyal özelliklerinin daha düşük sıcaklıklarda daha etkili olduğunu göstermiştir.

Karabiber, karanfil, kekik esansiyel yağları, hayvan ve bitki patojenleri olmak üzere 25 farklı bakteri cinsine karşı antibakteriyel etkinlik açısından değerlendirilmiştir (Dorman ve Deans 2000). Öjenol gibi fenolik yapıya sahip bileşenin test mikroorganizmalarına karşı oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Buna ek olarak, bu esansiyel yağlarda bulunan 21 terpenoid ve fenilpropanoid öjenol de antimikrobiyal aktivite açısından analiz edilmiştir. En geniş antibakteriyel spektruma sahip bireysel yağ bileşenleri timol, karvakrol, α terpineol, terpinen-4-ol ve öjenol olarak bulunmuştur.

Arora ve Kaur (1999), sarımsak ve karanfil özütlerinin patojen bakterilere ve maya kültürlerine karşı test etmişlerdir. Sarımsak özütü, test edilen organizmalara karşı önemli bakterisidal etkinliğe sahipken, karanfil sadece *Sh.flexneri*'nin gelişimini engellemiştir.

Bir başka çalışmada, karanfil yağı, sosislerde *L.monocytogenes* üzerinde inaktive edici etki göstermiştir (Mytle et al., 2006). Tavuk sosislerinde bulunan

patojen tüm suşları, 5 °C ve 15 °C'deki saklama koşullarında %1 ve %2 karanfil yağı kullanarak engellemiştir.

Yapılan bir çalışmada, geçirimli elektron mikroskopunda (TEM) kullanılarak *Ageratum conyzoides* esansiyel yağının *A. flavus*'un hücre duvarı ve sitoplazması üzerine etkileri incelenmiştir (Nogueira et al., 2010). Temel değişikliklerin mitokondride, hücre içinde ve özellikle de hücre zarında olduğu tespit edilmiştir. Hücre zarının homojen yapısını kaybettiği ve bazen durumlarda hücre duvarından ayrıldığı saptanmıştır. Zamanla fibril katmanların incelenerek hücre duvarından koptuğu da belirlenmiştir.

A. niger'e *Thymus eriocalyx* esansiyel yağlarının etkisinin TEM ile belirlendiği bir çalışmada (Rasooli et al., 2006); hücre duvarında ve zarında bazı bozulmaların meydana geldiği bildirilmiştir. Kekik yağının etkisiyle, misellerde, hiflerde ve hücre zarında bozulma oluşmuş, mitokondriyal etkilenmiştir. 250 ppm *Thymus eriocalyx* esansiyel yağının *A.niger*'e karşı etki gösterdiği, *A.niger* in sitoplazmasının azalma, çekirdek zarında hasar oluştuğu saptanmıştır. Tüm bu değişimler ise esansiyel yağların, hücre sentezini sağlayan enzimlerle etkileşimi ile ilişkilendirilmiştir.

Karanfil (öjenol), kişniş, kekik esansiyel yağları 5–20 µl/g düzeylerinde *L. monocytogenes*, *A. Hydrophila* ve et ürünlerinde doğal olarak bulunan floraya etkili oldukları belirtilmiştir (Burt, 2004).

Bitki ekstraktları ve esansiyel yağların mikrobiyal aktiviteyi inaktive edici etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, limon otu yağı, kekik (oregano) ve defne ekstraktının %2 (h/h)'nin altındaki miktarlarda, *P.aeruginosa*, *S.marcescens*, *A. baumannii*, *A. veronii*, *E. faecalis*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *S. enterica* subsp., *C.albicans* mikroorganizmaların tümü üzerine inhibe edici etkiye sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada, *C. albicans* ve *E. coli*'ye karşı %0.03 (h/h) ile en düşük konsantrasyonda etkiyi kekik yağının; *S.aureus*'a karşı ise %0.08 (h/h) ile vetiver (bir çeşit saman) yağının gösterdiği görülmektedir (Hammer et al., 1999).

Kim et al. (2004) tarafından ekstrakte edilen sinamik aldehit esansiyel yağının patojen bir mikroorganizma olan *E. coli* O157:H7'e karşı antimikrobiyal etkisi belirlemiştir. Sinamik aldehitin minimum inhibisyon konsantrasyonunun ise 250

$\mu\text{g/mL}$ olduğu tespit edilmiştir. 500 $\mu\text{g/mL}$ sinamik aldehit varlığında *E. coli* O157:H7 hücreleri 37 °C’de 12 saat inkübe edildiğinde mikrobiyal yükün $4,9 \times 10^6$ kob/mL’den $1,0 \times 10^2$ kob/mL’ye düştüğü gözlemlenmiştir. 1000 $\mu\text{g/mL}$ sinamik aldehit konsantrasyonunda ise birçok *E. coli* O157:H7 hücrelerinin inaktive olduğu görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada (Coşkun, 2010), 100 ppm mercanköşk, soğan, tarçın, kekik, sarımsak ve karabiber yağının, 150 ppm yenibahar ve karanfil yağının *Clostridium botulinum* 67 B’nin spor oluşumunu inhibe ettiği saptanmıştır. Aynı çalışmada, *C.botulinum* a yabani mercanköşk, tarçın, karanfil yüksek oranda etkili iken, karabiber, sarımsak, kekik etkili, yenibahar, soğan az etkili olmuştur.

Velluti et al. (2004) tarafından esansiyel yağların *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* ve *Fusarium graminearum* küflerine karşı etkisi incelenmek amacıyla agar ortamına ekim yapılmıştır. Agar içerisine 500 ve 1000 ppm, içinde tarçın ve karanfil esansiyel yağları eklenmiştir. Esansiyel yağ içeren agarlar 28 gün boyunca 25 °C’de inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda esansiyel yağların *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* ve *Fusarium graminearum* küflerine karşı antifungal etkisi saptanmıştır.

Matan et al. (2006), orta nemli gıdalarda 4 farklı tür küf (*Aspergillus flavus*, *Penicillium roquefarti*, *Mucor plumbeus* ve *Mucor eurotium*), 4 farklı tür maya (*Debaryomyces hansenii*, *Pichia membranaefaciens*, *Zygosaccharomyces rouxii* ve *Candida lipolytica*) ve 2 farklı tür bakteriye (*Staphylococcus aureus* ve *Pediococcus halophilus*) karşı tarçın ve karanfil esansiyel yağlarının karışımının etkilerini incelemiştir. Farklı oranlarda tarçın ve karanfil yağı içeren karışımların düşük oksijen ve yüksek karbondioksit içeren modifiye atmosferde antimikrobiyal etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Gıda kaynaklı patojenlerden *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *B. cereus* un bulunduğu çalışmada 15 farklı bakteri türü üzerinde kekik esansiyel yağının antimikrobiyal etkinliğini değerlendirilmiştir. Kekik esansiyel yağının $<1/100$ (h/h) çalışılan tüm bakteri türleri üzerinde inhibe edici etkisi olduğunu saptamıştır (Torlak, 2009a).

% 0.1 (h/h) sarımsak yağı içeren aljinat yenilebilir filmin bazı patojenik bakteri türlerine karşı etkinliği *in vitro* olarak test edilmiştir (Pranoto et al., 2005) 4

saat inkübasyon periyodu sonunda % 0.1 (h/h) sarımsak yağı, *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus* ve *B. cereus* 'un hücre sayısını sırasıyla 2.28, 1.24, 4.31 ve 5.61 log kob/g oranında azaltmıştır. %0.1 (h/h) oranındaki sarımsak yağı ortamdaki tüm bakterileri inhibe etmiştir (Torlak, 2009b).

Literatürde, esansiyel yağların kaplama materyallerine doğrudan eklenmesi ile elde edilen antimikrobiyal içeren yenilebilir filmlerin gıda grupları üzerinde antimikrobiyal etkisine ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır.

Bir çalışmada, kekiğin mikroorganizmalara karşı güçlü inhibe edici etki göstermesi ve pullulan polimerinin homojen film oluşturabilme özelliği göz önüne alınmış ve içerisinde kekik eklenmiş pullulan filmin seçilmiş bakterilere karşı etkisi incelenmiş, 26.5 - 52.9 mg/cm² oranında kekik içeren pullulan filmlerin, daha düşük oranda kekik içeren filmlere göre daha güçlü aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Kekik, belirgin bir karakteristik aromaya sahip olmasına rağmen, film içerisinde herhangi istenmeyen duyuşal değişikliğe sebep olmamıştır (Gniewosz and Synowiec, 2011).

Fesleğen, anason, kekik, kişniş esansiyel yağlarını içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 üzerindeki inhibisyon etkileri saptanmıştır. Esansiyel yağların tek başına veya birlikte kullanılması etkiyi değişmemiştir. %1 ve %2 (h/h) konsantrasyonlarda kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* sayısını sırayla 3.6 ve 4.0 logaritmik birim azalttığı belirlenmiştir (Zivanovic et al, 2005).

Peynir altı suyu proteininden elde edilen, kekik ve sarımsak özütü içeren yenilebilir filmlerin, *E. coli* O157:H7, *S. Enteritidis*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* 'a karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdiği belirlenmiştir (Sarıküş, 2006). Sarımsak yağı içeren filmler ile nisin veya kekik yağı içeren filmler *S. Enteritidis* e karşı inhibisyon etkisi göstermiştir. *L. monocytogenes* sayısında en fazla azalmayı sırasıyla nisin, sarımsak veya kekik yağı içeren filmler sağlamıştır.

Yapılan başka bir çalışmada, dilimlenmiş sığır karkasları CaCl_2 çözeltisine daldırılmış ve ardından yüzeyi 10^3 kob/cm² olacak şekilde *E.coli* O157:H7 ve *Salmonella typhimurium* inoküle edilmiş, son olarak da keklik yağı, çin tarçını ve dağ kekiğini ayrı ayrı içeren aljinat bazlı yenilebilir filmler ile kaplanmıştır. 5 günlük depolamada, keklik otu yağı veya çin tarçını yağını ayrı içeren aljinat kaplamaların *S. typhimurium*'a karşı inhibisyon etkisi saptanmıştır (Oussalah et al., 2006).

Rojas-Grau (2007b), *E. coli* O157:H7 üzerine mercanköşkü yağı, karvakrol, limon otu yağı, sitral, tarçın yağı, sinemaldehit içeren aljinat-elma püresi filmlerin antimikrobiyel etkinliğini saptamışlardır. *E. coli* O157:H7 en düşük etkinliği tarçın yağı içeren filmler, en yüksek etkinliği karvakrol içeren filmler göstermiştir (Rojas-Grau, 2007b).

Fuji elmalarının karanfil, tarçın, limon otu yağı içeren aljinat ile kaplandığı çalışmada elmaların raf ömrünü 30 gün artmış, elmalarda *E. coli* O157:H7 sayısı 4 log kob/g'dan daha fazla oranda azalmıştır (Raybaudi-Massilia et al., 2008a).

Zinoviadou et al. (2009) yaptığı bir çalışmada, buğday proteini izole filmlere %1.5 (a/a) kekik ekstraktı eklenerek, 10 gün boyunca kaplama uygulanan taze et ürünlerinde bozulma yapan mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmiştir.

Salmonella Enteritidis inoküle edilmiş taze kavun dilimleri tarçın, limon otu yağı ve palmarosa otsu bitkisi eklenmiş alginat filmlerle kaplanmıştır. Kavundaki mikroflora gelişmesine en yüksek etkiyi %0,3 palmarosa yağı eklenen filmler göstermiştir. Çalışma sonunda kavununda kalite ve duyu özelliklerini etkilemediği, *S. Enteritidis* popülasyonunu inhibe edildiği belirtilmiştir (Raybaudi-Massilia et al., 2008a).

Kaplama materyali olan nişastaya sitrik asit ilavesi ile taze çilekler kaplanmış, mezofilik aerobik bakteriler, küfler ve mayalar üzerine inhibe edici etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Garcia et al., 2001).

Yeşil çay ekstraktları ilave edilerek kaplanmış meyve salatalarında, küf/mayaların gelişiminde 1 veya 2 log azalma olduğu kaydedilmiştir (Chiu, 2010).

Karvakrol ve sinemaldehit 0.15 µl/g miktarında, kivi örneklerinin daldırma suyuna eklenmiş ve kivin doğal mikroflorasında olduğu belirlenmiştir. Ancak

aynı miktarlar Şamama tipi kavunda etkili olmaya yetmemiştir. Çalışmada bu etki meyve örneklerinin pH değerlerindeki farklılıktan kaynaklandığı belirtilmektedir. Kivinin pH'ı 3.2–3.6 iken, Şamama kavununun pH'ı 5.4–5.5'dir. Bu fark da esansiyel yağların ve komponentlerinin düşük pH'da mikroflora üzerine daha çok etkili olduğunu göstermektedir (Roller and Seedhar, 2002).

Dilimli kaşar peynirine, %1.5 (a/h) oranında zeytin yaprağı özütü içeren metilselüloz esaslı filmler uygulanarak, kaşar peynirindeki *S. aureus* gelişimini engellemesi amaçlanmıştır. *S. aureus* inoküle edilmiş ve %1.5 (a/h) zeytin yaprağı özütü içeren metilselüloz esaslı film ile kaplanmış kaşar peyniri dilimlerinde 4 ± 0.3 °C'da 14 gün sonunda *S. aureus* sayısı % 24.5 oranında azalmıştır (Ayana ve Turhan , 2009).

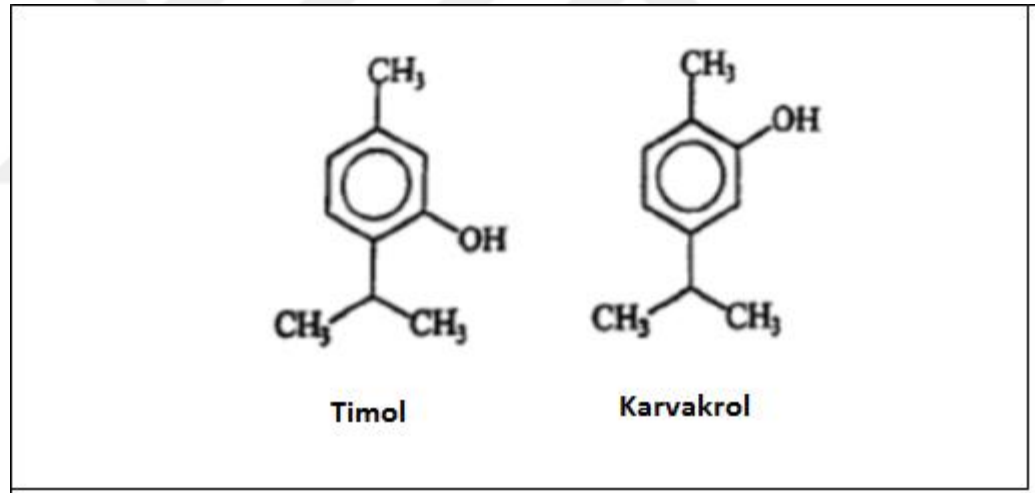
HPMC ve kitosan bazlı filmlere, farklı konsantrasyonlarda bergamot, limon ve çay ağacı esansiyel yağları eklenerek yapılan diğer bir çalışmada ise 10°C'de 12 günlük depolama süresince *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı filmlerin antibakteriyel etkisi incelenmiştir. Kitosan-esansiyel yağ, HPMC-esansiyel yağ bileşimi olan filmler, 3 farklı patojen bakteriye karşı antimikrobiyel aktivite göstermiştir. En yüksek antimikrobiyel aktiviteyi çay ağacı esansiyel yağı içeren filmlerin gösterdiği saptanmıştır. *E.coli* için HPMC-çay ağacı veya kitosan filmlerde; *L.monocytogenes* için çay ağacı içeren HPMC ve *S.aureus* için bergamot içeren HPMC filmlerde mikrobiyel gelişme için inhibisyon sağlanmıştır.

L. monocytogenes ve *E. coli* O157:H7'ye karşı anason, fesleğen, kişniş, kekik esansiyel yağlarını içeren kitosan filmlerin antimikrobiyel aktiviteleri belirlendiği çalışmada (Zivanovic et al., 2005), esansiyel yağların tek başına ve birlikte kullanıldıklarında aynı düzeyde antimikrobiyel aktivite gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca, %1 ve %2 (a/h) oranında kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* gelişimini azalttığı saptanmıştır.

2.5.2. Kekik Esansiyel Yağı, Özellikleri ve Bunların Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bir aromatik bitki olarak kekik (*Origanum vulgare L.*) akdeniz ülkelerinde tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapraklar, bitkinin kendisi antimikrobiyal, antikoksidial, antifungal, antispazmolitik ve antioksidan olarak kullanılmıştır (Ertaş vd., 2005). Kekiğin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri esansiyel yağ ve çözünür fenolik bileşenleri ile ilgilidir. Exarchou et al. (2002), kekik bitkisinin etanol ekstraktlarının ana bileşeninin rosmarinik asit olduğunu ve ayrıca kafeik asit varlığının doğrulandığını tespit etmiştir. Rosmarinik asit bir kafeoil esterdir ve önemli bir antioksidan ve anti-inflamatuar bileşik olduğu saptanmıştır.

Kekik esansiyel yağının aktif bileşeni, karvakroldür. Kekik yağında bulunan diğer bir önemli bileşenin ise timol olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Timol ve karvakrolün kimyasal yapısı

Fenolik bileşiklerin mikrobiyal gelişimi önleyici etkisi, mikroorganizmaların hücre zarı ile olan etkileşimleri ile açıklanabilir ve genellikle bileşiklerin hidrofobikliği ile ilişkilendirilir. Karvakrol ve timolün antimikrobiyal aktiviteleri için hidrofobiklik, hidroksil grubu ve bir delokalize elektron varlığı önemlidir. Uygun hidrofobik özelliklerinden dolayı, hücre zarında karvakrol ve timol birikebilir ve dolayısıyla protonlar, fosfatlar ve potasyum sızıntılarıyla

mikroorganizmaların membranlarında geçirgenlik değişikliklerine neden olabilir. Yağların hidrojen bağlama kabiliyeti ve proton salma yeteneği, hücre zarının ölümüne neden olabilir (Burt, 2004).

Pek çok çalışmada, esansiyel yağlarının gıda muhafaza edilmesinde kullanılabileceğini önerilmektedir. Esansiyel yağların direkt kullanımlarıyla çeşitli maddelerin matriksine eklenerek edilerek kullanılmaları, farklı antimikrobiyal etkinlik sonuçlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Esansiyel yağların ortamdaki diğer maddelerle etkileşimlerinden *in vitro* çalışmalarda ortaya çıkan etkinlik değerleri, gıda maddelerinde esansiyel yağların kullanım oranlarını tam belirleyemeyeceğinden, gıda maddeleri için kullanımı sınırlamaktadır. Ayrıca, esansiyel yağların genel olarak zararsız olarak sınıflandırılrsa da etkili antimikrobiyal konsantrasyonların belirlenmesinde duyuşal testlerde elde edilen sonuçlar, konsantrasyonları etkilemektedir.

2.5.3. Esansiyel Yağların Gıda Muhafazasında Kullanımı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Tüketici sağlığına yönelik bir risk oluşturmıyan karvakrol, sinemaldehit, eugenol, p-simen, timol ve mentol gibi birçok esansiyel yağ bileşeni Avrupa Birliği tarafından gıdalarda kullanımı yasal olan aroma maddeleri kapsamında değerlendirilmektedir. Günümüzde esansiyel yağ içeren gıda koruyucularını ticari ürün olarak elde etmek mümkündür. Son yıllarda esansiyel yağların gıdalarda doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini ortaya koyan birçok çalışma yapılmıştır (Burt, 2004). Ancak esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitesine saptamaya ilişkin *in vitro* çalışmalardan elde edilmiş veriler ve sonuçlar, gıda matriksindeki aktivitelerine yönelik değerlendirmeleri yapabilmek için yeterli değildir. Bu nedenle, gıda matriksi ve esansiyel yağların ile birlikte kullanımlarına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır (Moreira et al., 2005). Yapılan çalışmalar esansiyel yağların gıdalardaki antimikrobiyal aktivitesinin *in vitro* çalışmalara kıyasla düşük düzeyde olduğunu ortaya koymuştur (Burt, 2004).

Yapılan bazı çalışmalarda esansiyel yağlar, gıdalar içine direk olarak eklenmiştir. Bu çalışmalarda, esansiyel yağların gıdaların doğal mikroflorasına etkileri ve bozulmaya karşı inhibisyon etkileri belirlenmiştir.

Kekiğin 7–21 µl/g düzeylerinde patlıcan salatasında, kontrol örneklerine göre *Escherichia coli* O157:H7 üzerine inhibe edici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Skandamis and Nychas, 2000). 0.15–0.75 µl/g düzeyinde karvakrol kullanımı ise pirinç örneklerinde kontrol örneklerine göre *B. cereus*'un lag fazını uzatmış ve son popülasyonu azaltmıştır (Ultee et al., 2000).

Smith et al. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada dört esansiyel yağ (defne, karanfil, tarçın ve kekik), %0,1, %0,5 ve %1'lik konsantrasyonlarda yağlı ve tam yağlı peynirlere ilave edilmişlerdir. Az yağlı peynirlerde %1 oranında uygulanan 4 yağ çeşidinin *Listeria monocytogenes* sayısını 1,0 log kob/ml değerinin altına indirdiği gösterilmiştir. Tam yağlı peynirde kekik yağının *Salmonella Enteritidis*' e karşı etkisinin olmadığı, 4 günlük depolama sonunda az yağlı peynirde *Salmonella Enteritidis*' in sayısını ≤ 1 değerinin altına düşürdüğü bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada, havuç suyu örneklerinde <5 µl/100 ml'den az konsantrasyonlarda sinemaldehitin *Bacillus cereus* gelişimini 16 °C'de 60 gün inhibe ettiği ve duyuşsal özelliklerine bir etkisi bulunmadığı bildirilmiştir (Valero and Giner, 2006). Esansiyel yağ olarak karanfil kullanılan bir çalışmada, balık örneklerinde ve birçok patojenik, bozulma yapan mikroorganizmalar üzerinde en fazla koruyucu etkiye sahiptir (Gómez-Estaca et al., 2010).

Friedman et al. (2004), tarafından yapılan çalışmada elma suyunda *E. coli* O157: H7 ve *Salmonella enterica* patojen mikroorganizmalarına karşı 17 farklı esansiyel yağların antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella enterica* mikroorganizmalarının sayısında %50 azalma gösteren etkili yağların karanfil ve tarçın esansiyel yağları olduğu belirlenmiştir.

Chien et al. (2003) tarafından esansiyel bileşikler ile kivi meyvesinin kalitesinin korunması amacı ile yapılan çalışmada kivi 9 meyvesi dilimlenerek ağzı kapanır plastik poşet içerisine bırakılmış ve plastik poşet içerisine 2,24, 11,2 ve 22,4 ppm metil jasmonat eklenmiştir. 10°C de 3 hafta boyunca depolanan, ardından metil jasmonat ile muamele edilen örneklerin çürümeye karşı etkileri kontrol örneğine göre değerlendirilmiştir. Uygulama yapılan kivi örneklerinin kivi kalitesi üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Uygulanan konsantrasyon değerleri

içerisinde 11,2 ve 22,4 ppm'in 2,24 ppm'e göre daha etkili koruma sağladığı tespit edilmiştir.

Roller ve Seedhar (2002) tarafından yapılan bir çalışmada; karvakrol ve sinamik asidin 4°C ve 8°C'de 21 gün boyunca depolanan taze dilimlenmiş kivi meyvesindeki antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Dilimlenmiş meyveler 1, 5, 10 ve 15 mM karvakrol ve 1 mM sinamik asit çözeltilerine daldırılmış ve 4-8 °C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. 10 ve 15 mM karvakrol ile işlenen ve 4 °C'de depolanan örnekte mikrobiyal yükün limit değerin (2 log kob/g) altında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca 5 mM karvakrol uygulama yapılan örnekte 12 gün boyunca mikrobiyal yükün limit değerin altında, 21 gün sonra ise mikrobiyal yük 5,2 log kob/g ile limit değerin üzerinde olduğu görülmüştür. 1mM karvakrol ve sinamik asit ile muamele edilen örneklerde hem 4 °C hem de 8 °C depolamada 5 gün boyunca mikrobiyal gelişmenin görülmediği belirtilmiştir.

Bitkisel esansiyel yağların gıdalarda çürümeyi önlediği ve küf gelişimini engellediği yapılan çalışmalarda görülmektedir.

Omidbeygi et al. (2007), karanfil esansiyel yağının domates salçasında *Aspergillus flavus* küfüne karşı inhibitör etkisinin olduğu belirtmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 200, 350 ve 500 ppm) esansiyel yağ salça örneklerine eklenmiş ve 25 °C'de 2 ay boyunca depolanmıştır. Kullanılan konsantrasyonlar içinde inhibitör etkisi en yüksek olanların 350 ve 500 ppm olduğu bulunmuştur. Depolama sonunda esansiyel yağın *Aspergillus flavus*'un gelişimini inhibe ettiği belirlenmiştir.

Yağlı ve yarım yağlı yumuşak peynirlere *Salmonella enteritidis* NCTC 4444 ve *L. monocytogenes* NCTC 11994 inokule edilerek defne, tarçın, kekik ve sarımsak özütlerinin etkisinin saptandığı çalışma sonucunda, 3 gün sonunda %1 (h/a) konsantrasyonda sarımsak ve tarçın özütlerinin, peynirlerde *L. monocytogenes*'e karşı etkili olduğu belirlenmiştir(Palmer et al., 2001).

Holley ve Patel (2005), yaptıkları çalışmada anason, kekik ve tarçının aflatoksin üretimini inhibe ettiğini saptamışlardır. Mejlholm ve Dalgaard (2002), %0.05, h/a oranında kekik otu yağının morina balığı filetolarında bozulma reaksiyonlarını geciktirdiğini belirtmişlerdir. Ancak yüksek oranda esansiyel yağ balık filetolarında aroma değişimine neden olmuştur.

Aminifard ve Mohammadi (2011), kimyon (*C. carvi*), rezene (*F. vulgare*) ve nane (*M. piperita*) esansiyel yağların *B.cinerea*’ ya karşı inhibe edici konsantrasyonu saptayarak, bu yağların eriğin depolama kalitesine etkilerini belirlemişlerdir. *In vitro* sonuçlar, *B. cinerea*'nın büyümesinin sırasıyla 400 ve 600 µL/L konsantrasyonlarında siyah karamürge ve rezene yağlarının uygulanmasıyla tamamen engellendiğini göstermiştir. Uygulanan bütün konsantrasyonlarda siyah karamuk, rezene ve nane yağlarının Erik meyvelerindeki *B. cinerea* büyümesini kontrol ile karşılaştırıldığında inhibe ettiğini göstermiştir. Buna ek olarak, 600 ve 800 µL/L konsantrasyonda bulunan üç yağ, titre edilebilir asitlik, suda çözünür kuru madde, karbonhidrat içeriği, pH ve ağırlık kaybı yüzdesi gibi meyve kalitesi özellikleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Böylece yağlar *B. cinerea*'nın Erik meyvelerinde gelişimini engelleyerek depolama ömrünü uzattığı saptanmıştır.

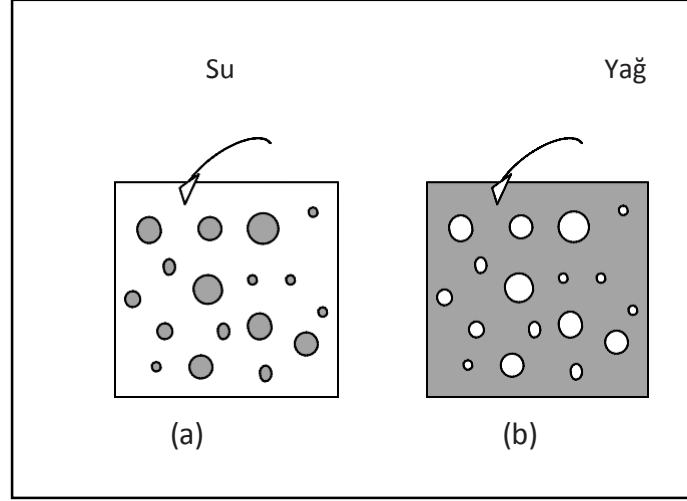
2.6. Esansiyel Yağ Nanoemülsiyonlarının Formülasyonu ve Üretimi

Gıda endüstrisinde bir koruma tekniği olarak esansiyel yağların kullanımı son yıllarda artış göstermiştir (Seow et al., 2014). Ancak, esansiyel yağların yüksek reaktivitesi ve hidrofobikliği nedeniyle gıda ve içecek ürünlerine doğrudan eklenmeleri zor olmaktadır. Biyolojik faaliyetlerini korumak ve aynı zamanda gıda uygulamaları ile uyumlu hale getirilmesi için nanoenkapsüle edilerek gıdaların organoleptik özellikleri üzerindeki olumsuz etkisi azaltılabilmektedir (Donsi et al., 2012a, 2011).

2.6.1. Nanoemülsiyonlar ve Özellikleri

Katı, sıvı veya gaz halindeki gıda bileşenlerinin, enzimlerin, mikroorganizmaların, protein veya karbonhidrat bazlı bir kaplama materyaliyle çevrelenmesine enkapsülasyon denilmektedir (Gökmen vd., 2012).

Emülsiyonlar, birbiri ile karışmayan en az iki sıvıdan oluşurlar ve damlacıklar halinde dağıldığı heterojen sistemler olarak tanımlanırlar. Bu sistemler, hidrofilik ve lipofilik olmak üzere iki fazdan oluşurlar. Bu iki faz, emülsiyonun iç fazı ve dış fazı olarak adlandırılmaktadır. Dış faz, sürekli faz özelliğini göstermekte ve iç fazı damlacıklar halinde içinde taşımaktadır (İlyasoğlu ve El, 2010; Karadağ, 2013) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Yağ/Su ve Su/yağ emülsiyonları (Karadağ, 2013).

Nanoemülsiyonlar içerdikleri damlacıklar aracılığı ile esansiyel yağlar gibi fonksiyonel özellikleri olan biyoaktif ürünlerin enkapsülasyonu ve taşınmasının sağlanması amacıyla kullanılan sistemlerdir (Tarhan vd., 2010). Nanoemülsiyonlarda damlacıklar boyut olarak 20-200 nm arasında bir dağılım göstermekte ve nanoemülsiyonlar enkapsülasyon yöntemlerinden biri olarak tanımlanmaktadır (Donsi and Ferrari, 2016).

Nanoemülsiyonlar geleneksel emülsiyonlara kıyasla damla toplama karşısında daha iyi bir stabiliteye sahip olma eğilimi gösterirler. Sistemler gravitasyonel ayırma, flokülasyon, kaynaşma veya Ostwald olgunlaşması gibi çeşitli fizikokimyasal mekanizmalara bağlı olarak zamanla parçalanma eğilimi göstermektedir (Huang et al., 2010). Yüksek basınçlı homojenizasyon, ultrasonik çalkalama ve mikro akışkan kanallar nanoemülsiyonları elde etmekte kullanılırlar (Tarhan vd., 2010). Protein ve karbonhidrat özellikteki polimerlerden elde edilen nano parçacıklar da, enkapsülasyon amacıyla kullanılan önemli taşıma ve iletim sistemlerinden biridir.

2.6.2. Nanoemülsiyonların Üretim Yöntemleri

Su, yağ ve emülgatörün yanısıra, emülsiyon yapmak için de enerjiye ihtiyaç vardır. Nanoemülsiyon üretmek için ya büyük miktarda enerji ya emülgatör ya da her ikisinin kombinasyonu gereklidir. Nanoemülsiyonlar genellikle yüksek enerjili (yukarıdan-aşağıya) ya da düşük enerjili yaklaşımlar (aşağıdan-yukarıya) olarak

sınıflandırılan çeşitli yaklaşımlar kullanılarak üretilir. Yukarıdan-aşağıya yaklaşımda küçük partiküller farklı boyut küçültme işlemleri (mekanik proses) ile elde edilmektedir.

Günümüzde aşağıdan-yukarıya yaklaşımları, endüstriyel gıda işlemlerinde nanoemülsiyonların hazırlanması için kullanılan en yaygın yöntemdir. Büyük ölçekli üretim yapabilmektedirler.

Aşağıdan yukarı metodu ile üretilen damlacıkların boyutu, homojenizatör tipine, homojenizatör çalışma koşullarına (örn. Enerji yoğunluğu, süre ve sıcaklık), numunenin bileşimine (örn. Yağ türü, emülgatör tipi, nispi konsantrasyonlara), bileşen fazlarının fizikokimyasal (örneğin, ara yüzey gerilimi ve viskozite özelliklerine) bağlıdır (Donsi and Ferrari, 2016).

Yukarıdan aşağıya metodu kullanılarak üretilen esansiyel yağ nanoemülsiyonlarında en çok kullanılan sistemler mikrofludizasyon, ultrasonikasyon ve yüksek basınç homojenizasyonu olup, bu yöntemlerde büyük miktarda enerji işlem sıvısına aktarılmaktadır (Donsi et al., 2013).

Yüksek basınçlı homojenizasyon (HPH) (Şekil 2.8), bir akışkanın yüksek basınçlarda (50-400 MPa) sıkıştırıldığı kesintisiz bir üretim şeklidir (Donsi and Ferrari, 2016). Büyük damlacık bozulması, kopma kuvvetlerinin en fazla olduğu döner bıçakların hemen yakınında gerçekleşir (Karadağ, 2013). Daha sonra bu emülsiyon dar bir yüksek basınçlı homojenizatör deliğinden beslenir.

Son olarak, yeniden birleşmeyi önlemek için yeni damlacık yüzeylerine hızlı bir şekilde adsorbe olabilen yeterli emülgatör miktarı kullanmak önemlidir (McClements and Rao, 2011).

Nanoemülsiyonun başarılı olabilmesi için bazı faktörler önemlidir;

2.6.3. Formülasyon

Formülasyon; hem nanoemülsiyon özelliklerinin hem de minimum ulaşılabilir damlacık boyutunun belirlenmesinde, yüzeyler ve biyolojik aktiviteleri ile ilgili birçok özelliğin tespit edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Nanoemülsiyonların oluşumu ve stabilitesi genellikle yağ fazının (polarite, suda

çözünürlük, ara yüzey gerilimi, kırılma indisi, viskozite, yoğunluk) fiziko-kimyasal özelliklerine bağlıdır.

Yağ ve sulu fazları bir emülsiyona dönüştürülmeden önce, genellikle diğer bileşenler en fazla çözünür olduğu faza dağıtılması gereklidir. Bazı vitaminler, renklendirici ajanlar, antioksidanlar ve yüzey aktif maddeler gibi yağda çözünen bileşenler yağ ile karıştırılırken, proteinler, polisakaritler, şekerler, tuzlar ve bazı vitaminler, renklendirici ajanlar, antioksidanlar ve yüzey aktif maddeler, gibi suda çözülebilen maddeler su ile karıştırılır.

2.6.3.1.Yağ Fazı

Nanoemülsiyon hazırlamak için kullanılan yağ fazı tri-, di- ve monoasilgliseroller, serbest yağ asitleri, tatlandırıcı yağlar, esansiyel yağlar, mineral yağlar, mumlar, yağda çözünen vitaminler gibi çeşitli polar olmayan bileşenlerden ve çeşitli lipofilik bileşikler ile (karotenoidler, kurkumin, fitosteroller, fitostanoller ve Koenzim Q gibi) formüle edilebilir (Karadağ, 2013).

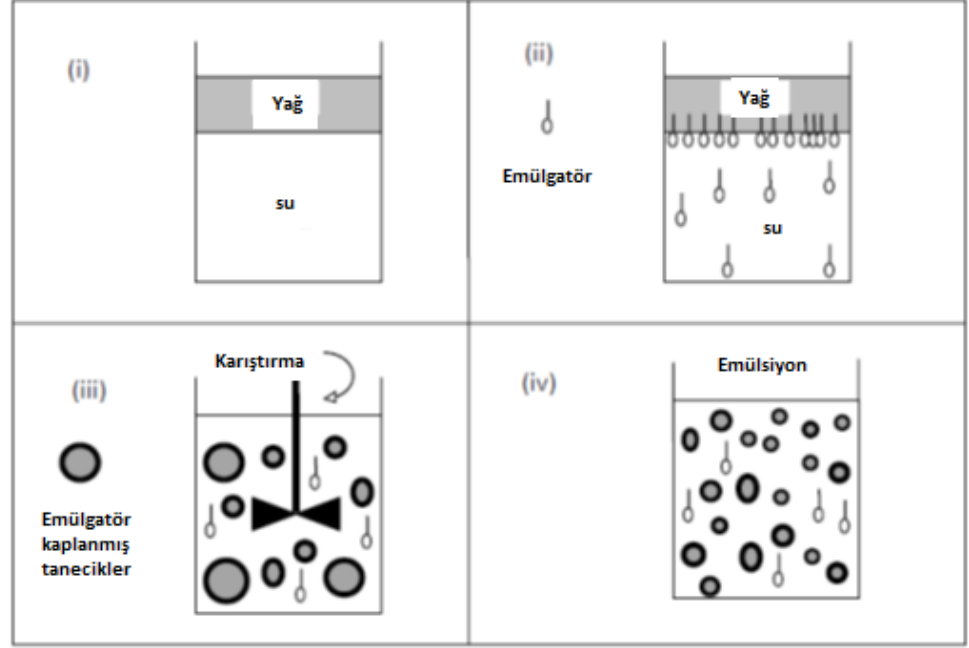
2.6.3.2. Su Fazı

Sulu faz kompozisyonu, nanoemülsiyon oluşumunu optimize etmek veya stabilitesini arttırmak için kullanılabilir. Sulu faz, yardımcı çözenler (basit alkoller ve polioller gibi), karbonhidratlar, proteinler, mineraller, asit ve bazlardan oluşabilir. Düşük enerjili yöntemleri kullanarak nanoemülsiyon oluşturulan bazı yöntemler, yardımcı yüzey aktif cisimcikler (kısa ve orta zincirli alkoller gibi) veya yardımcı çözücüler (propilen glkol, gliserol ve sorbitol gibi polioller) varlığını gerektirir. Yardımcı çözenler, yüzey aktifliği yüksek olmayan moleküllerdir, ancak emici madde moleküllerinin fizikokimyasal özelliklerini, örneğin yüzey aktivitesi, kolloidal yapı oluşturma kabiliyetlerini değiştirebilirler (Karadağ, 2013).

2.6.3.3. Stabilize Edici Maddeler

Geleneksel bir emülsiyon termodinamik olarak dengesizdir ve zamanla parçalanma eğilimindedir. Yağ-su arayüzünün yüzey enerjisi (Gibbs serbest enerjisi) nedeniyle yağ ve su rahatça bir arada bulunmaz. Ayrılan yağ ve su fazlarının serbest enerjisi emülsiyonun serbest enerjisinden düşüktür. Sistem,

termodinamik dengede her zaman bu en düşük enerji konfigürasyonuna geri dönme eğilimindedir (Douglas, 2003; McClements, 2008). Belirli bir süre boyunca kinetik olarak stabil olan uzun ömürlü bir emülsiyon elde etmek için, homojenizasyondan önce bir 'yüzey aktif madde' veya 'emülgatör' eklemek gereklidir (Şekil 2.8).



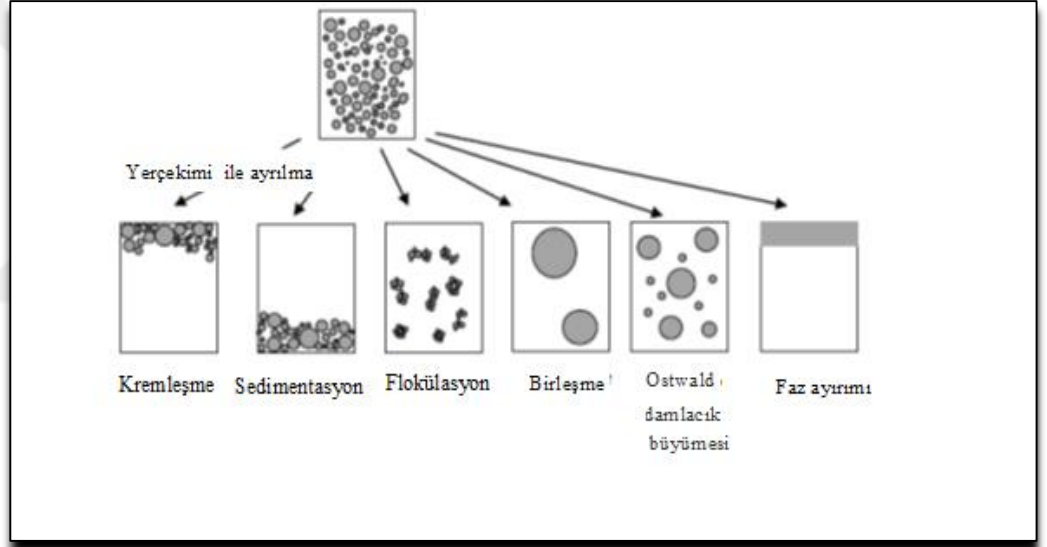
Şekil 2.8. Emülsiyon Oluşumu

(i) Yağ ve su gibi birbirine karışmayan iki sıvı, ara yüzey ve yerçekimi enerjilerini en aza indirmek için, düz bir arayüze sahip bir su tabakasının (daha yüksek yoğunluklu) üstünde bir yağ tabakasını (daha düşük yoğunluklu) oluşturarak faz ayrıştırır. (ii) Sürekli faz, tercihen yağ-su arayüzünde adsorbe olur. (iii) Sisteme karıştırma uygulanır. Yağın yüzey aktif madde ile kaplı damlacıklara kaplanması sağlanır. Emülsiyon karışıkça, daha büyük yağ damlacıkları gerilir ve daha küçük damlacıklara dönüşür. (iv) Karıştırma durdurulduktan sonra, emülsiyon belirli bir süre stabil kalabilir (Mason et al., 2006).

Emülgatörler genelde emülsiyon kinetik stabilizasyonunda iki rol oynamaktadır: (1) yağ ve su fazları arasındaki arayüzey gerilimini düşürür (2) Homojenizasyon sırasında yeni oluşan damlacıkların etrafında mekanik, kohezif bir ara yüzey filmi oluşturarak emülsiyon oluşturma işlemi sırasında emülsiyon damlacıklarının elektrostatik etkileşimlerle hızla yeniden yoğunlaşmalarını veya birleşmesini önler (Karadağ, 2013).

2.6.3.4. Kararlılık

Bir kolloidal sistemin "kararlılığı" terimi, bir kolloidin zaman içindeki özelliklerinde meydana gelen değişikliklere karşı direncini açıklar: sistem ne kadar kararlıysa, özellikleri o kadar yavaş yavaş değişir. Bir emülsiyon sistemindeki parçacıklar daima Brown hareketi gösterir ve dolayısıyla birbirleriyle sık sık çarpışır. Böylece, damlacık parçacıklarının kararlılığı, böyle bir çarpışma sırasında parçacıklar arasındaki etkileşim sonucu belirlenir. İki temel etkileşim vardır: biri çekici güç, diğeri de itici güç. Çekim gücü hakim olduğunda, parçacıklar birbirine yapışır ve bütünleşip birleşebilir. İtici güç hakim olduğunda, sistem dengeli olacak ve dağınık halde kalacaktır (McClements, 2005e; Miller, 2010).



Şekil 2.9. Gıda emülsiyonları, kremleşme, sedimentasyon, flokülasyon, birleşme ve faz ayrırımı (McClements, 2007).

Çoğu yiyecek emülsiyonundaki damlacıklar, emülsiyonun stabilize edilmesi için kullanılan emülgatörün türüne, emülgatörün ara yüzdeki konsantrasyonuna ve mevcut çevre koşullarına (örn., pH, sıcaklık ve iyonik kuvvet) bağlı olarak kayda değer bir elektrik yüküne sahip olabilir. Benzer biçimde yüklü damlacıklar arasındaki elektrostatik etkileşim iticidir ve bu nedenle elektrostatik etkileşimler, damlacıkların bir araya getirilip birbirine yaklaşmasını önlemede önemli bir rol oynamaktadır.

Bir emülsiyon, birkaç farklı fiziksel ve kimyasal işlem çeşidi nedeniyle dengesiz hale gelebilir. Bunlar krem, sedimentasyon, flokülasyon, birleşme ve Ostwald damlacık büyümesi ve faz ayrılmasıdır (Şekil 2.9).

Nanoemülsiyonların kararlılığı, benzer bileşenlerden hazırlanan geleneksel emülsiyonların stabilitesinden farklıdır. Nanoemülsiyonlar genellikle gravitasyonel ayırma karşı oldukça karardır. Buna ek olarak, nanoemülsiyonlar geleneksel emülsiyonlara kıyasla damlacık büyümesi karşısında daha iyi bir stabiliteye sahip olma eğilimi gösterirler, çünkü damlacıklar arasında etki eden net çekim kuvvetlerinin mukavemeti genellikle damlacık boyutunun azalması ile azalırken, itici kuvvetlerin mukavemeti boyuta daha az bağımlıdır (McClements and Li, 2010).

2.7.Nanoemülsiyonların Tanımlama ve Karakterizasyon Teknikleri

Bu bölümde, nanoemülsiyonların tanımlanması ve karakterizasyonu için kullanılabilecek analitik tekniklerden bahsedilmektedir.

2.7.1.Zeta potansiyeli

Taneler arasındaki itme veya çekme değeri ölçüsü olan zeta potansiyeli " ζ " zeta ile gösterilir, birimi milivoltttur. Çözeltilerin, kayma yüzeyi ile elektrikçe nötral bölgesi arasındaki potansiyel farkıdır. Dispers sistemlerin stabilitesinin ölçümünde zeta potansiyel pratik uygulama biçimidir. Süspansiyon içerisinde belli bir yükteki iyon, ters yüklü iyonları çeker. Devamında yüklü tanenin yüzeyinde bir bağ yüzeyi oluşur Oluşan yüzeye "Kayma yüzeyi" denilir ve sınırlar içerir. Yüklü tane ve etrafındaki iyonların kayma yüzey sınırına kadar olan kısım tek bir parça olarak hareket eder. Kayma yüzeyinde oluşan bu potansiyel, zeta potansiyeli olarak tanımlanır. Zeta potansiyeli tanenin yüzey yapısından da içinde bulunduğu sıvının bileşiminden de etkilenir (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı, Erişim Tarihi 2017).

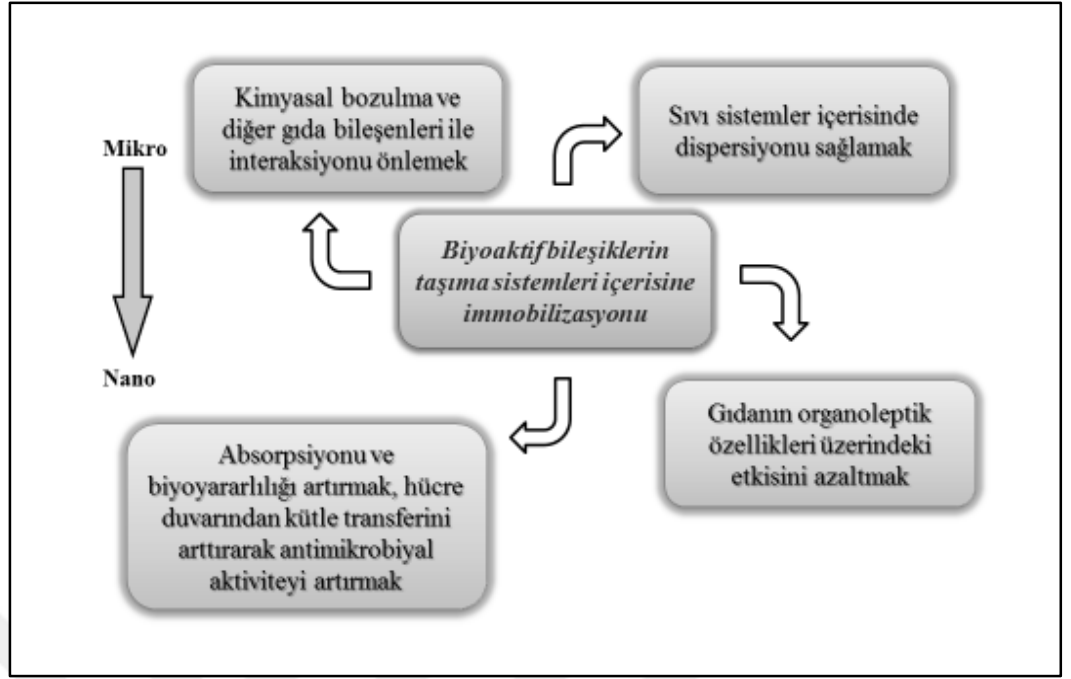
3.Yenilebilir Film ve Kaplamalardan Aktif Maddelerin Kontrollü Salımı

Yapılan son çalışmalarda, gıda ambalajlama teknolojisi, toplumun artan daha güvenli ve daha sağlıklı yiyecekler, daha uzun raf ömrü, kolaylık, gıda atıkları ve çevresel endişe taleplerine karşılık olarak sürekli gelişmektedir. Aktif ambalaj teknolojisi, gıdaları korumak için kullanılan teknolojilerden biridir. Bu teknoloji, kalitesini korurken, aynı zamanda gıdaların raf ömrünü uzatmak veya duyuşal özelliklerini geliştirmek için de kullanılır (Salgado et al., 2015). Ambalajlama materyali olarak kullanılan film veya kaplama, gıda ürünü ile çevre arasında meydana gelebilecek etkileşimler, göç, adsorpsiyon, absorpsiyon (Şekil 3.1) gibi farklı kütle transferi süreçleri tarafından yönetilir (Salgado et al., 2015).

Migrasyon sırasında, polimer matriks içerisindeki biyoaktif bileşikler, koruyucu özelliklerini devam ettirerek (antioksidanlar, antimikrobiyaller vb.) ürüne veya tepe boşluğuna aktarılabilir.

Adsorpsiyon prosesinde gıda bileşiminde veya ortamda yer alan bileşenler, filmin veya kaplamanın yüzeyine aktarılır. Absorpsiyon işleminde bu bileşenler film veya matriksi içine dahil edilir. Her iki durumda da ambalaj, sebzelerin olgunlaşması ve yaşlanmasında önemli bir role sahip O_2 , CO_2 , H_2O ve C_2H_4 gibi serbest radikal tutucusu görevi de üstlenirler. Ancak bu işlemlerle, vitaminler, mineraller ve diğer besin maddeleri gibi bazı önemli gıda bileşenleri de ayrılabilir (Donsi et al., 2011).

Geçirgenlik, sıvı veya gaz moleküllerinin polimer matrisi içerisinde difüzyonunu içerir. Bu proseste, H_2O , O_2 , CO_2 , C_2H_4 , tat, koku oluşumu, çevreden gıdaya veya tersine aktarılabilir (Donsi et al., 2011).



Şekil 3.1. Film kaplamalarda kütle transfer süreçleri (Salgado et al., 2015).

Bileşiklerin aktarım hızı, polimerik malzemenin kimyasal doğasına ve çapraz bağlanma derecesine, aktif bileşiğin konsantrasyonuna, polimer matrisi ve gıda ile olan afinitesine, bağıl nem, sıcaklık ve temas süresi gibi çevresel koşullara bağlıdır (Donsi et al., 2011).

Gıda kaynaklı patojenlere ve bozulma yapan bakterilere karşı doğal antimikrobiyal ajan olarak esansiyel yağların kullanımı, gıda muhafazasında önemli bir yere sahiptir (Caillet et al., 2006). Bununla birlikte, esansiyel yağların enkapsülasyonu, sadece esansiyel yağın suda düşük çözünürlükleri nedeni ile ilgili dozaj sınırlamasını aşmak için değil, aynı zamanda biyoaktif maddelerin fiziksel kararlılığını arttırmak için de kullanılmaktadır (Donsi et al., 2011). Buna ek olarak, esansiyel yağların nanoenkapsülasyonu, antimikrobiyal maddenin biyoaktivitesini artırmakta, hücre emiliminin pasif mekanizmalarını geliştirerek antimikrobiyal aktiviteyi sağlamak için gerekli esansiyel yağ konsantrasyonlarının azalmasını sağlayarak aroma, lezzet ve tat üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaktadır (Donsi et al., 2011).

4. Üzüm ve Çilek Kalitesine *B.cinerea*'nın Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Asma çok yıllık bir bitkidir. Ömrü bakım şartlarına göre yaklaşık 40-50 yıl civarındır (Selvi, 2015).

Dünyada 2014 yılı değerlerine göre 7.573 milyon ha alanda 69.9 milyon ton üzüm üretimi yapılmıştır. Türkiye dünya ülkeleri arasında üzüm üretiminde 4265 milyon ton ile Çin, ABD, Fransa, İtalya ve İspanya'dan sonra 6.; sofralık üzüm üretiminde 1.89 milyon ton ile 3. sırada yer almaktadır. Türkiye'nin dünyada önemli bir erkenci sofralık üzüm yetiştiricisi ülke konumunda olması bu bakımdan önemli avantaj sağlamaktadır. Bundan dolayı son yıllarda bu avantajın kullanılması yönünde Manisa ilinde erkenci, çekirdeksiz özelliklerinden dolayı yetiştiricilik alanı artan çeşitlerden biri Süperior Seedless üzüm çeşididir (Camcı, 2016).

Çilek (*Fragaria sp.*) üzüksü meyveler içerisinde önemli yeri tutar ve dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir. Çilekler çevre koşullarına uyumda olumlu davranış gösterirler. Çilek üretimi dünyada üzüksü meyveler içerisinde en önemli yeri tutmaktadır. Değişik iklim ve toprak özellikleri ile Türkiye çilek üretiminde önemli bir yerdedir (Tarım kütüphanesi, 2017).

Türkiye'deki çilek üretimi Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yapılmaktadır (Tarım kütüphanesi, 2017).

Ülkemiz için ekonomik değeri olan üzüm ve çilek yetiştiriciliğinde önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların başında da fungal kaynaklı hastalıklar gelmektedir. Üzümde ve çilekte sorun olan birçok patojen bulunmasına karşın, ekonomik yönden büyük oranda kayıplara yol açan ve en tehlikeli hastalıklardan birisi *Botrytis cinerea Pers.: Fr*'nın (Şekil 4.1) neden olduğu kurşuni küftür.



Şekil 4.1. *B.cinerea*'nın konidium ve konidiofor yapısının mikroskop altındaki görüntüsü (Selvi, 2015).

Kurşuni küf etmeni ile mücadele *B.cinerea*'nın saprofitik, genetik özellikleri, patojen olması, 200'ün üzerinde konukçusun bulunması ve değişik ekolojik şartlarda bile hastalık oluşturabilmesi nedeniyle oldukça güçtür (Selvi, 2015). Bağ alanlarında kurşuni küf etmeni olan *Botrytis cinerea*, en fazla zarara yol açan etmenlerden birisidir (Selvi, 2015). *Botryotinia fuckeliana*'nın anamorfı olan *Botrytis cinerea* Pers.: Fr çeşitli bitkilerin yeşil kısmında hem patojen hem de saprofitik olarak sürekli bulunabilmektedir (Selvi, 2015).

Geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmalarda çileğin kalite özellikleri incelenmiştir.

Alginat (%2, a/h), gliserol (%2, a/h), palmitik asit (%0,5, a/h), gliserol monostearat (%0,5, a/h), ve siklodekstrin (%0,5, a/h) ile hazırlanan film çözeltisi içerisine daldırılan çileklerde, yüzeye inoküle edilen *C. laurentii*'nin gelişimini önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Ayrıca; çileklerin ağırlık kayıplarının azaldığı, tekstüründe bir değişim olmadığı, renginde ve antosiyanin içeriğinde değişime yol açmadığı ve depolama süresi boyunca kalite özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir (Fan et al., 2009).

Kitosan-oleik asit bazlı yenilebilir kaplama materyali ile kaplanmış çileklerin kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise, kaplamanın çileklerin pH, asitlik ve suda çözünür kuru madde değerlerine bir etkisinin olmadığı görülürken, kaplama materyali içerisinde oleik asit miktarının artması ile kitosanın mikrobiyal inaktivasyon etkisinin arttığı ve kaplanmış örneklerin su-buhar direncinin geliştiği saptanmıştır. Ancak kaplama içerisindeki oleik asit:kitosan oranının artması ile çileklerin duyuşsal özelliklerinde düşüşler olduğu belirlenmiştir (Vargas et al., 2006).

Depolama sırasında çileklerin kalite özellikleri üzerine buğday gluteni bazlı kaplamaların etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, gluten ile kaplanmış tüm örneklerin kontrol örneğine göre, tekstürlerinin korunmasına yararlı etkilerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan duyuşsal değerlendirmeler sonucunda, gluten ile kaplanmış örneklerin depolama süresince görünüm ve lezzet özellikleri bakımından tüketicilerce kabul edildiği belirtilmiştir (Tanada-Palmu ve Grosso, 2004).

Biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanmış çilek örneklerinin depolama süresince kalite değişiminin incelendiği bir çalışmada, farklı esansiyel yağlar antimikrobiyal teste tabi tutulduktan sonra kitosan çözeltisi içerisine ilave edilmiş ve depolama süresince kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, turunçgil yağı ekstraktı (limonen) ve Tween 80 içeren modifiye kitosan çözeltilerinin diğer esansiyel yağları içeren kaplamalardan daha yüksek mikrobiyal inaktivasyon sağladıkları belirlenmiştir (Vu et al., 2011). Kitosan ile kaplanmış portakalların depolama süresi boyunca mavi ve yeşil küf hastalıklarına karşı direncinin incelendiği bir çalışmada, kitosanın portakallarda peroksidaz enziminin seviyesini düzenleyerek önemli ölçüde hastalıklara karşı direncini arttırdığı belirtilmiştir (Zenga et al., 2010).

Gıda sanayinde sıklıkla kullanılan aromalar (vanilya, muz ve çilek) ve bazı esansiyel yağların en aktif bileşenlerinin (hidrosinomaldehit, sinomaldehit, oregano, timol ve karvakrol) kombine edilmesiyle antimikrobiyal ambalajlama materyalleri geliştirmek amacıyla yapılan çalışmada, yeterli antimikrobiyal etkiyi gösterecek konsantrasyonları, aroma ve yağların duyuşsal uyumlulukları ve sistemlerin doğru kombinasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Aromaların, esansiyel yağların ve bu iki grubun kombinasyonunun antimikrobiyal testleri bakteriler (*Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*,

Staphylococcus aureus, *Salmonella choleraesuis*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*), mayalar (*Candida albicans*, *Debaryomyces hansenii*, *Zygosaccharomyces rouxii*) ve küfler (*Botrytis cinerae*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium roqueforti*, *Eurotium repens*, *Penicillium islandicum*, *Penicillium commune*, *Penicillium nalgiovensis*) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler üçgen test kullanılarak yapılmış, ayrıca aromaların koku eşikleri belirlenerek sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hiçbir aroma maddesinin antimikrobiyal etkisi olmadığı belirtilmiştir. En yüksek antimikrobiyal etkiye sahip bileşenler timol, karvakrol ve sinemaldehittir, ancak bu bileşenlerin hiçbiri duyusal olarak muz aromasıyla kombine olamamıştır, sadece timol ve çilek aroması olumlu duyusal profil vermiştir. Tüm antimikrobilyallerin vanilya aromasıyla kombine edilebileceği, antimikrobiyal özelliklerinin ve koku profilinin kabul edilebilir olduğu kaydedilmiştir (Gutierrez et al. 2009) .

Vu et al. (2011) yaptığı bir çalışmada, çilek örnekleri modifiye edilmiş kitosana, limonen ve nane ekstraktı ilave edilmiş ortamda kalite değişimini test etmişlerdir. Limonen ve tween 80 içeren modifiye kitosan bileşiminin, kekik ve mercanköşk ekstraktı içeren kombinasyona göre daha olumlu sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Martinez-Romerio (2007), PDA ve *Vitis vinifera* L. tipi üzümde, *Botrytis cinerea* ya karşı karvakrolün buhar atmosferindeki etkisini araştırmışlardır. Paketler içindeki dört konsantrasyon (0.05, 0.2, 0.5 ve 1.0 ml/L) test edilmiştir. Tüm konsantrasyonlarda, *in vitro* ortamda *B. cinerea*'nın büyümesi tamamen engellenmiştir, fakat *in vivo* çalışmada çürümüş meyve sayısı, karvakrol konsantrasyonu arttıkça önemli ölçüde artmıştır. Buna ek olarak, mantar gelişimi azalmıştır. Etilen ve solunum hızı, inokulasyon uygulanmış kontrol gruplarında belirgin şekilde artarken, karvakrol uygulanan gruplarda solunum artışı kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.

Sánchez-González et al. (2011), bergamot yağı içeren kitosan ve hidroksipropilmethilselluloz (HPMC) fimlerin *Vitis vinifera* cv. *Muscatel* tipi üzümün +4 °C de soğukta depolanması sırasında üzümün kalite kriterlerindeki değişimi incelemişlerdir. Bergamot yağı içeren kitosan filmlerin antimikrobiyal aktivitesinin HPMC filmlere göre daha yüksek olduğu, hem O₂ tüketimi hem de CO₂ üretimi açısından solunum hızlarının yavaşladığı saptanmıştır.

Oh et al. (2017), limon otu yağı-kitosan emülsiyonundaki limon otu yağı (LO) damlacık boyutunun mikrobiyolojik güvenliği arttırmada ve üzümlerin (*Vitis vinifera* L.x *V. labruscana* Bailey) muhafaza edilmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Nanoemülsiyon ile kaplanan grup, *Salmonella*'ya karşı inhibisyon etkisi sağlamış, üzümlerin depolamada kalite kriterlerinin korunmasında damlacık boyutu büyük olan nanoemülsiyonlara göre daha iyi etki göstermiştir.



5. ÖZDEK VE YÖNTEMLER

5.1 Özdek

Tez çalışmasında materyal olarak Manisa Yöresinden ticari olarak hasat edilmiş “Superior Seedless” çeşidi üzümler (*Vitis vinifera* L.) ve İzmir-Menemen den hasat edilmiş Chandler çeşidi çilekler (*Fragaria x ananassa*) kullanılmıştır.



Şekil 5.1. Superior Seedless çeşidi üzüm örnekleri



Şekil 5.2. Chandler çeşidi çilek örnekleri

Üzüm ve çilek örnekleri hasat edildikten sonra (yaklaşık 1 gün) Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve Sebze İşleme Pilot tesisinde bulunan buzdolabı (Vestel, BZP-L3303 WCP, Türkiye) içerisinde +4 °C sıcaklıkta ve %85-90 bağıl neme sahip ortamda kaplama işlemi uygulanıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

Film solusyonlarının hazırlanmasında zein (mısırdan elde edilmiş, bileşiminde %35 α -zein bulunan, Z3625, Sigma Aldrich, ABD) ve HPMC (~22 kDa, 40-60 cP, metoksil içeriği %28-30, hidroksipropil içeriği %7-12, H 8384, Sigma Aldrich, ABD) biyopolimerleri kullanılmıştır.

Karvakrol (C₁₀H₁₄O, doğal, W224511, Sigma Aldrich, ABD) antimikrobiyal madde olarak kullanılmıştır. İnorganik faz olarak ayçiçek yağı (Sagra, İtalya), emülsifiye edici ajan olarak tween 20 (Merck, Almanya) ve gliserol monooleat (Sigma Aldrich, ABD) kullanılmıştır.

Antimikrobiyal madde olarak karvakrol aktif maddesi içeren nanoemülsiyonlar Salerno Üniversitesi, ProdAl araştırma merkezinde yöntemler kısmında belirtildiği gibi Taştan et al., 2016'da verildiği şekilde hazırlanmıştır.

Botrytis cineria (BC700) Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğünde izole edilen izolatlar arasından temin edilmiştir.

5.2. Yöntemler

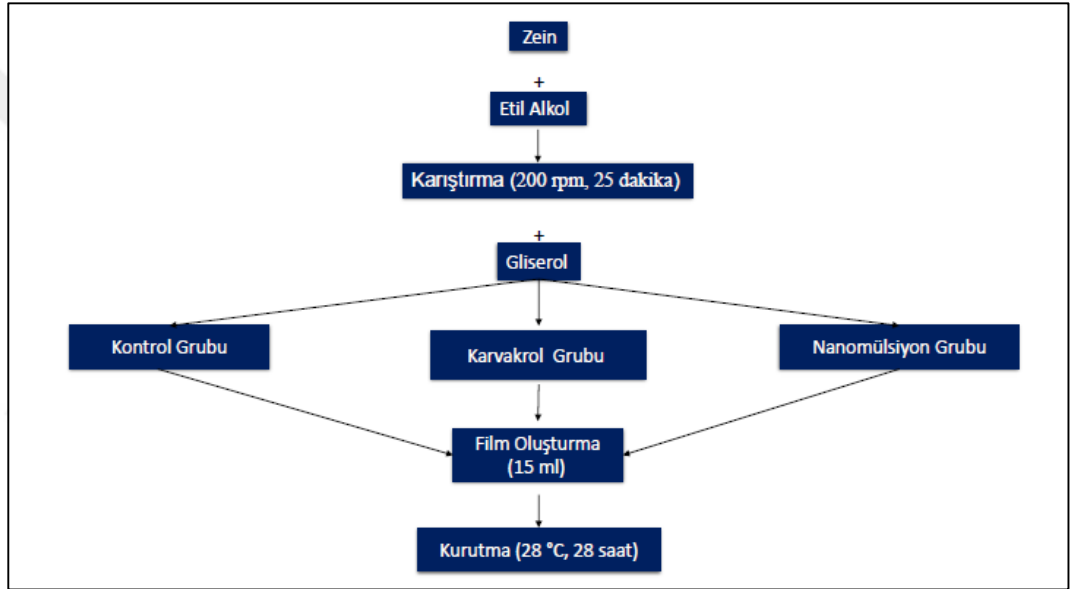
Bu tez çalışmasında, antimikrobiyal etkili karvakrol esansiyel yağı ve karvakrol nanoemülsiyonu kullanılarak uygun özelliklere sahip yenilebilir zein ve HPMC film üretilmiş, üretilen antimikrobiyal özellikteki zein ve HPMC filmlerin sırasıyla çilek ve üzümün raf ömrüne etkileri incelenmiştir.

5.2.1. Zein Film Üretimi

Tez çalışmasında yapılan ön denemelere dayanarak film materyali olarak çilek kaplama için zein, üzüm kaplama için HPMC seçilmiştir.

Zein film üretimi, Padgett et al. (1998) de tanımlanan şekilde gerçekleştirilmiştir. 1.4 g mısır zeini, 200 rpm'de 25 dakika manyetik bir karıştırıcıyla karıştırılarak 8.2 mL etanol (% 97) ile çözündürülmüştür. Daha sonra 0.4 mL gliserol (G9012, Sigma- Aldrich) ilave edilerek kaynama sıcaklığı alkolün kaynama noktasına gelene kadar arttırılmıştır. Daha sonra karıştırma durdurularak, film çözeltisi 5 dakika kaynatılmıştır.

Zein film çözeltilerine 300 µl/L Karvakrol ve 1500 µl/L nanoemülsiyon eklenerek, her petriye 15 ml film çözeltisi dökülmüştür. Filmler inkübatörde (Nüve ES 500 tipi, Türkiye) 28°C'de 28 saat kurutulmuştur.

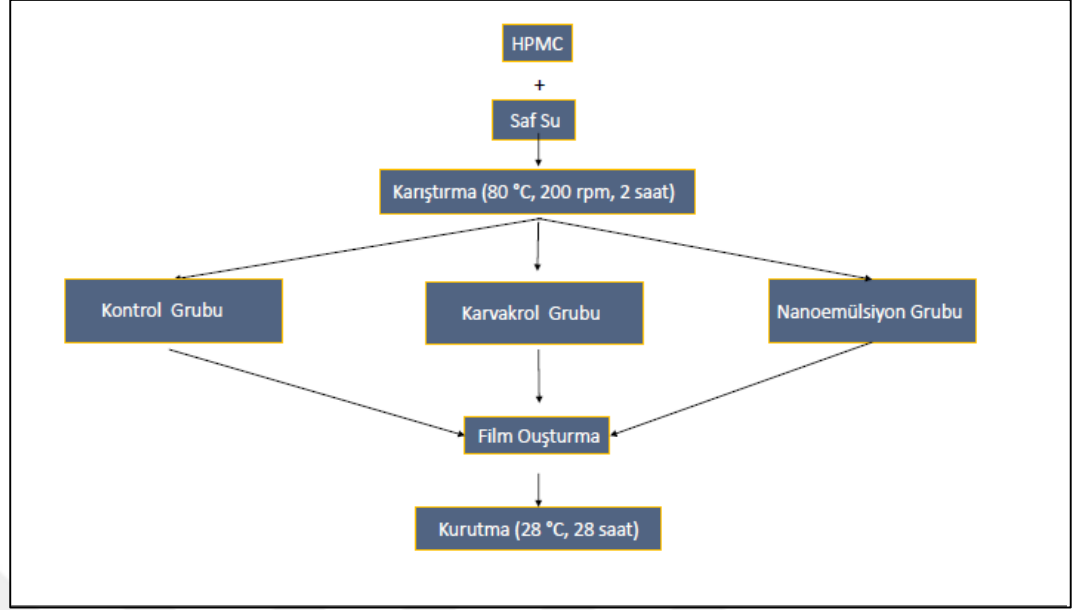


Şekil 5.3. Zein Film Üretim Yöntemi

5.2.2. HPMC Film Üretimi

HPMC film üretimi, Laura Sánchez-González (2011)'e göre gerçekleştirilmiştir. 1 g HPMC, 80 °C deki 100 ml distile suya eklenip, 200 rpm de 2 saat karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Çözelti berraklaşmaya kadar karıştırılmaya devam edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur.

HPMC film çözeltilerine 300 µl/L Karvakrol ve 1500 µl/L nanoemülsiyon eklenerek, her petriye 15 ml film çözeltisi dökülmüştür. Filmler inkübatörde (Nüve ES 500 tipi, Türkiye) 28°C'de 28 saat kurutulmuştur.



Şekil 5.4. HPMC Film Üretim Yöntemi

5.2.3. *B.cinerea* Kültürünün Hazırlanması

-18°C’de Donmuş olarak flakonlar içinde saklanan *B.cinerea* içeren süspansiyonlar ortam sıcaklığında eritilerek mikroorganizmanın 2 ml si PDA (LAB M, Bury, UK) plakalarına aşılmıştır. Petriler, 2 hafta $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Sporlar, steril damıtılmış su ile süspanse edilerek, bir cam çubuk yardımıyla kazıyarak çıkarılmıştır. Konidyum, steril distile su ile seyreltilerek yaklaşık 10^6 spor/mL içeren süspansiyonlar elde edilmiştir (Aguilar-González, 2015).

5.2.4. Karvakrol Nanoemülsiyonu Üretimi

Nanoemülsiyon üretiminde, nanoemülsiyon yağ fazı olarak karvakrol (%2eih/h) ve ayçiçek yağı (%3, h/h) kullanılmıştır. Yağlı faza gliserol monooleat (%1 h/h), Tween 20 (%1 h/h) içeren su (% 93 h/h) Ultra Turrax T25 (IKA Labortechnik, Almanya) ile 3 dakika süreyle 24.000 rpm'de karıştırılarak, birincil emülsiyon elde edilmiştir. Birincil emülsiyonlara, nanometrik boyutta damlacık

elde etmek için, 350 MPa'da 5 kez yüksek basınç homojenizasyonu (HPH) uygulanmıştır.

5.2.5. Nanoemülsiyonların Karakterizasyonu

Çalışma kapsamında üretilen nanoemülsiyonların karakterizasyonu için aşağıda belirtilen yöntemler kullanılmıştır.

5.2.5.1. Damlacık Boyutu Dağılımının saptanması

Damlacık boyutu dağılımı, foton korelasyon spektroskopisi (PCS) (HPPS, Malvern Instruments, UK) kullanılarak belirlenmiştir. 25 °C'de yapılan analizlerde PCS verileri kullanılarak, ortalama damla çapı (z-ortalama) ve polidispersite indeksi (PDI) saptanmıştır. Her ölçüm öncesinde, ölçüm yapılacak nanoemülsiyonlar distile su ile ölçüme uygun konsantrasyona getirilmiştir.

5.2.5.2. Nanoemülsiyonların Zeta Potansiyeli Ölçümü

Nanoemülsiyonların zeta potansiyeli bir Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments, Alfatest, İtalya) kullanılarak gerçekleştirildi. Zeta potansiyeli, tek kullanımlık katlanmış kılcal hücrelerdeki yüzey yüklerinden kaynaklanan nanoemülsiyon damlacıklarının elektroforetik hareketliliği hesaplanarak ölçülmüştür.

Tüm ölçümler, 25°C'de, seyreltilmemiş numuneler üzerinde ve çoklu saçılma etkilerinden kaçınmak için zeta potansiyeli için bidistile su ile 1: 100 seyreltilmiş numunelerde gerçekleştirilmiştir.

Her ölçüm, bağımsız olarak hazırlanan üç örnek üzerinde, ortalamalar ve standart sapmalar hesaplanarak iki kez tekrarlanmıştır.

5.2.5.2. Zein ve HPMC Filmlerin Temas Açısının Ölçümü

Zeta potansiyel ölçümü, yüzey zeta potansiyel daldırma hücresi (Malvern Instruments, Alfatest, İtalya) ile donatılmış bir elektrokinetik analizör Zetasizer Nano ZS kullanılarak gerçekleştirildi. Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren film çözeltileri, elektrotlar arasına yerleştirilen bir numune tutucu arasına yerleştirilmiştir. Yüzey zeta potansiyel daldırma hücresi. Daha sonra hücre, 25 °

C'de 50 ± 5 mV'lik bir zeta potansiyel değeri ile karakterize edilen, Zetasizer içine yerleştirilen bir ZetaPotential Transfer Standard'a (pH 9.22 tamponu içinde dağıtılmış karboksillenmiş polistiren lateks; Malvern Instruments) batırılmıştır. Nano Z Saparat, 25 ° C. Hücrenin tepesine yerleştirilmiş bir ayarlayıcı kullanılarak, numunenin dik pozisyonu, tespit optiklerine göre düzenlenmiştir. Bir elektrik alanının uygulanması, izleyici parçacıkların hareketine, bu da duvardan elektro-ozmotik akıştan ve parçacıkların elektroforetik hareketliliğinden yararlanılarak hesaplanarak ölçülmüştür.

5.2.6. *B.cinerea* için Minimum Antifungal Konsantrasyonun Belirlenmesi

B.cinerea'ya karşı saf karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun minimum antifungal etkinliğini belirlemek için Çetin et al. (2011)'de belirtilen yöntem kullanılmıştır. PDA'ya 50, 100, 150, 300 ve 600 µl/L saf karvakrol ve 100, 250, 500, 1000 ve 1500 µl/L nanoemülsiyon formda karvakrol eklendikten sonra karışım petriye dökülmüştür. Esansiyel yağ içermeyen petriler kontrol olarak kullanılmıştır. 6.3×10^6 spor/mL içeren 10 µl *B.cinerea*'nın spor süspansiyonu, 3 farklı noktada PDA plakaları üzerine konulmuştur. Petriler 5-7 gün inkübe edilmiştir. Üreme olmayan petrideki konsantrasyon, MIC değeri olarak belirlenmiştir. Esansiyel yağ örneği, Tween 20 (Sigma, 0.05%, h/h) içeren steril PDA ortamına aseptik olarak belirlenen konsantrasyonlarda eklenmekte, 3 dakika süre ile karıştırılarak yağın PDA ortamında dağılması sağlanmaktadır.

Esansiyel yağ içeren PDA besiyerleri petrilere dökülerek, petride 3 nokta üzerine 6.3×10^6 µL spor içeren 15 gün geliştirilmiş küf sporu süspansiyonu spike yapılmıştır (Gul et al. 2002; Xing et al., 2010; Çetin et al. 2011).

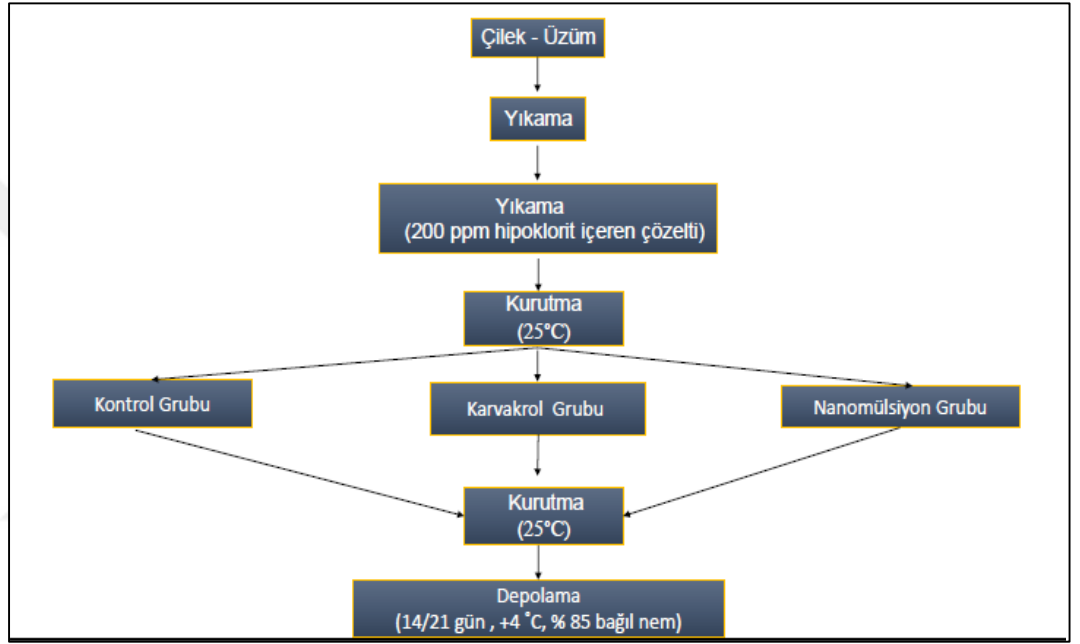
5.2.7. Film Çözeltisi ile Çilek ve Üzümlerin Kaplanması

Madde 3.2.1 ve 3.2.2 de belirtilen yönteme göre zein ve HPMC film çözeltileri üretilmiştir. Saf karvakrol 300 µl/L, nanoemülsiyon form karvakrolün 1500 µl /L olacak şekilde zein ve HPMC film çözeltilerine ayrı ayrı ilave edilmiştir.

Üzüm ve çilekler deneyden önce rastgele seçilerek, musluk suyu ile yıkanmıştır. %2 (a/h) sodyum hipoklorit (Diversey, V3) ile 3 dakika boyunca

yüzey dezenfekte edilerek, musluk suyu ile durulanmış ve steril kabin içinde hava ile kurutulmuştur.

Üzüm ve çilekler rasgele 10 gramlık gruplara ayrılmıştır. Üzüm ve çilekler 3 dakika süreyle film çözeltilerine daldırılarak, steril kabin içerisinde ortam sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kaplanmış örnekler 21 gün +4 °C'de (RH=%85) saklanmıştır.



Şekil 5.5. Üzüm ve çileklerin kaplanması

5.2.8. Çilek ve Üzüm Örneklerine *B.cinerea* İnokulasyonu (Antimikrobiyal Etkinlik Testi)

Antimikrobiyal etkinlik testi için Potato Dextrose Agar (PDA) (Oxoid CM0139), Tween 20 (TW) (8.22184.0500- Merck) kullanılmıştır.

Kaplanan çilek ve üzüm örnekleri, 6.3×10^6 spor/mL *B.cinerea* içeren süspansiyon ile inoküle edilmiştir. İnokulasyonda otomatik mikro pipet kullanarak, 100 g meyve gruplarına 20 mL spor süspansiyonu uygulanmıştır. İnoküle edilmiş fakat kaplanmamış gruplar kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Kaplanmış ve

inokule edilmiş örnek grupları, tepsilere yerleştirilerek steril kabinin içerisinde kurutulmuştur. Örnekler 4 °C'de 21 gün boyunca depolanmıştır.

5.3. Analiz Yöntemleri

Kaplama uygulaması yapılmış ve yapılmamış çilek gruplarında Depolamanın 0.gün, 3.gün, 7.gün, 14.gününde, üzüm gruplarında 0.gün, 3.gün, 7.gün, 14.gününde aşağıda açıklanan yöntemler kullanılarak fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri gerçekleştirilmiştir.

5.3.1. Filmlerin Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında filmlerin mekanik analizleri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Mekanik testten önce elde edilen filmler 24 saat % 50 nemde şartlandırmaya bırakılmıştır. Mekanik ölçümler İYTE Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan tekstür analiz cihazı (TA-XT2, Stable Microsystems, Godalming, England) ile ASTM Standart Metodu D 882-02 uygulanarak yapılmıştır. Filmler 6 mm genişlik ve 80 mm uzunlukta şeritler halinde kesilmiştir. Başlık hızı 5 mm/dk, Uzaklık: 100 mm olarak uygulama yapılmıştır.

5.3.1.1. Kalınlık Tayini

Kalınlık ölçümü ASTM D2673 yöntemi ve dijital kumpas kullanılarak (TorQ, 150 mm Digital Caliper, CHINA) yapılmıştır. Filmler 6 mm genişlik ve 80 mm uzunluktaki şeritler halinde kesilerek 5 farklı noktadan ölçüm alınmıştır.

5.3.1.2. Filmlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Görüntülerinin Belirlenmesi

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein ve HPMC filmlerin yapısal görüntüleri taramalı elektron mikroskobu (Philips XL 30S FEG, FEI Company, Hollanda) kullanılarak alınmıştır.

5.3.1.3. Temas Açısının Saptanması

Petri plakalarına dökülen ve kurutulan filmlerin yüzeyindeki temas açısı, incelenmekte olan film yüzeyi üzerinde olduğu su damlasının açısının ölçülmesiyle (CAM 200, KSV Instruments Ltd., Finlandiya) belirlenmiştir. Film numunesi, hareketli numune kademesine yatay olarak yerleştirilmiştir. Ardından, bir mikro-şırınga kullanılarak filmin yüzeyinde yaklaşık 3 µl damıtılmış sudan bir damla konulmuştur. Damla şekli, sıvının yüzey geriliminin, sıvı ile sıvıyı çevreleyen ortam arasındaki yoğunluk farkının bir fonksiyonudur. Temas açısı, her numunenin üst döküm yüzeyinde üç farklı noktada ölçülmüştür. Ölçümler, her formülasyon için beş farklı filmde tekrarlanmıştır.

5.3.1.4. Su Buharı Geçirgenliğinin Belirlenmesi

Su buharı geçirgenliği (SBG) analizi Ege Üniversitesi, Deri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında ASTM E96 standart metoduna göre gravimetrik olarak belirlenmiştir. 26 cm çaplı film örnekleri, silikajel içeren plastik test kaplarına yerleştirilmiştir. Satra STM 473 model cihaz kullanılmıştır. Analiz % 65 bağıl nem (RH) ve 25°C'de kontrol edilen bir odada gerçekleştirilmiştir. Tartım işlemine ağırlıklar sabit tartıma ulaşana dek devam edilmiştir. Örnekler ilk 10 saatin sonunda tartılmaya başlanmıştır. Silika jel içeren desikatör içinde bekletilen örneklerin absorbe ettiği su buharının sabit bir duruma gelene kadar periyodik olarak tartılmasıyla tespit edilmiştir. Su buharı geçirgenlik oranı (SBGO) ağırlık kaybı eğrisinin film alanına oranlanmasıyla bulunur. Sonuçlar gmm/kPa h mm^2 olarak hesaplanmıştır.

$$\text{SBGO} = \text{Ağırlık kaybı} / \text{film alanı} \quad (1)$$

$$\text{SBG} = (\text{SBGO} / \text{Zaman}) \times (\text{Film kalınlığı} / \text{Su buharı basıncı farkı}) \quad (2)$$

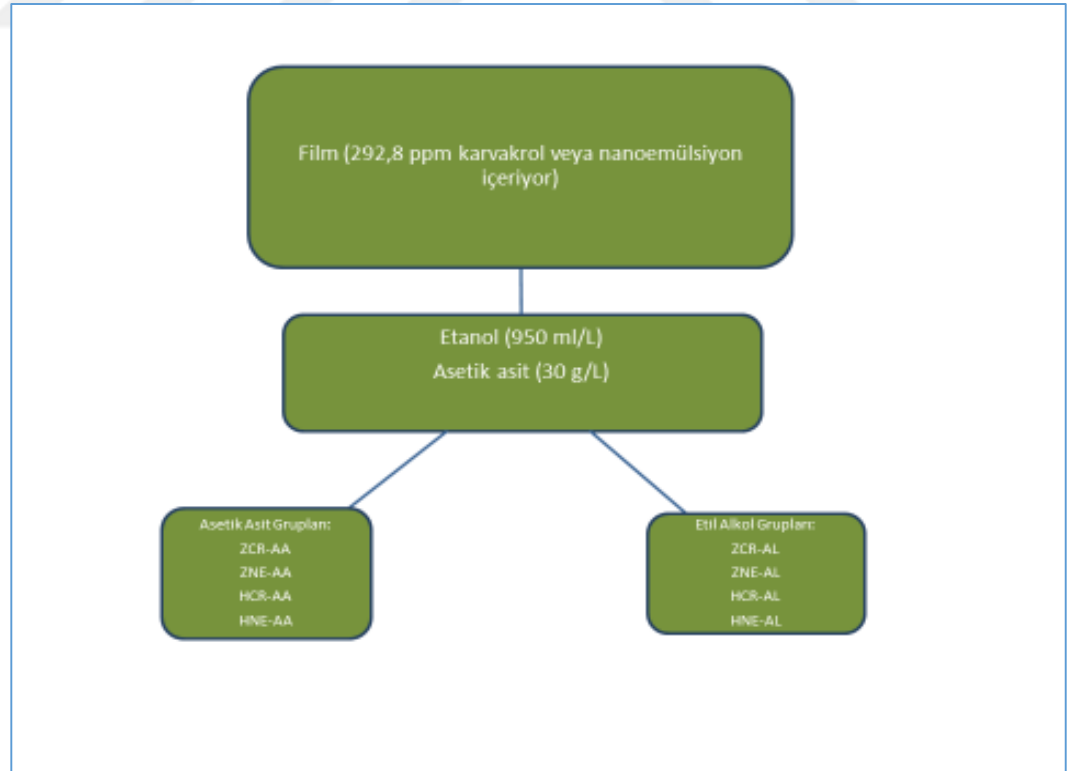
$$\text{SBG} = \frac{\Delta W}{A \Delta T} \frac{X}{\Delta P} \quad (\text{gmm/kPa h mm}^2)$$

5.3.2. Salım Testleri

Film materyalinden salınan esansiyel yağ ve nanoemülsiyon miktarını saptayabilmek amacıyla Ramos et al. (2014) ve European Standard EN 13130-2005 (UNEEN, 2005) belirtilen yöntem kullanılmıştır.

Salım testleri için, kaplama olarak kullanılacak filmler oluşturulmuş (Şekil 5.6) ardından seçilen model ortamda salım testi uygulanmıştır.

EN 13130-2005'e göre yapılan salım testlerinde, filmler 292,8 ppm karvakrol veya nanoemülsiyon formda karvakrol içerecek şekilde hazırlanmıştır. Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu içeren zein ve HPMC filmlerden salınan antimikrobiyal madde miktarını saptamak amacıyla Ramos et al. (2014)'te tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Karvakrol ve nanoemülsiyon formdaki karvakrolün zein ve HPMC filmlerden salınması, Avrupa Standardı EN 13130-2005 (UNEEN, 2005) uyarınca 2 gıda simülanı: asetik asit 30 g/L ve etanol 950 mL/L içine gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.6. Salım Testi Esansiyel Yağ Konsantrasyonları

Agilent 1260 yüksek basınç sıvı kromatografi cihazı, UV dedektör RP18 ters faz kolon (250 mm X 5 mm, 5 µm, Agilent Technologies) kullanılmıştır. Mobil faz 40:60 (v:v) asetonitril: su 1 mL/min akış hızında iken 20 µl örnek sisteme enjekte edilmiştir. Örneklerin içerdiği miktarlar 274 nm’de belirlenmiştir.

5.3.3. Depolama Boyunca Örneklerle Uygulanan Kimyasal Analizler

5.3.3.1. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Örneklerin suda çözünür kuru madde (SÇKM) içerikleri refraktometre (RFM 330 Bellingham+Stanley Limited, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir (Anon., 1995).

5.3.3.2. pH Tayini

20 °C’deki örneklerin pH değerleri; Thermo Scientific marka ve Orion 3 Star model masa tipi pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Anon, 1990).

5.3.3.3. Asitlik (Titrasyon Asitliği) Tayini

Örneklerin asit içerikleri kolorimetrik titrasyon yöntemiyle yapılmış, sonuçlar çilekte ve üzümde sırasıyla susuz sitrik asit ve tartarik asit cinsinden (SSA, %) ifade edilmiştir. Örnekler, homojenize edilerek tülbentten geçirilmiş, süzüntüden 10 ml alınarak 100 ml’lik ölçü balonunda saf su ile çizgisine tamamlanmış, süzme işlemi sonrasında süzüntüden 10 ml alınarak faktörü bilinen 0,1 N NaOH kullanılarak fenolftaleyn indikatörlüğünde pembe dönüm noktasına kadar titrasyon yapılmıştır. Sarfiyattan yararlanılarak %asitlik değerleri hesaplanmıştır (Anon, 1995).

$$\text{Titrasyon Asitliği, \%} = \frac{V \cdot F \cdot E}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

V=Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL.

F=Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü.

E= 1 mL 0,1 N NaOH ‘in eşeğeri asit miktarı, g.

m= Titre edilen örneğin gerçek miktarı, mL.

5.3.3.4. Askorbik Asit Tayini

Askorbik asit tayini, Thermo Scientific Genesys 10S Vis (Madison, ABD) spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Hışıl, 2004). Standart eğrinin oluşturulması: Stabilizan çözelti olarak % 4'lük okzalik asit çözeltisi ve 0,012 g 2,6-dichloroindophenol boyası 1 L saf su içerisinde çözülerek boya çözeltisi hazırlanmıştır. Askorbik asit standart eğrisini oluşturmak amacıyla 100 mg askorbik asit 100 mL %4'lük okzalik suda çözülmüş, elde edilen bu stok çözeltiden sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 mL alınarak %4'lük okzalik asit ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Diğer taraftan hesaplama için gerekli L değerini belirlemek için bir tüpe 1 mL okzalik asit üzerine 9 mL saf su eklenerek spektrofotometrede kör olarak kullanılmış, başka bir tüpe 1 mL okzalik asit 9 mL boya çözeltisi eklenmiş ve 518 nm dalga boyundaki absorbansı okunmuştur. Okunan absorbans değeri L değeri olarak kaydedilmiştir. Hazırlanan askorbik asit standartlarından her birinden 1'er mL alınıp 9 mL su ile kör hazırlanmış ve yine her birinden 1'er mL alınıp 9 mL boya çözeltisi eklenerek spektrofotometrede absorbans değerleri (L*) okunmuştur. Okunan absorbanslar, hesaplanan L değerinden çıkarılmış elde edilen L-L' değerlerinin askorbik asit standartlarına karşılık standart grafiği çizilmiştir. Örnek hazırlama: 10 mL örnek ve 90 mL stabilize edici çözeltiyle karıştırılarak süzölmüştür. 2 ayrı deney tüpünde 1'er mL örnek ve 9 mL saf su ve 9 mL boya çözeltisi ile karıştırılmıştır. Su kör sıfırlaması için kullanılmıştır. Standart grafiği kullanılarak, örneğe ait absorbans değerine karşı gelen konsantrasyon belirlenmiş ve bulunan konsantrasyon 10 ile çarpılarak 100 mL meyve suyundaki askorbik asit miktarı mg cinsinden saptanmıştır.

5.3.3.5. Fenolik Madde Miktarı Tayini

Singleton and Rossi (1965) te belirtilen Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Örnekler folin ayırıcı ile karıştırıldıktan sonra mavi renk oluşmuştur. Spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda örnekler ve şahit okunmuştur. Gallik asit kullanılarak elde edilen standart eğriden denklemden, örneğin absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri fenolik bileşik miktarı olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarı "mg gallik asit/L" cinsinden hesaplanmıştır.

Fenolik madde miktarı tayininde gallik asit (Sigma Aldrich-G7384) Folin-Ciocalteu (Fluka-47641), Sodyum karbonat (Na_2CO_3) (Riedel-deHaen) kullanılmıştır. Örnek hazırlama aşamasında; 10 g örnek üzerine 40 mL %80'lik etanol ilave edilerek homojenize edilmiştir. Ekstrakt 2:5 (v/v) oranında saf su ile seyreltilmiştir. Daha sonra, üzerine 2.5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek 5 dak. kendi haline bırakıldıktan sonra, üzerine 2 mL doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenerek 90 dak. beklemeye bırakılmıştır. Şahit örneğe karşı 765 nm'de absorbens okunmuştur.

5.3.4. Depolama Boyunca Örneklerle Uygulanan Fiziksel

Analizler

5.3.4.1. Ağırlık Kaybı Tayini

Kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde depolama süresince gerçekleşen ağırlık kayıpları aşağıdaki formüle göre hesaplanarak kaydedilmiştir.

A: İlk Ağırlık (g)

B: İkinci Ağırlık (g)

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = ((A - B)/A) * 100 \quad (4)$$

5.3.4.2. Renk Tayini

Kontrol grupları ve kaplanmış örneklerinin renk (L^* , a^* , b^*) değerleri HunterLab ColorFlex 508d model kolorimetre (Managment Company, Birleşik Devletler) ile saptanmıştır. Her ölçümde 30 g örnek kullanılmış, sonuçlar ΔE^* , ΔC^* ve h^* olarak ifade edilmiştir.

$$C_{ab*} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (5)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2} \quad (6)$$

$$h^* = \arctan(b^*/a^*) \quad (7)$$

5.3.4.3. Depolama Örneklerinin Tekstür Analizi

Depolama boyunca örneklerin sertlik değerleri, TA-XT2 doku analiz cihazı (Stable Microsystems, Godalming, England) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz parametreleri: yük hücresi = 5 kg, ön test hızı = 5.0 mm / s, test hızı = 1.0 mm / s, test sonrası hız = 2.0 mm /s ve zaman = 5.0 s. olarak alınmıştır. Her meyve için penetrasyon kuvveti ölçümü 2 mm çaplı silindirik prob kullanılarak ayrı ayrı kaydedilmiş ve sonuçlar MPa olarak ifade edilmiştir (Valverde et al.2005).

5.3.5. Depolama Örnekleri İçin Yapılan Solunum Testi

Çilek ve üzüm örneklerinin solunum hızı testi Demirdöven (2003)'te belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Uygun çap ve büyüklük seçimi yapıldıktan sonra her çeşitten 1'er kg örnek alınarak 5'er litrelik cam kavanozlara hava sızdırmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Örnekler, +4 °C'ye ayarlanmış soğutuculara 24 saat bekletilmiştir. 24 saat sonunda kavanoz içerisindeki %O₂ ve %CO₂ konsantrasyonları gaz ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Analizlerde örnekleme süresi 1 dakika olarak belirlenmiştir. O₂ ve CO₂ cinsinden mL.kg-1.24h⁻¹olarak solunum hızları hesaplanmıştır.

%O₂ içeriğinin O₂ cinsinden solunum hızına çevrim formülü;

$$\text{Solunum hızı} = (A - B)X\left(\frac{V}{100}\right) \quad (\text{mL O}_2.\text{kg}^{-1}.\text{24h}^{-1}) \quad (8)$$

%CO₂ içeriğinin CO₂ cinsinden solunum hızına çevrim formülü;

$$\text{Solunum hızı} = (C)X\left(\frac{V}{100}\right) \quad (\text{mL CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{24h}^{-1}) \quad (9)$$

A = Başlangıç (%21) O₂ konsantrasyonu, (%)

B = Son O₂ konsantrasyonu, (%)

C = Üretilen (son) CO₂ konsantrasyonu, (%)

V = Kavanozdaki havanın hacmi, (mL)

5.3.6. Depolama Örnekleri için Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Her bir gruptan 10 g numune aseptik koşullarda 90 mL'lik steril pepton su kullanılarak (Interscience-BagMixer 400 P Stomacher) homojenize edilmiştir. Aerobik mezofilik bakteri bakteri sayımı için uygun dilüsyonlardan 1 mL alınıp, Plate Count Agar kullanılarak (PCA), dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Maya-küf sayımı için ise 100 µl örnek potato dextrose agar kullanılarak (PDA) üzerine yayma yöntemiyle ekilmiştir. Plakalar, Aerobik mezofilik bakteri sayımı için 30° C'de 3 gün ISO metodu 4833-1'e göre, maya ve küf için FDA-BAM'a göre 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak sonuç 'log kob/g' olarak verilmiştir.

5.3.7. Depolama Örnekleri için Yapılan Duyusal Analiz

Kaplanmış ve kaplanmamış çilek ve üzüm grupları arasındaki görünüş, yapı, tat, koku özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 10 panelist ile duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örnekler panelistlere sunulmuştur. Panelistler 6 adet örnek grubunu duyusal değerlendirmişlerdir. Değerlendirme için 9'lu hedonik skala (1: Çok kötü, 2-3: Kötü, 4-5: Orta, 6-7: İyi, 8-9: Çok iyi) uygulanmıştır (Altuğ, 1993). Kullanılan form örneği Ek 1'de verilmiştir.

5.3.8. Depolama Örnekleri için Yapılan İstatistiksel Analizler

Örnek gruplarına uygulanan kaplama işlemi sonrasında, kaplanmış ve kaplanmamış ürünlerin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS 18.0 paket programı kullanılarak, %95 güven aralığında ANOVA ve Duncan testi yardımıyla yapılmıştır.



6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1. Nanoemülsiyon Karakterizasyonu

Nanoemülsiyon üretimi, damlacık boyutu (nm), polidispers indeks ve zeta potansiyel değerleri Donsi et al. (2011) de kullanılan yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 6.1’de film çözeltilerinin damlacık boyutu (nm), polidispers indeksi (PDI) ve zeta potansiyeli yer almaktadır.

Nanoemülsiyonun ortalama damlacık çapları 114 ± 0.4 nm olarak ölçülmüştür. PDI ve zeta potansiyeli sırasıyla 0.268 ± 0.0 ve -28.7 ± 2.6 mV olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.1. Nanoemülsiyon bileşimi

Bileşen	Nanoemülsiyon formülasyonu (%)
Karvakrol	2
Ayçiçek Yağı	3
Tween 80	1
Su	93
Gliserolmonooleat	1
Özellik	Değer
Damlacık Boyutu (nm)	114 ± 0.4
PDI	0.268 ± 0.0
Zeta Potansiyeli (mV)	-28.7 ± 2.6

Tez çalışmasında nanoemülsiyonun ortalama parçacık çapının (114 ± 0.4 nm), Pan et al. (2015) tarafından bildirilen su içinde yağ emülsiyonunun ortalama damlacık boyutundan (204 ± 7 nm) daha küçük olduğunu göstermektedir.

Wu et al. (2012) yaptıkları çalışmada, zein ve karvakrolü 17,500 rpm de 2 dakika süre ile karıştırarak elde ettikleri süspansiyonda damlacık boyutu 223.2 ± 42.3 nm (pH:6.5), polidispers indeksi 0.270 ± 0.008 olarak tespit edilmiştir. Bu

çalışmada elde edilen sonuçların tez çalışmasında elde edilen sonuçlardan yüksek olduğu görülmektedir.

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, Taştan et al. (2016) tarafından yapılan çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Farklı konsantrasyonların karvakrol nanoemülsiyonları üzerindeki etkisi araştırılmış ve farklı nanoemülsiyonların ortalama damlacık çaplarının 60 ile 165 nm arasında olduğu belirlenmiştir. % 1 ve % 3 (a/a) karvakrol içeren nanoemülsiyonun damlacık boyutu sırasıyla 113 ± 5 nm ve 165 ± 6 nm olarak saptanmıştır. Ayrıca, gliserolmonooleat içeren nanoemülsiyonların zeta potansiyelinin -25 mV ila -30 mV aralığındaki olduğu rapor edilmiştir.

6.2. Karvakrol ve Karvakrol Nanoemülsiyonu İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Özellikleri

Karvakrol ve nanoemülsiyonunu içeren zein ve HPMC filmlerin özellikleri analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 6.2 ve 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6.2 Zein filmlerin özellikleri

Film Bileşimi	Film Kalınlığı (µm)	Kopma Anındaki Direnç (MPa)	Uzama (%)	Young Modulus (MPa)	Temas Açısı (°)
Zein Kontrol	0.51 ± 0.01^a	1.12 ± 0.22^c	62.43 ± 5.38^a	0.02 ± 0.01^c	64.36 ± 0.54^c
Zein+Karvakrol	0.37 ± 0.03^b	2.75 ± 0.08^a	16.30 ± 2656^b	0.17 ± 0.04^b	66.68 ± 0.83^b
Zein+Karvakrol Nanoemülsiyonu	0.39 ± 0.02^b	2.45 ± 0.16^b	8.96 ± 1.97^b	0.27 ± 0.05^a	71.08 ± 0.80^a

* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrolün zein filme eklenmesi, zein film kalınlığında değişime yol açmıştır. Esansiyel yağ içeren filmlerin ortalama kalınlığı, kontrol filmlerin ortalama kalınlığından daha azdır. Kontrol ve esansiyel yağ içeren gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Kontrol filmlerinin uzama değeri ise karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarına göre fazladır ($p<0.05$). Karvakrol içeren grubunun uzama değeri, nanoemülsiyon formda karvakrol içeren grubuna göre fazladır. Ancak 2 grup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Zein filme esansiyel yağ eklenmesi, kopma anındaki direnci arttırmıştır. En yüksek kopma direnci saf karvakrol grupta tespit edilmiştir. Tüm grupların kopma anındaki direnci istatistiksel olarak da farklı bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük young modulus değeri kontrol grubunda tespit edilmiştir; kontrol grubu ile esansiyel yağ içeren gruplar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrolün gruplarının young modulus değerleri sırasıyla 0.17 ± 0.04 ve 0.27 ± 0.05 MPa olarak saptanmıştır; istatistiksel fark anlamlıdır ($p<0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrolün, zein ile arasında kuvvetli bir bağ oluşumuna ve sonuçta film esnekliğinde azalmaya yol açtığı düşünülmektedir. Esansiyel yağ kullanımı, zein filmin kopma anındaki direncini arttırırken, uzama katsayısına olumlu bir etkisi olmamıştır. Tez çalışmasının sonuçlarına benzer olarak, Arcan ve Yemenicioğlu (2011), zein filme eklenen gallik asit ve kateşinin, kopma anındaki direnci ve uzamayı azalttığını belirtmişlerdir. Tez çalışması sonuçlarından farklı olarak; Alkan (2013)'e göre zein filme eklenen fenolik bileşikler, film kalınlığında değişime yol açmamıştır. Alkan (2013), nanoemülsiyona eklenen fenolik madde konsantrasyonu arttıkça kopma direnci ve young modulus azalma gösterdiğini bildirmiştir. Tez çalışmasında elde edilen verilere benzer olarak; Boyacı et al. (2019) da zein filme ekledikleri %1, %2, %3 oranındaki euganolün filmin temas açısını kontrol filmine oranla arttırdığını belirlemiştir. Tez çalışmasından farklı olarak; Boyacı et al. (2019) a göre, zein filme % 0,5 veya % 1 oranında karvakrol eklenmesi, filmlerin uzama katsayısını arttırmıştır. Bununla birlikte, % 3 oranında karvakrol içeren zein filmde uzama katsayısı kontrol filmine oranla belirgin şekilde artmıştır. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde; Boyacı et al. (2019) da % 2 oranında karvakrol içeren filmlerin kopma direnci kontrol örnekleri ile yakın değerde olduğu tespit edilmiştir.

Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun HPMC filme eklenmesi, film kalınlığında değişime yol açmamıştır. Tüm grupların film kalınlıkları birbirlerine yakın değerlerde ölçülmüştür ($p>0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol gruplarında kopma direnci kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur

($p>0.05$). Kontrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol grubu kopma dirençleri ve uzama katsayıları birbirine yakın değerlerdedir ($p>0.05$). Saf karvakrol içeren filmin kopma direncine etkisi, nanoemülsiyon formda kullanıldığında görülmemektedir.

Tablo 6.3. HPMC filmlerin özellikleri

Film Bileşimi	Film Kalınlığı (μm)	Kopma Anındaki Direnç (MPa)	Uzama (%)	Young Modulus (MPa)	Temas Açısı ($^{\circ}$)
HPMC Kontrol	0.018 $\pm$ 0.002	22.48 $\pm$ 2.90 ^{ab}	3.26 $\pm$ 1.04 ^a	11.64 $\pm$ 1.51 ^a	44.83 $\pm$ 0.12 ^c
HPMC+Karvakrol	0.018 $\pm$ 0.002 ^a	22.90 $\pm$ 2.94 ^a	4.19 $\pm$ 2.43 ^a	9.44 $\pm$ 1.73 ^a	55.35 $\pm$ 0.09 ^b
HPMC+Karvakrol Nanoemülsiyonu	0.020 $\pm$ 0.002 ^a	17.49 $\pm$ 4.79 ^b	4.92 $\pm$ 2.77 ^a	6.79 $\pm$ 2.32 ^a	59.76 $\pm$ 0.01 ^a

* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Film matriksine karvakrol eklenmesi, bağ yapısında değişikliğe yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Polar olmayan polimerlerin esansiyel yağ ile etkileşiminin polar polimerler ile olan etkileşimden çok daha düşük olduğu vurgulanmaktadır. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde; Nonsee et al. (2011)'e göre kopma anındaki direnç enkapsüle halde karanfil yağı içeren HPMC filmlerde esansiyel yağ konsantrasyonuyla ters orantılı olarak azalma göstermiştir. HPMC filmlerin kopma direnci filmdeki karanfil yağ konsantrasyonu %0.5-1.5 arasında iken kontrol grubuna yakın; $>\%2$ olduğunda ise kontrol grubundan az bulunmuştur. Tez çalışması kapsamında da karvakrol konsantrasyonu %2 olarak hazırlanan filmlerde; mekanik özelliklerde olumlu değişim saptanmamıştır. Gontard et al. (1994), yağ ve/veya lipid içeriğinin artmasının, emülsiyon haline getirilmiş buğday gluten bazlı filmlerin mekanik özelliklerinde olumsuz etkilendiğini göstermiştir. Nonsee et al. (2011)'de HPMC filmlerde, %2 ve üzeri yağ konsantrasyonlarında plastikleştirici etki göstererek, uzama katsayılarının azalmasına yol açmıştır. Klangmuang ve Sothornvit (2016) tarafından yapılan çalışmada, HPMC filme eklenen zencefil yağı da kopma direnci ve young modulus te azalmaya neden olurken; uzama katsayısını kontrol grubuna

göre arttırmıştır. Bu etki öncelikle, ağ yapısını zayıflatabilecek ve dolayısıyla emülsiyon haline getirilmiş filmlerin kopma direncini azaltabilecek esansiyel yağ kaynaklanabileceği; esasnsiyel yağında film yapısındaki daha zayıf polimer-yağ etkileşimleri ile daha güçlü polimer-polimer etkileşimlerinin kısmen değiştirmesi ile açıklanmıştır (Sanchez-Gonzalez, Gonzalez-Martinez, Chiralt, & Chafer, 2010).

6.3. Temas Açısı

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakroliçeren zein filmlerin temas açıları Tablo6.2 görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre sadece zein içeren kontrol filmlerin temas açısı ($71.08^0 \pm 0.80$) Karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarına göre düşük bulunmuştur. Zein film içinde karvakrol varlığı, film çözeltilerinin hidrofobikliği ve temas açısını arttırmıştır. Yüksek basınç kullanarak nanoemilsiyon üretimi partikül boyutu, hidrofobiklik ve temas açısında artışa neden olmuştur ($p < 0.05$).

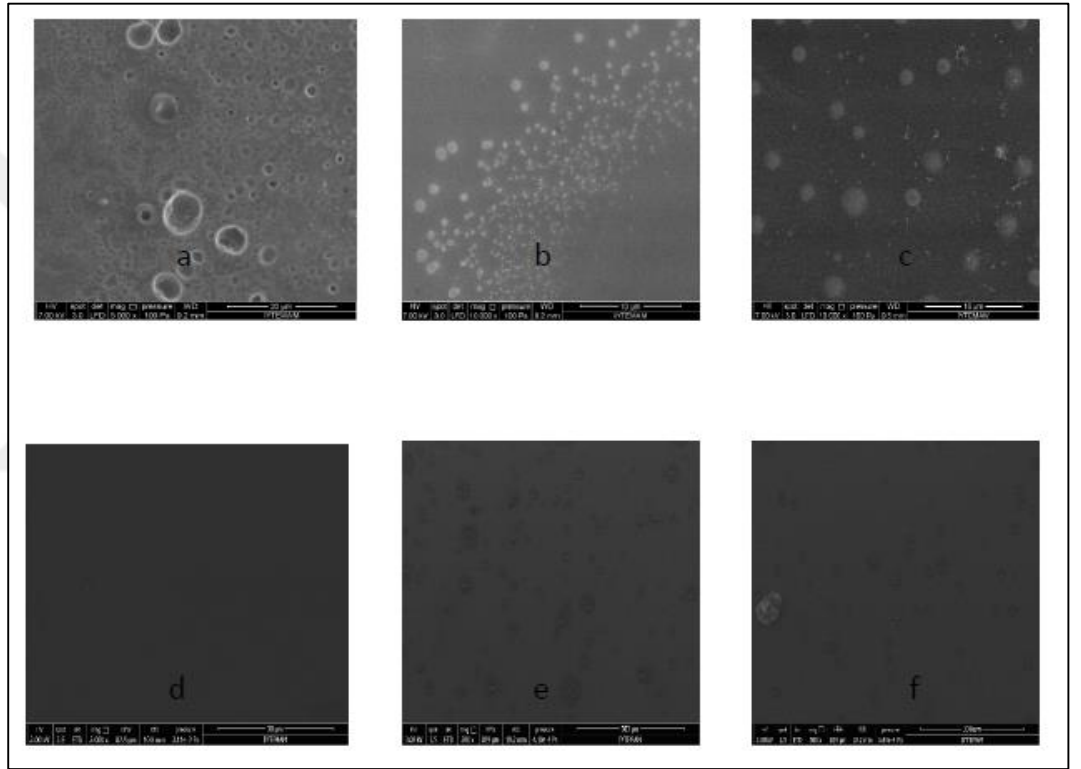
Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, Ghanbarzadeh et al. (2006a, 2006b)'da elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ghanbarzadeh et al.(2006a) da sadece zein içeren film çözeltilisinin temas açısı $62.30^0 \pm 0.02$ olarak tespit edilmiştir. Atik (2007)'de %95 etanol ile hazırlanan %5 (g/100 mL ethanol) zein filmin temas açısını $50.20^0 \pm 3.24$ olarak belirlemiştir. Ojagh et al. (2010)'ın yaptığı çalışmada ise, kitosan filmlere eklenen karanfil yağının film içindeki konsantrasyonu arttıkça, film çözeltilisinin temas açısının arttığını bildirilmiştir. Pereda et al. (2012)' ye göre de kitosan filmlerdeki zeytinyağı oranı %10'dan %15'e çıkartıldığında, temas açısı 60^0 den 65^0 ye yükselmiştir.

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmlerin temas açıları Tablo 6.3 görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre sadece zein içeren kontrol filmlerin temas açısı ($44.83^0 \pm 0.12$) karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplara göre düşük bulunmuştur. HPMC filmlerin su temas açısı değerleri, filmlerin hidrofobiklik özellikleri nedeniyle artan esansiyel yağ konsantrasyonuyla birlikte artmıştır ($p < 0.05$). Ahmadi et al. (2012) esansiyel yağ eklenen HPMC filmlerde temas açısının arttığını bildirmektedir. P. Alzate et al. (2017)'da karvakrol içeren HPMC filmlerin temas açısının arttığını tespit etmiş,

bunun karvakrolün ara yüzey geriliminin arttırmasından kaynaklandığını ifade etmiştir.

6.4. Zein ve HPMC Filmlerin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Görüntü Analizi

Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren zein ve HPMC filmlerin taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen görüntüleri Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1.Filmlerin SEM ile elde edilen görüntüleri

a)Zein, b)Zein+Karvakrol, c)Nanoemülsiyon+zein, d)HPMC, e)Karvakrol+HPMC, f)Nanoemülsiyon+HPMC

Kontrol, zein (Şekil 6.1 a) filmin SEM görüntüsü incelendiğinde; kuruma sırasında oluşan hava kabarcıkları ve boşlukların olduğu görülmektedir. Saf karvakrol içeren zein filmde (Şekil 6.1b) yağ damlacıklarının dağılımı gösterilmiştir. Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmde isedamlacıkların dağılımının saf karvakrol içeren filme göre daha homojendir.

Almeida et al. (2010), oleik asit damlacıklarının boyutunun küçülmesinin, zein film içindeki dağılımı etkilediğini belirtmişlerdir.

HPMC filmlerin SEM görüntüleri incelendiğinde; kontrol film yapısının homojen olduğu görülmektedir (Şekil 6.1e). Saf karvakrol ve nanoemülsiyonun HPMC filmine dahil edilmesi, Şekil 6.1e ve 6.1f’de gösterildiği gibi HPMC matrisinin mikro yapılarını etkilemiştir. Yağ damlacıkları mikro gözenekli yüzey yapılarına neden olmuştur. Filmde içindeki karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol, düzgün bir şekilde dağılmış, homojen bir mikroyapı yüzeyi elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada ise; enkapsüle edilmiş karanfil yağı ilavesiyle SEM görüntülerinde yüzey düzensizliğinin arttığı gösterilmiştir (Noose et al., 2011).

6.5. Esansiyel Yağ İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Su Buharı Geçirgenliği Testleri

Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren zein ve HPMC filmlerin su buharı geçirgenlik değerleri Tablo 6.4’de görülmektedir.

Tablo 6.4.Esansiyel Yağ İçeren Zein ve HPMC Filmlerin Su Buharı Geçirgenliği

Örnek grupları	Su Buharı Geçirgenliği SBG (gmm/kPa h mm ²)
Zein	1.87±0.64 ^d
Zein+Karvakrol	1.69±0.04 ^{cd}
Zein+Nanoemülsiyon formda karvakrol	1.65±0.31 ^c
HPMC	0.19±0.01 ^a
HPMC+Karvakrol	0.22±0.05 ^a
HPMC+Nanoemülsiyon formda karvakrol	0.22±0.04 ^a

Z:Zein, Z+NE:Nanoemülsiyon içeren zein film, Z+C:Karvakrol içeren zein film, HPMC: Hidroksipropilmetilselüloz, HPMC+NE: Nanoemülsiyon içeren HPMC film, HPMC+C: Karvakrol içeren HPMC film

Elde edilen sonuçlara göre; zein içeren filmlerde su buharı geçirgenliği 1.87±0.64 gmm/kPa h mm² olarak tespit edilmiştir. Karvakrol içeren zein filmde

SBG değeri, kontrol zein filme göre düşük; nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filme göre daha yüksektir ($1.69 \pm 0.04 > 1.65 \pm 0.31$) ($p < 0.05$). Esansiyel yağın, zein filmlerin su buharı bariyer özelliklerini etkileyen önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Esansiyel yağın damlacık boyutunun da zein filmin SBG değeri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Tıhminlioğlu et al.(2010)'da plastikleştirici ilavesinin, muhtemelen protein zincirleri arasındaki serbest hacimde artışa bağlı olarak, zein kaplı PP filmlerin su buharı geçirgenliğini arttırdığını ortaya koymuştur. Plastikleştiricilerin, zein filmlerin zincir hareketliliklerini arttırmalarına yol açan hacmi arttırmış olabileceği; SBG değerindeki artışın da, protein zincirlerinin hareketliliğinin bu artışından kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır. Protein bazlı yenilebilir filmlere lipid eklenmesi su geçirgenliğini azaltabilir. Mumlar, asetil monogliseridler, yağ alkoller ve yağ asitlerinin yenilebilir filmlerin su geçirgenliklerini ve bağıl neme karşı hassasiyetlerini azalttığı görülmüştür. Lipit taneciklerinin film içerisindeki dağılımı da su buharı geçirgenliğini etkileyen faktörlerdendir. Yapılan çalışmalarda, küçük yağ partiküllerinin büyüklerine oranla daha homojen bir dağılım sağladığı ve bunun da daha düşük su buharı geçirgenliği oluşturduğu bildirilmektedir (Debeaufort et. al., 1993; Çağrı-Mehmetoğlu, 2017).

HPMC içeren filmlerin su buharı geçirgenliği, (0.19 ± 0.01^a) gmm/kPa h mm² olarak bulunmuştur. Film çözeltisine esansiyel yağ eklenmesi filmlerin SBG değerlerinde artışa sebep olmuştur. Bu sonuçlara göre karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmlerin SBG değeri sırasıyla 0.22 ± 0.05 ve 0.22 ± 0.04 gmm/kPa h mm² olarak bulunmuştur. HPMC filmlere esansiyel yağ eklenmesi, SBG değerlerini arttırmıştır ($p > 0.05$).

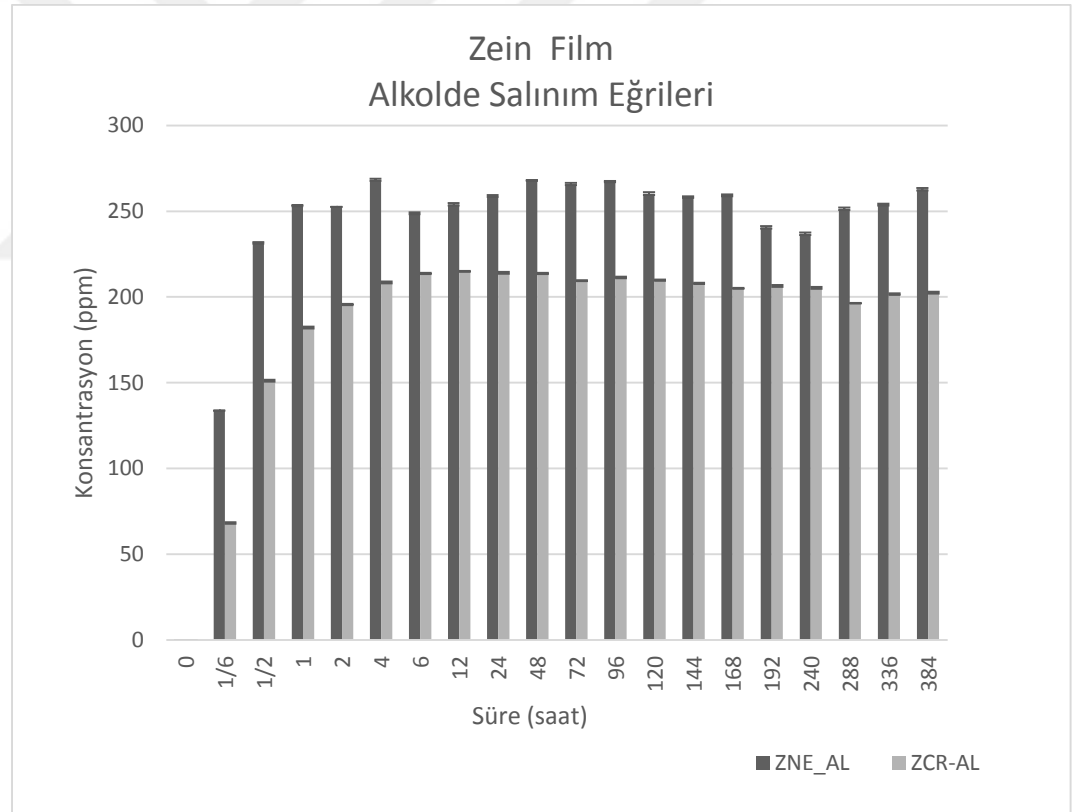
Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Rojas-Grau et al., (2007c) yaptıkları çalışmada aljinat-elma püresi filmlerine katılan kekik, karvakrol, limon, sitral ve tarçının SBG de değişiklik yaratmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte HPMC bazlı nanokompozit filmin SBG değerini arttırmıştır. Plai yağı, diğer esansiyel yağ tiplerinden daha iyi bir plastikleştirici olarak davrandığından; moleküller arası etkileşimi azalttığı düşünülmektedir (Pranoto, Rakshit, & Salokhe, 2005). Choi et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise da HPMC,% 2 kekik ve % 2 bergamot içeren HPMC filmleri için SBG değerleri sırasıyla 19.87, 20.03 ve 20.07 g m² d⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, test edilen tüm filmlerin, saf HPMC filmi ve farklı uçucu yağ seviyelerine sahip HPMC filmleri için benzer SBG

değerleri ile önemli bir fark göstermediğini rapor etmişleridir ($p > 0.05$). SBG değerleri arasındaki önemsiz farklılıkların, film matrisindeki mikro boşluklara rağmen, HPMC filmde dağılmış olan uçucu yağın hidrofobikliğinin su buharı transferini engellemesi nedeniyle oluşmuş olabileceği vurgulanmıştır.

6.6. SALIM TESTLERİ

6.6.1. Zein Filmlerin Alkol Salım Testleri

Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) alkol içeren model ortamda salımı Şekil 6.2'de görülmektedir.



Şekil 6.2. Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) alkol içeren model ortamda salım eğrileri

Nanoemülsiyon içeren zein filmin alkolde salımı, ilk 60 dakikada 250 ppm in üzerine çıkmış ve en yüksek değerine ulaşmıştır. 24 saate kadar 250 ppm

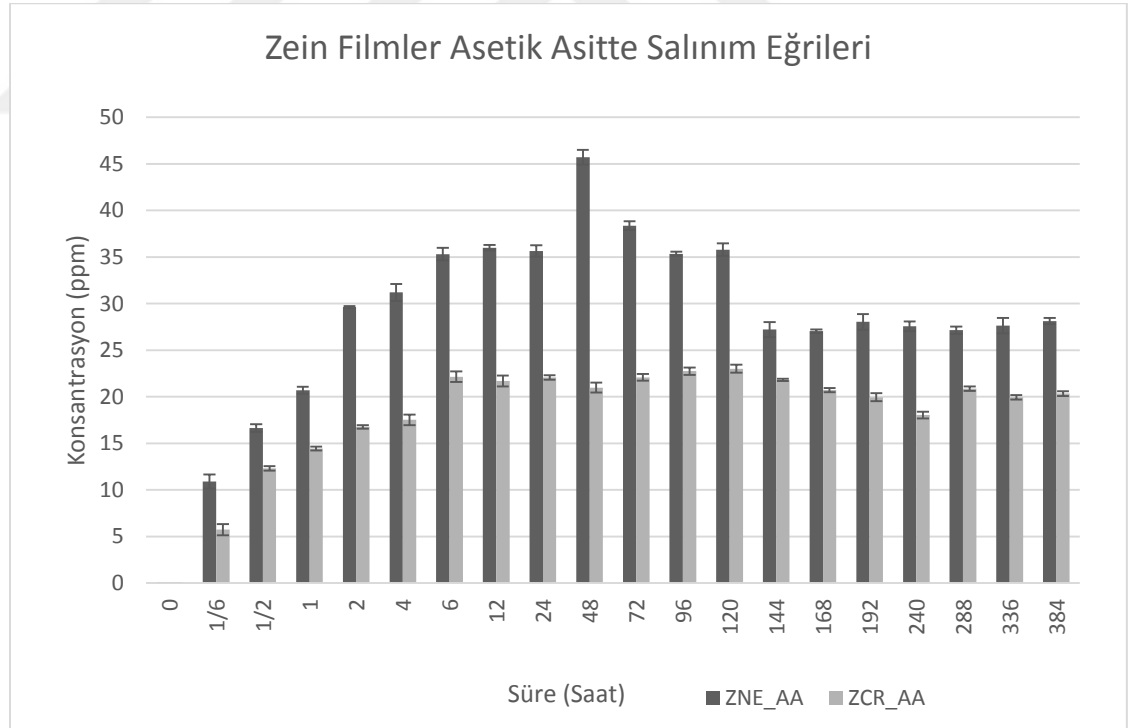
düzeyinde salım devam etmiştir. 1 ile 10. günler arasındaki salım konsantrasyonları 250 ppm ile 236 ppm arasında değiştiği saptanmıştır.

Karvakrol içeren zein filmin alkolde salım konsantrasyonu, analizin 30. dakikasına kadar artış göstermiştir. 6. Saatte salım 213.75 ppm e ulaşmıştır. Depolama sonunda ise konsantrasyon değeri 202.53 ppm olarak saptanmıştır.

Depolama süresinde, ZNE filminden alkol ortamına salım, ZCR filminden daha yüksektir. 2 farklı zein film grubunun depolama boyunca alkolde salım ise istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

6.6.2. Zein Filmlerin Asetik Asit Salım Testleri

Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) asetik asit içeren model ortamda salımı Şekil 6.3'de görülmektedir.



Şekil 6.3. Karvakrol içeren zein film (ZCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein filmin (ZNE) asetik asit içeren model ortamda salım eğrileri

Nanoemülsiyon içeren zein filmin asetik asitte salımı, başlangıçtan denemenin 2. gününe kadar artmaya devam etmiş; 2. gün en yüksek değerine

ulaşmıştır (45.71 ppm). 2. günden sonra azalmaya başlamıştır. 6. günde salımda belirgin bir düşüş saptanmıştır (27.21 ppm). Depolama sonunda salım değeri 28.13 ppm olarak kaydedilmiştir. Depolamanın 0., 10., 30., 60. dakikalarında elde edilen salım değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Karvakrol içeren zein filmin asetik asitte salımı 0. dakikadan 1. güne kadar artarak devam etmiş ve en yüksek değerine ulaşmıştır (22.14 ppm). Depolama sonunda kaydedilen salım değeri 20.33 ppm dir. Depolamanın 0., 10., 30., 60. dakikalarında elde edilen salım değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

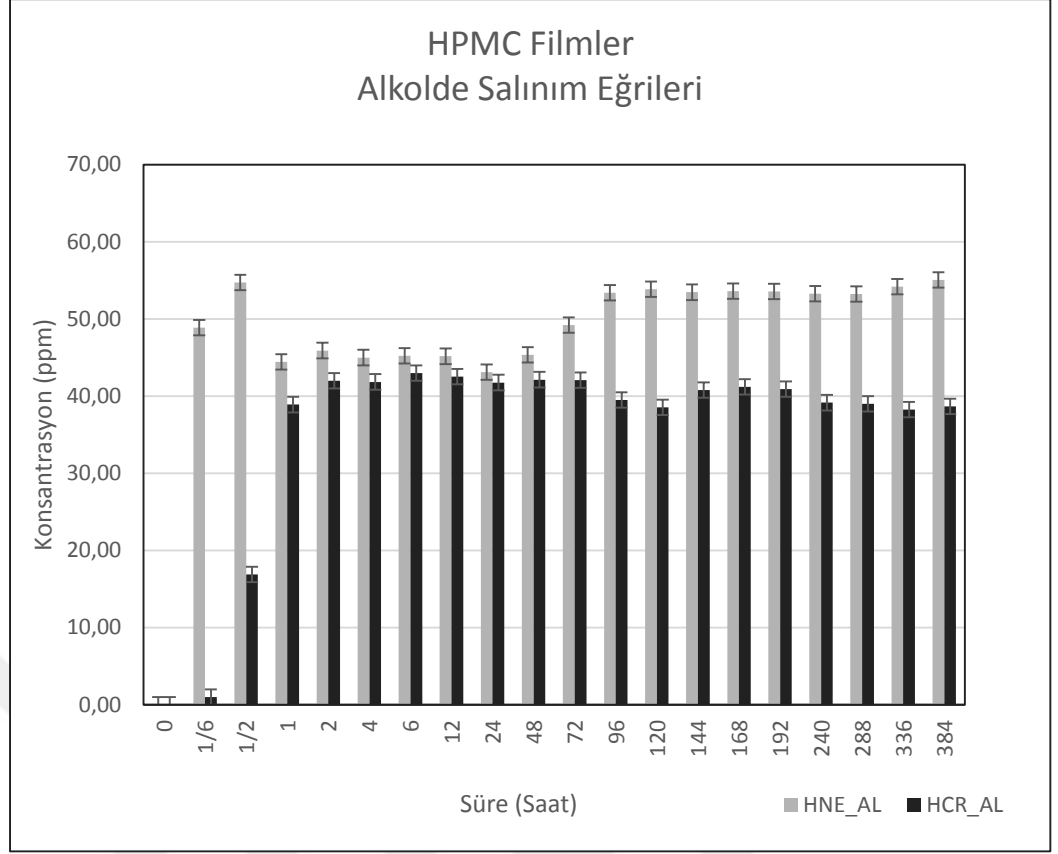
Depolama süresinde, ZNE filminden asit ortama salımın, ZCR filminden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren zein film gruplarının depolama boyunca asetik asitte salımları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

6.6.2 HPMC Filmlerin Alkol Salım Testleri

Karvakrol içeren HPMC film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmin (HNE) alkol içeren model ortamda, salımı Şekil 6.4.'de görülmektedir.

Nanoemülsiyon içeren HPMC filmin alkolde salımı, 0-10. dakika arasında artış göstermiş ve 48.88 ppm değerine ulaşmıştır. 1. saatten 24. saate kadar salım değerleri değişim göstermemiştir. 24. saatten sonra salım değerleri tekrar artarak 53.39 ppm değerine ulaşmıştır. Depolamanın son gününde (16. gün) salım değeri 55.06 ppm olarak tespit edilmiştir.

Karvakrol içeren HPMC filmin alkolde salımı ilk 60 dakikada hızla artış göstermiştir. 2. saatten sonra artış sona ermiştir. Depolama sonunda salım değeri 38,66 ppm olarak belirlenmiştir.

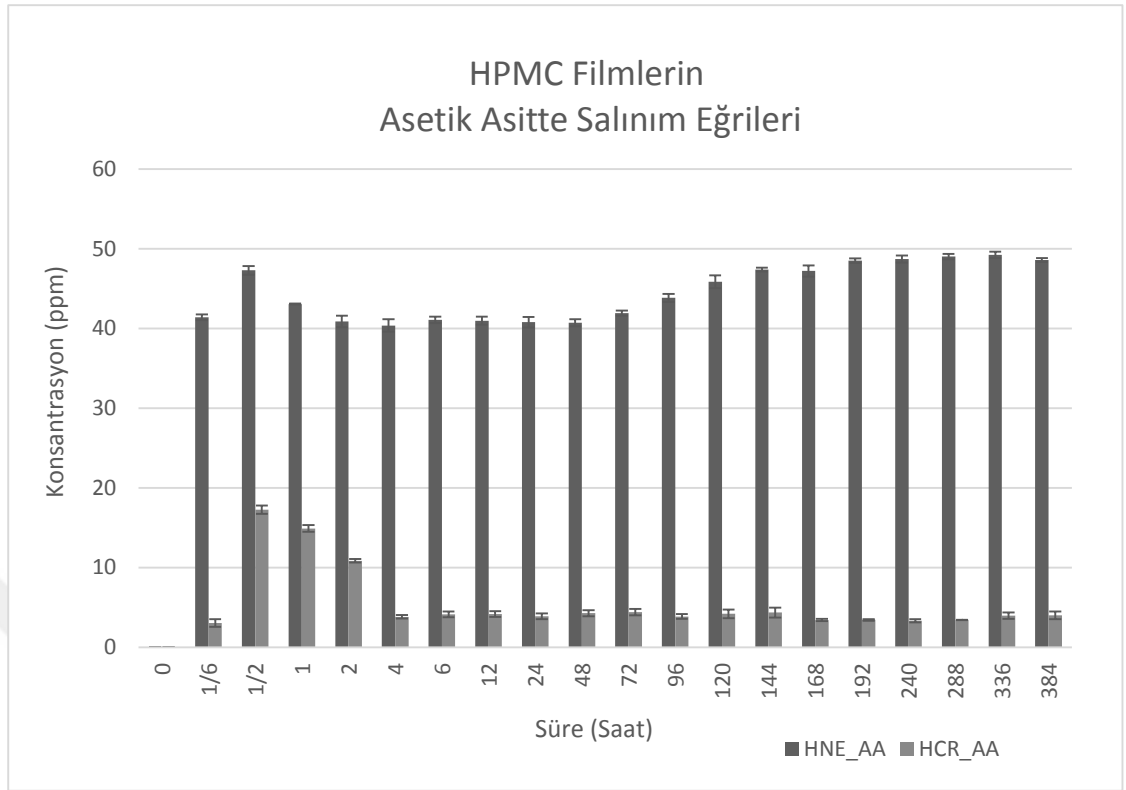


Şekil 6.4. Karvakrol içeren HPMc film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMc filmin (HNE) alkol içeren model ortamda salım eğrileri

Depolama süresince HCR grubunun salım değerlerinin HNE grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen maksimum salım değerleri de birbirinden farklı olup; HNE grubunda daha yüksek salım değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

6.6.4. HPMc Filmlerin Asetik Asitte Salım Testleri

Karvakrol içeren HPMc film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMc filmin (HNE) asetik asit içeren model ortamda, salımı Şekil 6.5’de görülmektedir.



Şekil 6.5. Karvakrol içeren HPMC film (HCR) ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmin (HNE) asetik asit içeren model ortamda salım eğrileri

Nanoemülsiyon içeren HPMC filmin asetik asitte salımı, 0. dakika ile 30. dakika arasında hızlı artış göstermiş ve 47.30 ppm değerine ulaşmıştır. 2. saatte salım değeri azalmış; depolamanın 2. gününe kadar yakın değerler tespit edilmiştir. 3. günde salım tekrar artış göstermiştir. 14. günde en yüksek salım değerine ulaşılmıştır (49.25 ppm).

Karvakrol içeren HPMC filmin asetik asitte salımı depolamanın ilk 30 dakikasında 47.30 ppm e ulaşmıştır. 30. dakikadan sonra azalma başlamış 4. saate kadar azalma devam etmiştir. 6. saatten depolama sonuna kadar birbirine yakın salım değerleri tespit edilmiştir.

Depolama süresinde HNE filmlerin salım değerlerinin HCR filmlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ramos et al., (2014)'te polipropilen (PP) filmlerdeki karvakrol ve timolün sulu ve yağlı gıda benzerlerine salımını denemişlerdir. PP filmlerden karvakrol ve timolün salımı, kullanılan yiyecek modellerine bağlı olarak bazı farklılıklar göstermiştir; izooktan içeren ortamda en yüksek düzeyde göç

gerçekleşmiştir. Migrasyon kinetiği çalışması için elde edilen sonuçlar, PP filmlerine 80 g / kg'da dahil edilen karvakrol ve timolün, 15 gün sonra polimer içinde hala kalan bu katkı maddelerinin farklı gıda simülantlarına geçiş yaptığını göstermiştir. Bu bileşiklerin PP filmlerden salımında elde edilen yüksek verim, raf ömrünü uzatmak için farklı gıda ürünlerinin paketlemesinde ve doğrudan gıda formülasyonlarına ilave edilmesi şeklinde kullanım potansiyelinin olduğunu işaret etmektedir.

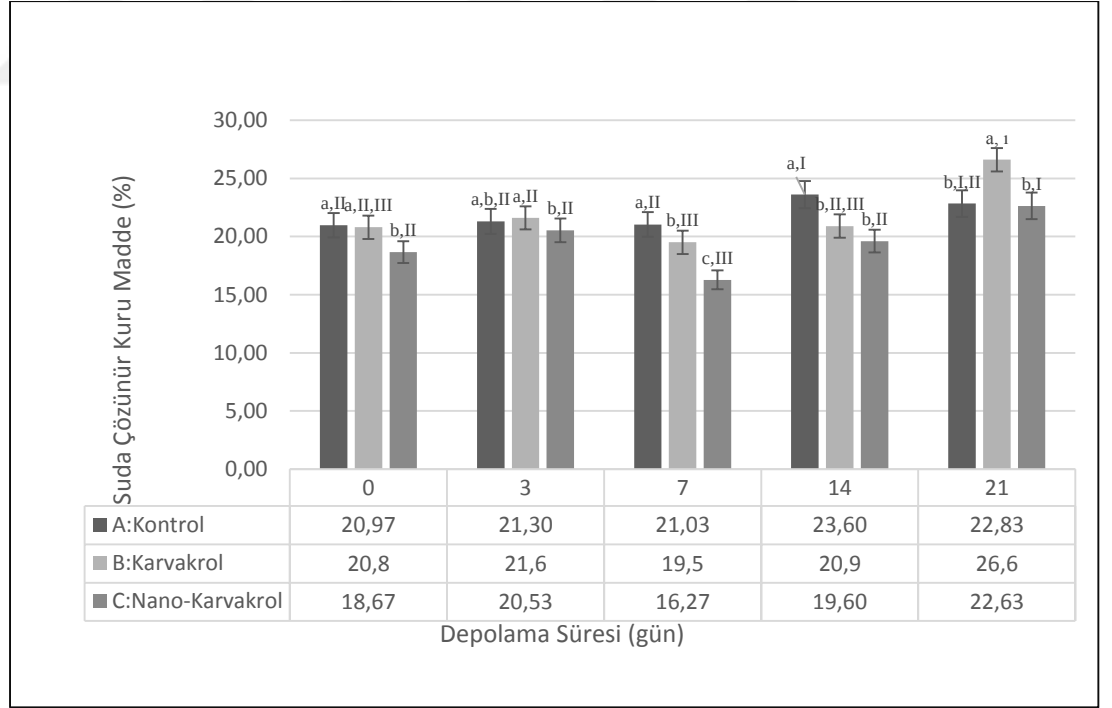
Lopez et al. (2007), polipropilen (PP) ve uçucu yağ içeren polietilen / etilen vinil alkol kopolimeri (PE / EVOH), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), kekik (*Origanum vulgare*), karanfil (*Syzygium aromaticum*) veya tarçın içeren filmlerin gıda ile temas eden malzemelerle ilgili AB düzenlemelerini karşıladığından emin olmak için hem sulu hem de yağlı simulantlar kullanılarak migrasyon testleri farklı stimulan ortamlarda yapmışlardır. Bu tez çalışması sonuçlarına benzer şekilde migrasyon testlerinde elde edilen sonuçlar tüm 2002/72 / EC Yönergesinde belirtilen 10 mg dm^{-2} sınırından çok daha düşük olduğunu saptanmıştır. Migrasyon izooktan ortamda diğer stimulan ortamlardan daha yüksek bulunmuştur. Su, %3 asetik asit ve %10 etil alkol içeren ortamlarda, esansiyel yağ bileşenlerinde yalnızca tarçın, kekikpolipropilen filmlerden migrasyonla stimulan ortama geçtiği tespit edilmiştir.

6.7. Örneklerin Depolama Boyunca İncelenen Kalite Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

6.7.1. Üzüm Örneklerinin Depolama Boyunca İncelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

6.7.1.1. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış (kontrol grubu) üzüm örneklerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri ⁰ Briks cinsinden ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.6’da, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2’de gösterilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.6. +4°C’da depolanan üzüm örneklerinin suda çözünür kuru madde miktarındaki değişim

Örneklerin SÇKM değerleri 0. gün en yüksek kontrol grubunda tespit edilirken, karvakrol grubunun briks değerinin kontrol grubu ile yakın olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$).

Depolama süresince SÇKM değer tüm örnek gruplarında belirli sınırlar içerisinde artış görülmektedir. En fazla artışı depolamanın son gününde karvakrol grubu gösterirken (26.6^0 Bx), en düşük değere nanoemülsiyon grubu (22.6^0 Bx) ulaşmıştır. Karvakrol içeren HPMC ile kaplanan karvakrol grubunun SÇKM değeri ise diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). SÇKM değerlerinde görülen bu artış, örneklerin depolama süresince maruz kaldığı nem kaybı nedeniyle, SÇKM miktarlarındaki oransal konsantasyon artışı ile açıklanabilir.

Depolamanın son gününde karvakrol nanoemülsiyonu içeren HPMC çözeltisi ile kaplanmış örnek gruplarında (B ve C) SÇKM değerleri ile depolama başlangıç değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

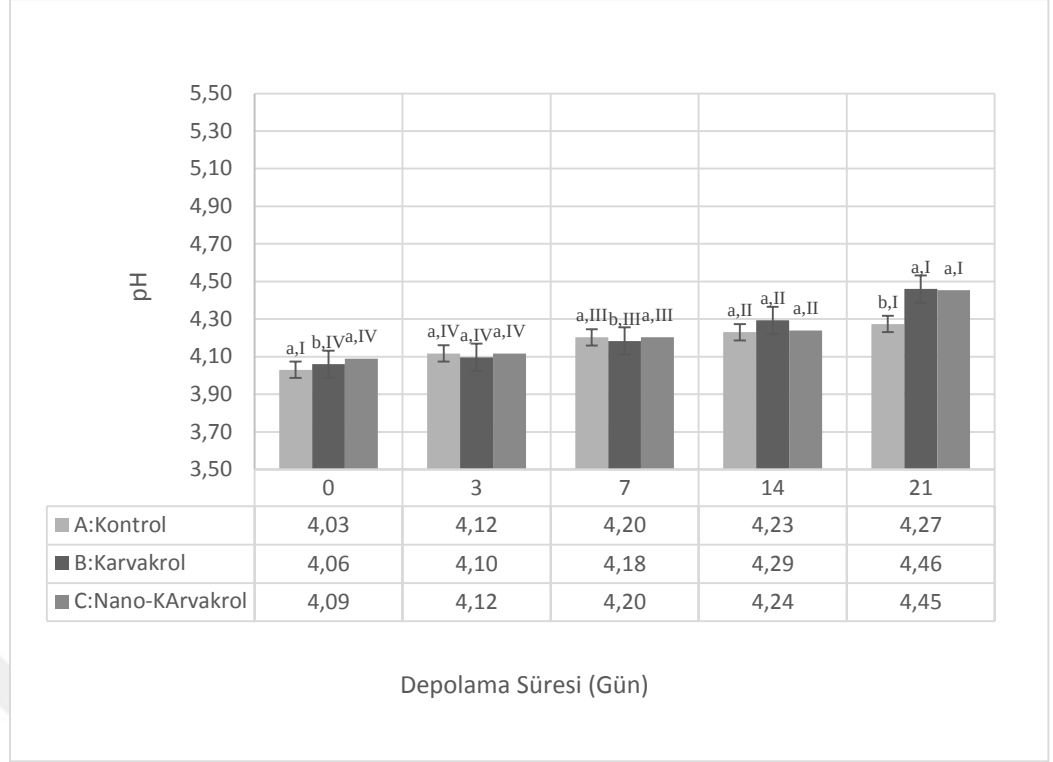
Bu sonuçlara göre, karvakrol nanoemülsiyonunun örneklerin SÇKM değerlerinde anlamlı bir etki göstermediği saptanmıştır. SÇKM değerindeki değişimler, depolama süresi boyunca üzümlerin olgunlaşması nedeniyle ortaya çıktığı belirtilmiştir (Valverde et al., 2005; Valero et al., 2006). Diğer çalışmalarda, kaplama uygulanmış örneklerin SÇKM değerlerinin, kaplanmamış örneklerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Valverde et al. 2005, Pastor et al., 2011; Sánchez-González et al., 2011).

6.7.1.2. pH

Üzüm örneklerinde depolama süresi boyunca ölçülen pH değerleri Şekil 6.7’de, bu değerlere ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2’de görüldüğü gibidir.

Uygulanan kaplama işlemi sonrası en yüksek pH değerinin nanoemülsiyon grubundaki örneklerde olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Depolama süresince, örneklerin pH değerlerinde küçük dalgalanmalar olduğu görülmekle birlikte, genelde pH değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Depolama sonunda, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında pH değerlerinin benzer olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Tüm örnek gruplarındapH ve titrasyon asitliği arasında korelasyon tespit edilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.7. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin pH değerlerindeki değişim

Kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki korelasyon değerleri sırasıyla R:- 0.899; R:-0.902; R:-0.811 dir. Sánchez-González et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada, bergamut yağı içeren HPMC ve kitozan filmler ile kaplanan üzümün pH değerlerinin gruplar arasında farklı olmasına rağmen depolama boyunca önemli seviyede değişim göstermediği belirlenmiştir. Ayrıca Melo et al. (2018) kitozan nanopartikülleri ile kapladıkları üzüm örneklerinin pH değerlerinin kaplama uygulamasına bağlı olarak değişmediği, meyvenin yapısına bağlı olarak değişim gösterdiği, bu nedenle kontrol grubu ve kaplama yapılan gruplar arası farkların önemli düzeyde olmadığı bulunmuştur.

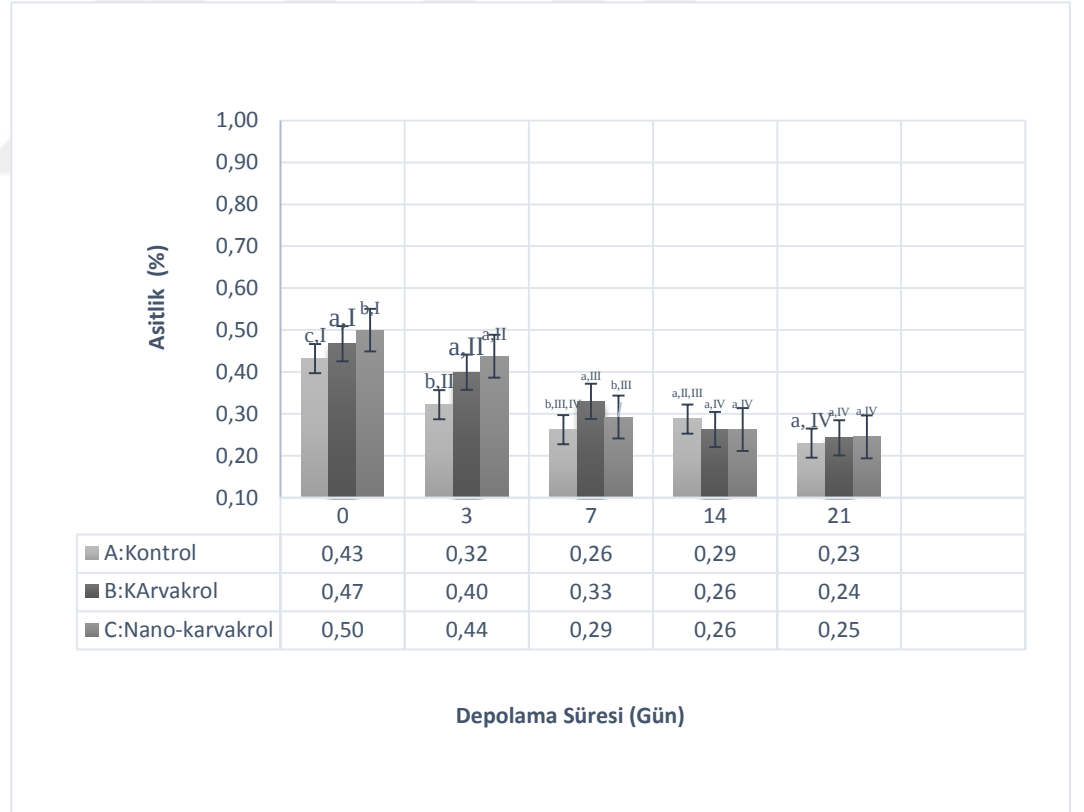
Depolama boyunca grupların kendi içindeki değişimler de istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Kontrol grubunda depolama başlangıcı ve depolama süresince pH değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın 7, 14 ve 21. günlerinde karvakrol ve nanoemülsiyon grubunun kendi

içinde pH değerindeki değişim önemli iken, 0 ve 3 günlerde değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Sánchez-González (2011) yaptıkları çalışmada, HPMC ile kaplanan örneklerin başlangıç pH değerlerinin, kaplama uygulamasına bağlı olarak kontrol grubundan yüksek olduğunu; depolama boyunca asitlik değerlerindeki azalmaya bağlı olarak pH değerinin tüm gruplarda yükseldiğini ($p>0,05$) belirtmişlerdir.

6.7.1.3. Titrasyon Asitliği

Doğal halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC film ile kaplanmış ve kaplanmamış üzüm örneklerinin titrasyon asitliği tartarik asit cinsinden hesaplanmış ve sonuçlar Şekil 6.8’de ve istatistiksel analiz sonuçları Ek 2’de verilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.8. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

Depolamanın 0. gününde kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının asitlik değerleri sırasıyla %0,43, 0,47 ve 0,50 olarak bulunmuş ($p<0.05$) ve uygulanan kaplama işleminin titrasyon asitliği üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir. Depolamanın son ayında tüm grupların % tartarik asit değerinin azaldığı saptanmıştır. Asitlik değerlerinde en yüksek değişim nanoemülsiyon grubunda görülmüş, ancak bu artış diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

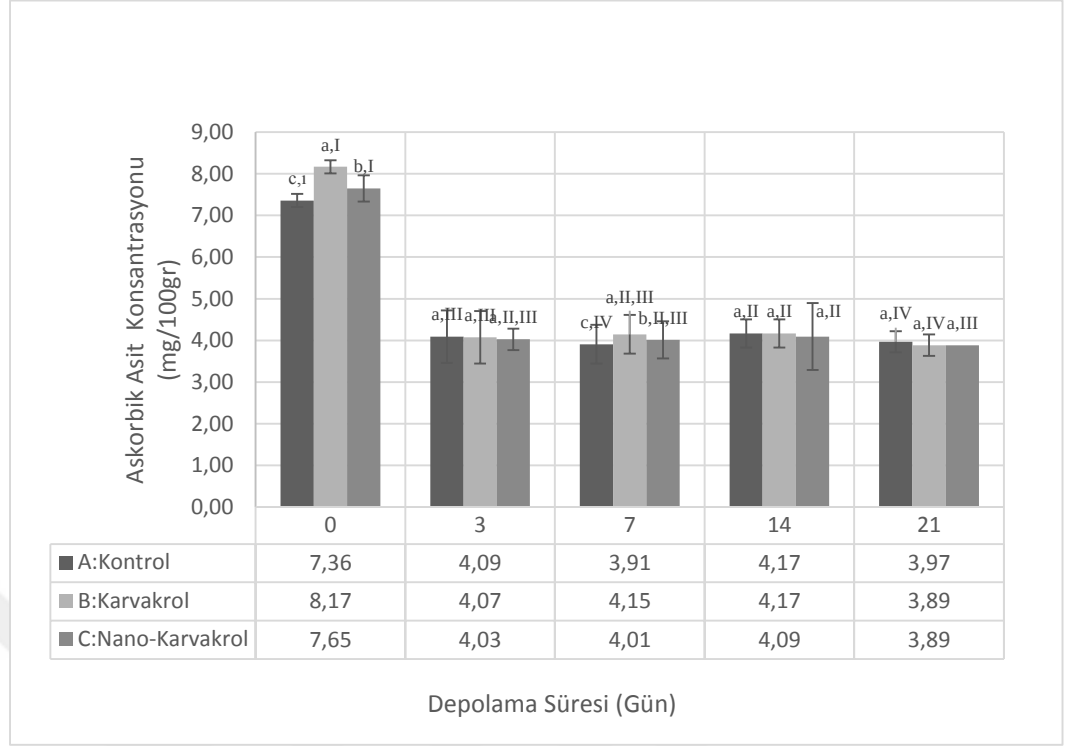
Depolamanın 0, 3. ve 7. günlerinde grupların asitlik değerleri kendi içindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 14 ve 21. günlerde ise B ve C gruplarının asitlik değeri değişimi istatistiksel açıdan önemli bulunmazken; kontrol grubunun 14 ve 21. günlerdeki titrasyon asitliği değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan diğer çalışmalarda asitlikteki azalmanın meyvedeki organik asit değişime bağlı olarak olduğu vurgulanmaktadır (Vargas et al., 2006; Sánchez-González, 2011).

6.7.1.4. Askorbik Asit Miktarı

Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış üzüm örneklerinde askorbik asit (C vitamini) (mg/100 mL) değerleri Şekil 6.9’da, bu değerlere ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2’de görülmektedir.

Üzüm örneklerine uygulanan karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu içeren HPMC film kaplama işlemi sonrasında ölçülen askorbik asit değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin nanoemülsiyon grubunda olduğu görülmüştür ($7,65\pm 1,10$ mg/100g). Depolamanın başlangıcında askorbik asit değerleri gruplar arasında farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Örneklerin modifiye atmosferde depolanmamasının elde edilen sonuçlarda etkili olduğu düşünülmektedir.

Depolamanın 21. Gününde başlangıca göre kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının askorbik asit değerleri başlangıca göre sırasıyla %46.05, %52.39 ve %49.15 oranında azalma göstermiştir. Tüm gruplarda gerçekleşen azalmalar, örneklerin maruz kaldığı oksidasyon sonucu gerçekleştiği düşünülmektedir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

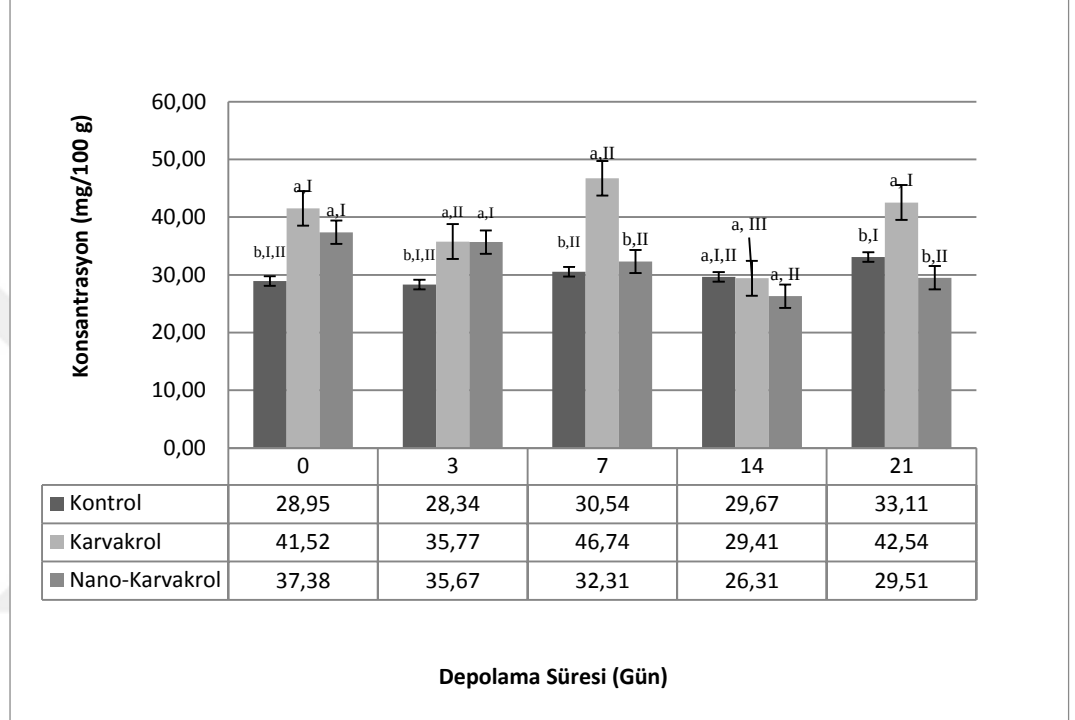
Şekil 6.9. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin askorbik asit değerlerindeki değişim

Bununla birlikte askorbik asit değerindeki azalmanın en az kontrol grubunda gerçekleştiği, HPMC kaplama uygulamasının, oksidasyona engel olarak örneklerin askorbik asit kayıplarını azaltıcı etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresince grupların kendi içindeki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama sonunda gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Valero et al. (2006) yaptıkları çalışmada; öjenol ve timol içeren polipropilen ambalajlarda muhafaza edilen üzüm örneklerinin askorbik asit değerlerinde depolama süresince azalma olduğu, en fazla azalmanın esansiyel yağ içermeyen kontrol grubunda saptandığını bildirmişlerdir.

6.7.1.5. Fenolik Madde Miktarı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış üzüm örneklerinde fenolik madde (mg/100 g) değerleri Şekil 6.10’da bu değerlere ait istatistiksel analiz sonuçları Ek 2’de görülmektedir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.10. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin fenolik madde miktarındaki değişim

Üzüm örneklerine uygulanan kaplama işlemi sonrasında ölçülen fenolik madde değerleri depolamanın 0. ve 3. gününde karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplarda kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Karvakrol ve nanoemülsiyon grubunun 0. gün toplam fenolik madde değerleri istatistiksel açıdan farklılık göstermezken ($p > 0.05$), kontrol grubu diğer gruplardan istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). Depolamanın başlangıcında karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının toplam fenolik madde değerlerinin yüksek olmasının, karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun fenolik madde içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 14. günde bu grupların fenolik madde değerleri belirgin şekilde

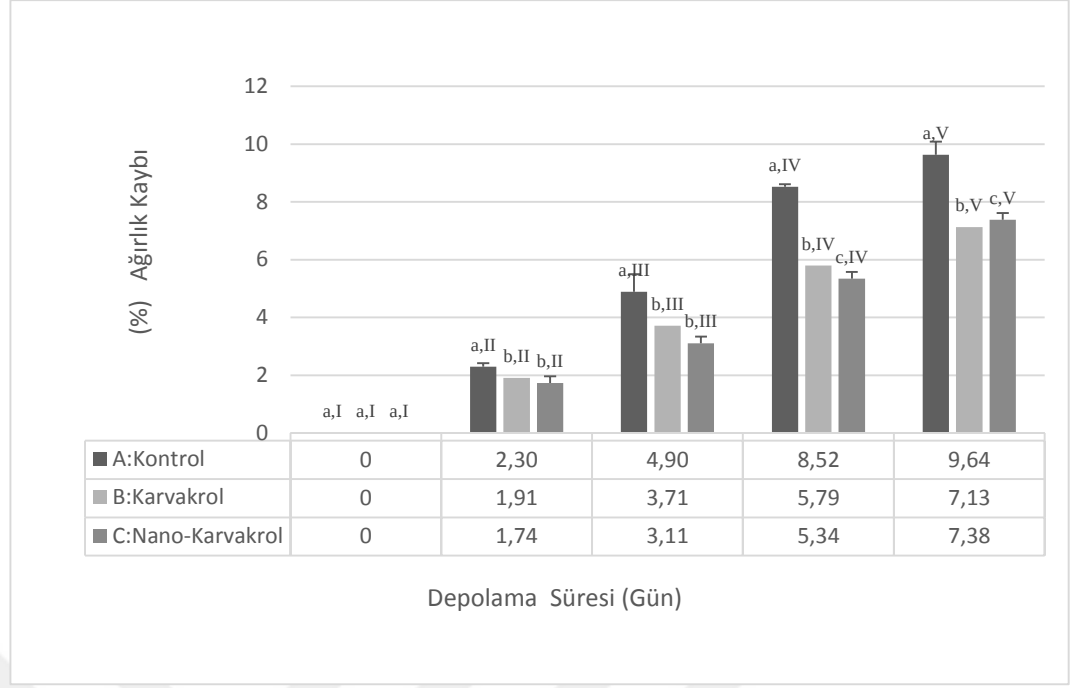
azalmıştır. Ancak üç grubun fenolik madde miktarlarındaki değişim 14. günde önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 21. gününde grupların fenolik madde miktarları karvakrol>kontrol>nanoemülsiyon olarak belirlenmiştir. Depolama süresince en büyük azalma nanoemülsiyon grubunda saptanmıştır. 21. günde kontrol ve nanoemülsiyon gruplarının fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizken ($p>0.05$), karvakrol grubunun değeri istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Depolama süresince kontrol grubunun toplam fenolik madde değeri başlangıca göre %14.36 oranında artmıştır. Depolama boyunca kontrol grubunun değerlerindeki değişimler istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). karvakrol grubunda depolama boyunca toplam fenolik madde değerleri değişim göstermiştir, depolama sonunda fenolik madde değeri %2.43 artmıştır ancak 0. ve 21. gün değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$). nanoemülsiyon grubu fenolik madde değerleri başlangıçtan itibaren azalmaya devam etmiştir. Depolama sonunda nanoemülsiyon grubu fenolik madde değerinde %21.05 oranında azalma saptanmıştır.

Bu tez çalışması sonuçlarına benzer şekilde, Meng et al. (2008), yaptıkları çalışmada hasattan sonra kitosan film uygulaması yapılan üzümün toplam fenolik madde içeriğinin önce azaldığını ve daha sonra arttığını belirlemişlerdir. Sánchez-González et al. (2011) ve Valero et al., (2006)' un yaptıkları çalışmalarda ise timol ve öjenol içeren modifiye atmosfer ortamındaki üzümün fenolik madde içeriklerinin depolama süresince önce azaldığını sonra da artarak başlangıç değerine ulaştığını saptamışlardır.

6.7.1.6. Ağırlık Kaybı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış üzüm örneklerinde hesaplanan ağırlık kayıpları (%) Şekil 6.11'de verilmiştir. Değerlere ait istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2'de belirtilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** i,ii,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.11. Örneklerin depolama süresince ağırlık kayıplarındaki değişim (%)

Üzüm örneklerinde depolama süresince ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir. Kaplama uygulamasının, kontrol grubu örnekler ile karşılaştırıldığında örneklerin ağırlık kaybını azalttığı görülmektedir. Depolama sonunda en fazla ağırlık kaybı %9.64 ile kontrol grubunda kaydedilmiş, B ve C gruplarında ise %7.13 ve 7.48 olarak saptanmıştır. Tüm örnek gruplarında, ağırlık kaybı ve SÇKM değerleri arasında bir pozitif korelasyon bulunmaktadır. Kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının ağırlık kaybı ve SÇKM değerleri arasındaki korelasyon sırasıyla R: 0.644; R:0.581; R:0.490 olarak tespit edilmiştir.

Depolamanın 3. ve 7. günlerinde kontrol grubu, karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplardan istatistiksel açıdan farklı bulunurken, 14. ve 21. günlerde tüm gruplar arasında %95 güven aralığında fark vardır ($p < 0.05$). Depolama boyunca tüm grupların kendi içindeki ağırlık değişimi istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur.

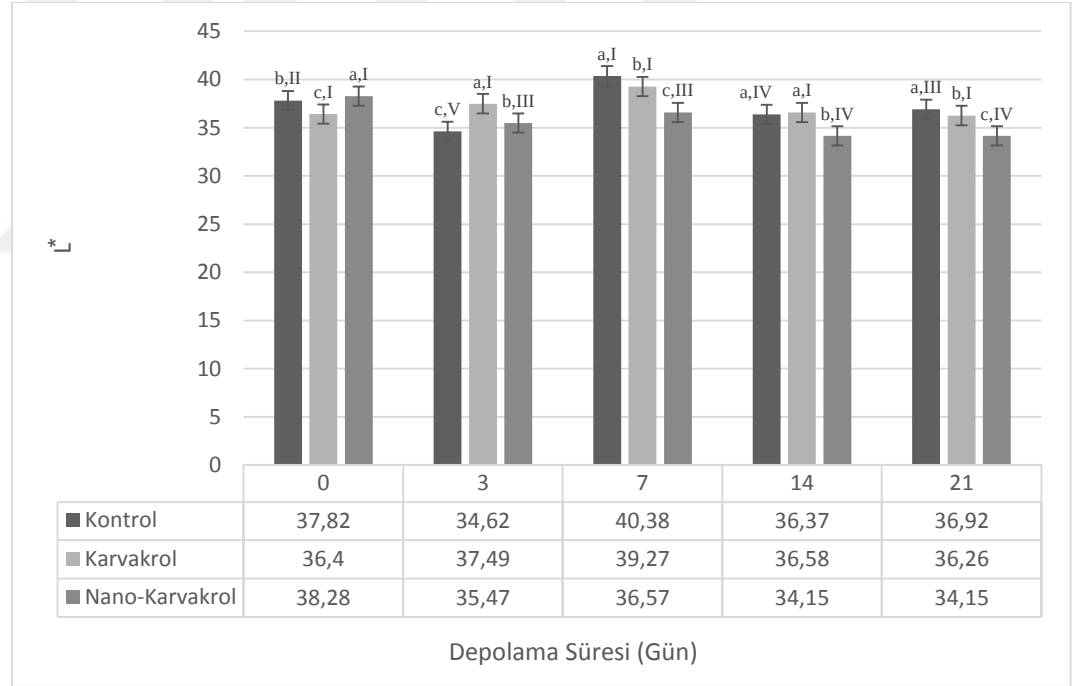
Yapılan diğer çalışmalarda da 4 ± 2 °C'da depolanan erik (Valero et al., 2013), elma dilimleri (Olivas et al., 2007), çilek (Fan et al., 2009), dilimlenmiş ananas (Azarakhsh et al., 2014) ve üzümlerde (Takme ve Korel, 2016) depolama süresince

ağırlık kaybı olduğu rapor edilmiştir. Takme ve Korel (2016)'e göre alginat kaplamaların vanilin içerip içermemesi ağırlık kaybı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişimine sebep olmamıştır.

6.7.1.7. Meyve Rengi

6.7.1.7.1. L* Değeri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin dış yüzeylerinde ölçülen, parlaklık değerini belirten L* değerleri Şekil 6.12'de, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2'de belirtilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.12. +4 °C'da depolanan üzüm örneklerinin L* değerlerindeki değişim

Depolamanın 0. gününde nanoemülsiyon grubu örneklerin L* değerlerinin (38,28±0,1) diğer gruplardan yüksek olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın nanoemülsiyon formdaki karvakrolün karakteristik beyaz-opak renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolamanın 14. gününden itibaren kontrol grubu L değeri başlangıca göre %3.83, nanoemülsiyon grubu L değeri %10.83 azalırken; karvakrol grubu L değeri % 0.5 artmıştır. Örneklerin dış yüzeylerinde sıcaklık, ortam nemi gibi farklı koşullarda oluşan değişik tepkimeler ile bir örneğin ölçüm yapılan noktaları arasındaki farklılıkların, bu sonuçlara neden olduğu düşünülmektedir.

Depolama sonunda L* değerinde en fazla azalma nanoemülsiyon grubunda %10.79 oranında; en az azalma ise % 0.38 ile karvakrol grubunda kaydedilmiştir. En az ve en fazla azalmanın kaydedildiği sırasıyla karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren grupların arasında istatistiksel olarak fark anlamlıdır ($p<0.05$). Gerçekleştirilen duyu analizi sonuçlarında panelistler, kaplama işlemi uygulanmış grupların daha parlak gördüklerini belirtmişlerdir. Dolayısıyla uygulanan kaplama işleminin örneklerin dış yüzey parlaklıklarını muhafaza etmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir.

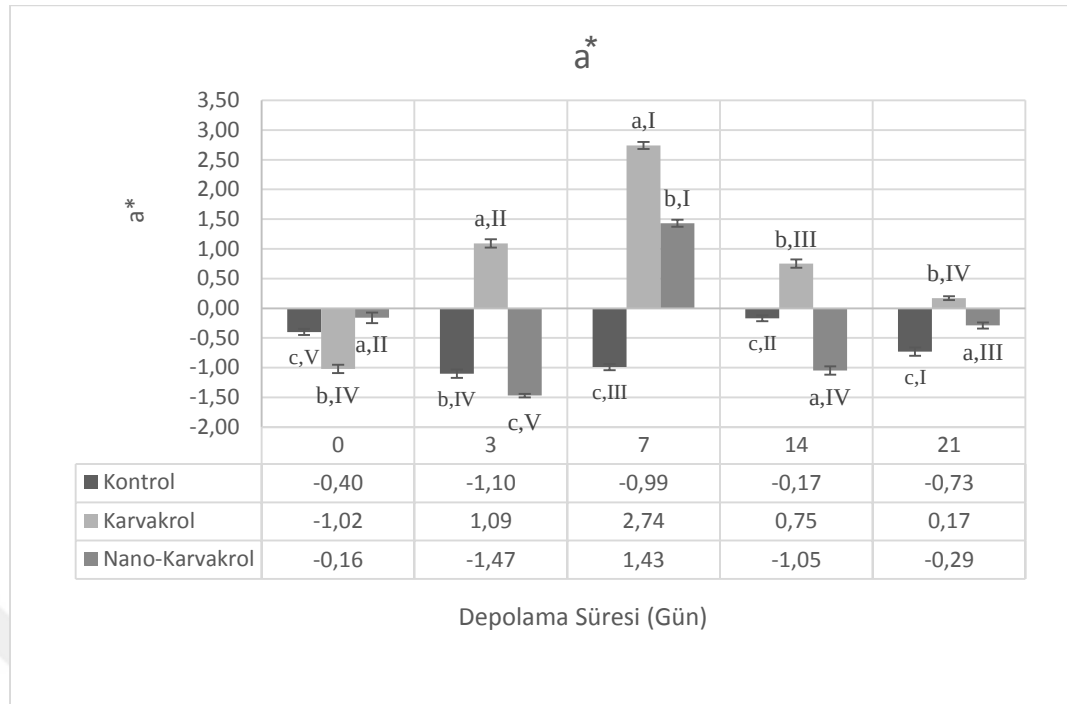
Benzer şekilde, L. Sánchez-González et al. (2011) yaptıkları çalışmada L* değerinin depolama boyunca azalma gösterdiğini bununla birlikte HPMC film ile kaplanan örneklerde L* kontrol gruplarına oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Guill'en et al.(2007)'de Superior tipi üzüm çeşidinde kahverengileşmenin, peroksidad veya polifenoloksidad aktivitelerindeki artıştan daha çok klorofilin bozunmasıyla ilişkili olduğu öne sürüldüğü için öne sürülmektedir.

6.7.1.7.2. a* Değeri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin, kırmızılık/yeşillik değerini belirten a* değerlerindeki değişimler Şekil 6.13'de istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 3.7.1'de belirtilmiştir.

Depolamanın 0. gününde grupların a* değerleri -0,16 ile -0,40 aralığında değişmiştir ($p<0.05$). Depolamanın son gününde ise grupların a* değeri sırasıyla %28.71, %83.33 ve %81.25 oranında değişmiştir ($p<0.05$) Depolama süresince her grubun a* değeri kendi içinde istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

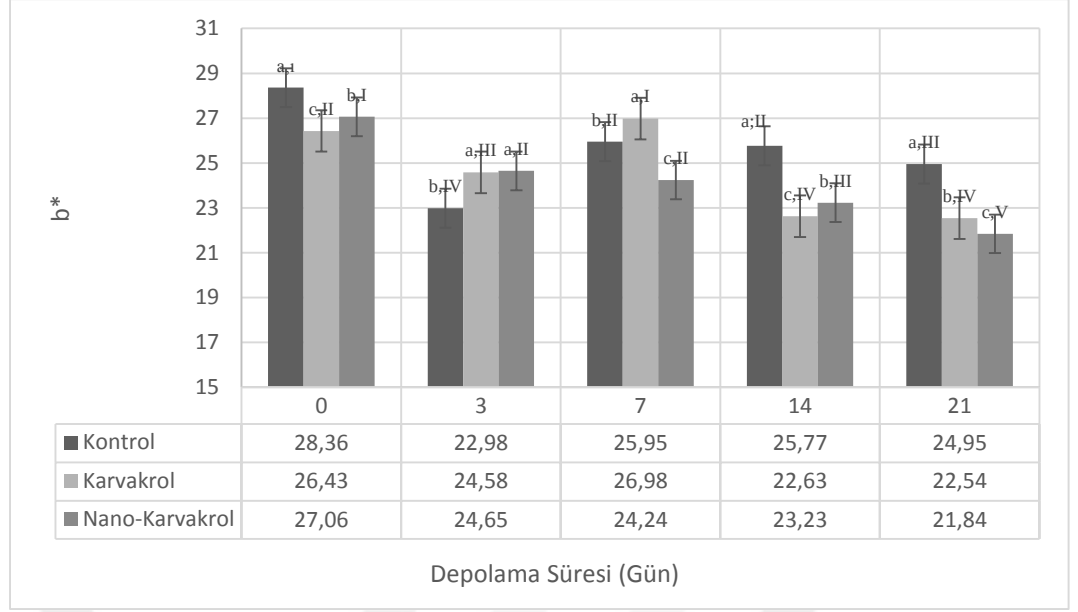
** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 4.7. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin a* değerlerindeki değişim

Oh et al. (2017) yaptıkları çalışmada; limonen içeren kitosan ile kaplanan üzüm örneklerinde a* değerinde önemli bir değişim olmamıştır ($p > 0.05$). Pastor et al (2011) HPMC ile kaplanan üzüm örneklerinde a* değerinde depolama süresince artma ve azalma saptamış ve bunu enzimatik esmerleşme reaksiyonları ile açıklamışlardır.

b* Değeri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol ilave edilmiş HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin dış yüzeylerinde ölçülen, sarılık/mavilik değerini gösteren b* değerleri Şekil 6.14’da, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2’de belirtilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir..

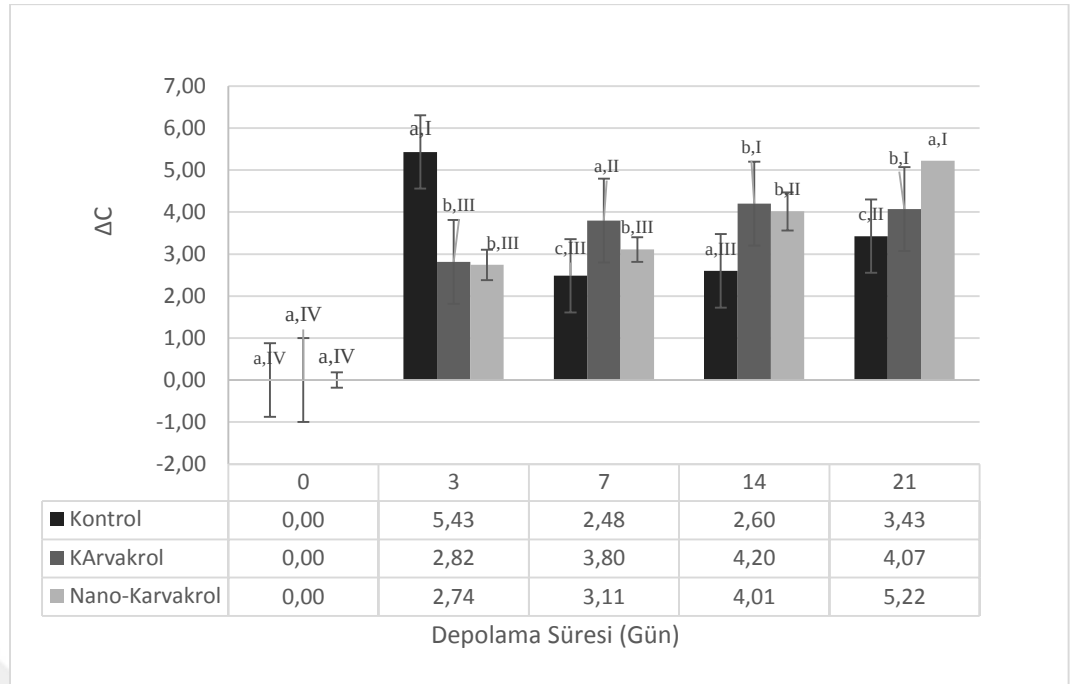
** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.14. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin b* değerlerindeki değişim

Uygulamanın 3. gününde kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının b* değerleri sırasıyla %18.97; %6.99 ve %8.91 oranında azalmıştır. Depolama boyunca tüm örnek gruplarının b* değerleri azalma göstermiştir. Depolama sonunda b* değerinde başlangıca göre en fazla azalma %19.29 ile nanoemülsiyon grubunda saptanırken; kontrol ve karvakrol gruplarının b* değerleri sırasıyla %12.02 ve %14.71 oranında azalmıştır. Depolama boyunca grup içindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Tez çalışması sonuçlarından farklı olarak, Oh et al. (2017) limon otu yağı içeren kitosan emülsiyonu ile yaptıkları çalışmada kontrol grupları ve kaplama yapılan gruplarda b* değerinin +4°C’deki depolama sırasında arttığını belirtmişlerdir.

6.7.1.7.4. ΔE^* ve ΔC^* Değerleri

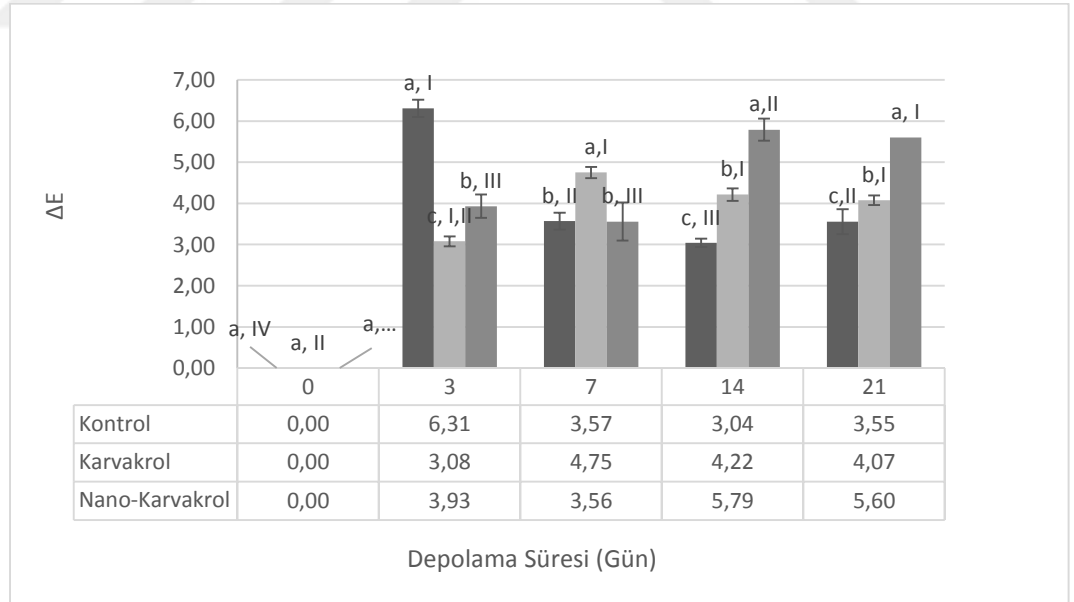
Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin dış yüzeylerinde ölçülen, ΔE^* ve ΔC^* değerleri Şekil 6.15’de ve Şekil 6.16’da, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2’de belirtilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.15. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin ΔC^* değerlerindeki değişim



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.16. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin ΔE değerlerindeki değişim

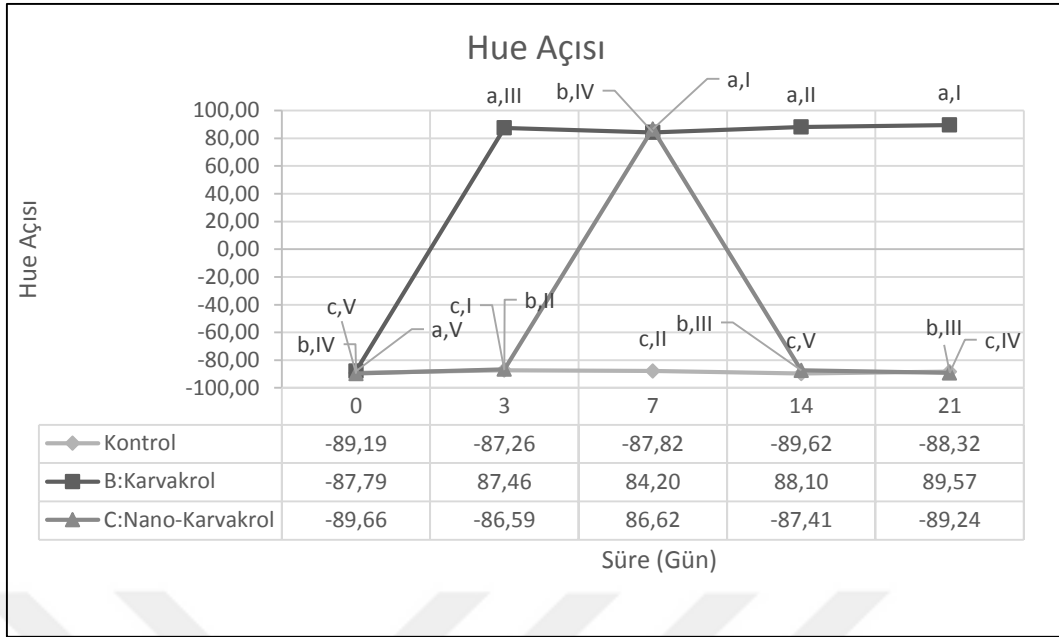
Kontrol grubu ve karvakrol, nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC ile kaplanan üzüm gruplarında ΔC^* ve ΔE^* değerleri depolama süresince değişim göstermiştir; değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kontrol grubu ΔC değerleri depolamanın 3. gününden itibaren azalma göstermiştir. Kontrol grubundaki değerlerdeki değişim istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplarda ΔC^* ve ΔE^* değerleri depolama süresince artmıştır. Değerlerdeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. HPMC nin kaplama maddesi olarak kullanılmasının, örneklerin aydınlığını arttırdığı, renk doygunluğu sağladığı düşünülmektedir.

Guillen et al. (2007) nın yaptığı çalışmada, öjenol, timol ve karvakrol içeren polyester polipropilen filmler üzümün depolanmasında kullanılmıştır. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde modifiye atmosfer depolama sonucunda esansiyel yağ karışımını içeren film ortamında depolanan örneklerin ΔC değerleri depolama süresince artmıştır. Valverde et al. (2005)'te aloe vera jel ile kaplanan üzüm örneklerinin ΔC değerlerinde artış saptanmıştır. Sánchez-González et al. (2011)'e göre HPMC kaplama yapılan grubun ΔC değerlerinin, kaplama yapılmayan grup ile yakın değerde olduğu belirtilmiştir.

6.7.1.7.5. Hue Açısı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin Hue açısı değerleri Şekil 6.17 istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2'de belirtilmiştir.

Şekil 6.17'de görüldüğü gibi, 0. günde kontrol grubu ve C gruplarının hue açısı değerleri aynı ve karvakrol grubundan düşük bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek hue açısı değeri karvakrol; en düşük hue açısı değeri nanoemülsiyon grubunda tespit edilmiştir. Depolama boyunca karvakrol grubu kendi içinde hue açısı değerlerindeki değişim depolama boyunca anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Kontrol ve nanoemülsiyon gruplarının hue açısındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

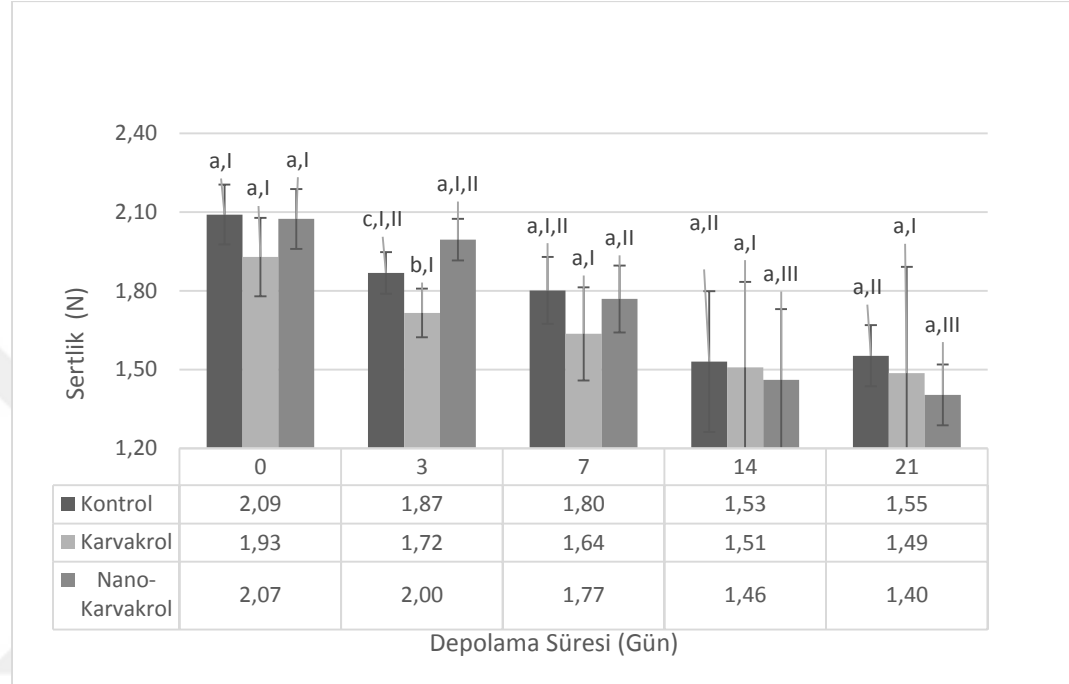
Şekil 6.17. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin Hue açısı değerlerindeki değişim

Farklı numunelerde pratik olarak paralel bir renk değişiminin varlığı dikkat çekicidir; HPMC filmin üzüm görünümüne etkisinin üzüm rengini etkilediğini, ancak esmerleşmeyi engellemediği düşünülmektedir. Ayrıca, nanoemülsiyonun varlığı nanoemülsiyon grubunun hue açısı değerlerini değiştirmemiştir. Nanoemülsiyonun renginin, nanoemülsiyon ile kaplanan örneklerin renk değerlerini etkilediği düşünülmektedir.

Sánchez-González et al. (2011), yaptıkları çalışmada saf polimerlerle kaplanan numunelerde, tüm depolama döneminde en yüksek renk değerleri ulaşımlarına karşın, bergamot yağı içeren HPMC kaplamalarla, daha az doygun renk değerlerine ulaşmıştır. Tez çalışmasında ise saf karvakrol içeren karvakrol grubu, nanoemülsiyon içeren nanoemülsiyon grubuna göre daha doygun renk değerine ulaşmıştır. Choi et al (2016) tarafından yapılan çalışmada ise kekik (oregano) içeren (%0.5, %1 ve % 1.5) HPMC film ile kaplanan eriklerde, kontrol örneklerinin Hue açısının değişimi kaplanan örneklere göre daha yüksek olmuştur. Ayrıca kekik yağının HPMC filmdeki miktarı arttıkça, Hue açısı azalma göstermiştir.

6.7.1.8. Tekstür Analizi

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin dış yüzeylerinde ölçülen, tekstür değerleri Şekil 6.18’de, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2’de belirtilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.18. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin tekstür değerlerindeki değişim (N)

Depolamanın ilk gününde kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının doku sertliği değerleri sırasıyla 2.09, 1.93 ve 2.07 N olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm grupların doku sertliği değerleri değişim gösterdiği ve depolama sonunda başlangıca göre azaldığı belirlenmiştir. En fazla azalma %32.37 ile nanoemülsiyon grubunda; en az azalma %22.80 ile karvakrol grubunda saptanmıştır. Depolama boyunca elde edilen sonuçlarda gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Doku sertliği değeri değişimleri grupların kendi içinde ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur.

Pastor et al. (2011) yaptıkları çalışmada, propolis ekstraktı içeren HPMC kaplama yapılan üzüm grubu ve kontrol grubu örnekleri arasında tekstür açısından istatistiksel anlamda farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, çilekte

(Mali and Grossmann, 2003; del Valle et al., 2005; Vargas et al., 2006), farklı üzüm tiplerinde (Valverde et al., 2005), elmada (Moldao-Martins et al., 2003), vişnede (Yaman and Bayındırlı, 2002) hem kaplanmış hem de kaplama uygulanmamış gruplarda tekstür kaybının olduğu rapor edilmiştir.

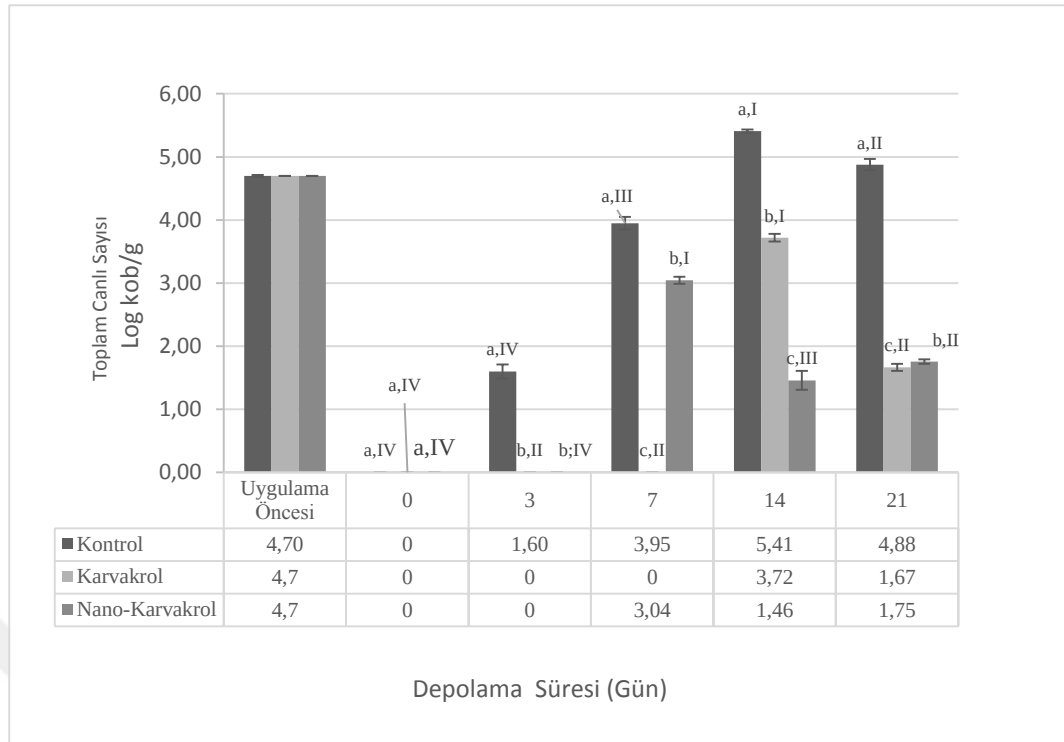
Yapılan çalışmalarda üzümlerin yumuşamasından sorumlu enzimler β -galaktosidaz, poligalakturonaz ve pektinmetilesteraz (Nunan et al., 1998) enzimlerinin aktivitelerini öjenol, timol, karvakrol ile azaltabildiği belirtilmektedir. Ancak bu esansiyel yağların yumuşamayı geciktiren mekanizması henüz bilinmemekle birlikte, antioksidanların rolünün olduğu (Ruberto and Baratta, 2000, Ponce et al., 2004) düşünülmektedir.

6.7.1.9. Mikrobiyolojik Analizler

6.7.1.9.1. Mikrobiyolojik Depolama Analizleri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin aerobik mezofilik bakteri ve küf sayıları Şekil 6.19 ile Şekil 6.20’de, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2’de belirtilmiştir.

Şekil 6.19’da görüldüğü gibi kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarında yıkama sonrası ve dezenfeksiyon öncesi mikroorganizma başlangıç yükü 4.7 kob/g iken, depolamanın 0. gününde gruplarda herhangi bir mikroorganizma gelişimi görülmemiştir. Uygulama ve yıkama sırasında kullanılan sodyum hipokloritin ortamdaki canlı sayısına etki gösterdiği düşünülmektedir. Depolamanın 3. gününde kontrol grubu canlı sayısı 3.95 log kob/g olarak tespit edilmiştir; kontrol grubu aerobik mezofilik bakteri sayısı istatistiksel olarak diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

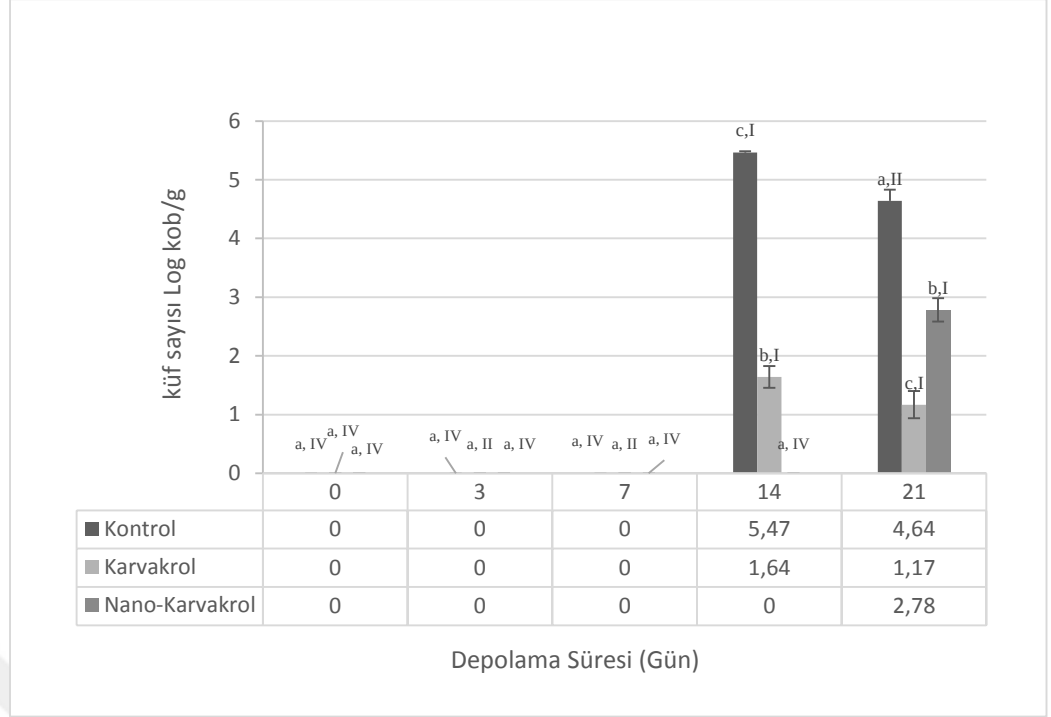


* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.19. +4 °C'da depolanan üzüm örneklerinin aerobik mezofilik bakteri sayısı (log kob/g)

7. gün karvakrol grubunda mikrobiyal gelişme tespit edilmezken, kontrol ve nanoemülsiyon gruplarında mikroorganizma yükü sırasıyla 3.95 ve 3.04 log kob/g olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). 14. günde tüm gruplarda mikrobiyal gelişim olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Depolamanın son gününde ise en fazla mikrobiyal gelişme kontrol grubunda saptanmıştır ($p < 0.05$). karvakrol grubunda mikrobiyal gelişme görülmemiştir. nanoemülsiyon grubunda ise mikrobiyal yük 14. güne göre azalma göstermiştir. 21. günde aerobik mezofilik bakteri sayısı Karvakrol < Nano-karvakrol < Kontrol olarak tespit edilmiştir. Nanoemülsiyon içeren HPMC kaplamanın inhibe edici etkisi daha uzun sürmesine rağmen, depolama sonunda aerobik mezofilik bakteri sayısı saf karvakrol içeren gruptan daha fazladır.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.20. +4 °C’da depolanan üzüm örneklerinin küf sayısı (log kob/g)

Şekil 6.20’de görüldüğü gibi kontrol grubu ile karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplarda, küf depolamanın 7. gününe kadar saptanmamıştır; gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). 14. günde nanoemülsiyon grubunda küf tespit edilmezken, kontrol ve karvakrolB gruplarında sırasıyla 5.47 ve 1.64 log kob/g olarak tespit edilmiştir. 14. günde gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın son gününde ise tüm gruplarda küf saptanmıştır ($p < 0.05$). Depolama sonunda küf sayıları Karvakrol < Nanoemülsiyon < Kontrol şeklinde olmuştur. nanoemülsiyon grubunda nanoemülsiyon formdaki karvakrolün etkinliğini 21. güne kadar sürdürdüğü; kontrollü salımın devam ettiği düşünülmektedir. Ayrıca antimikrobiyal içeren gruplarda üreme hızının yavaş olması da antimikrobiyal maddelerin etkinliğini göstermektedir.

Pastor et al. (2011) yaptıkları çalışmada propolis ekstraktı ile zenginleştirilen HPMC film ile kaplanmış üzüm örneklerinde aerobik-mezofilik bakteri sayısı 24 günlük depolama sonunda 0.4 log kob/g olarak saptanmıştır. Valverde et al.

(2005a), modifiye atmosferde depolanan üzüm örneklerinde 35 günün sonunda ejönot içeren ambalajlardaki aerobik mezofilik bakteri sayısını 3.3 log kob/g, maya-küf sayısını 2.0 log kob/g, kontrol örneklerinin aerobik mezofilik bakteri sayısını 5.0 log kob/g, küf-maya sayısını ise 5.2 log kob/g olarak saptamışlardır. Gullien et al. (2007), öjenol, timol, ve karvakrol içeren polyester polipropilen ile kaplanan ısı geçirmez kaplar içinde depolanan üzüm örneklerinde hem aerobik mezofilik sayısı hem de küf-maya sayısı depolama başlangıcında sırasıyla 2.4 ± 0.2 ve 2.2 ± 0.1 log kob/g iken depolamanın 14. gününde 1 log azalma göstermiştir. Yapılan başka bir çalışmada; başlangıç aerobik mezofilik bakteri sayısı ve maya-küf sayısı sırasıyla 4.6 ve 3.5 log kob/g olan üzümelerde, Aloe vera jel ile kaplama +4 °C'da 20 gün depolama sonunda işlem gören örneklerin aerobik mezofilik bakteri ve maya-küf sayısı 1.5 ve 2.6 log kob/g olarak belirlenmiştir (Valverde et al., 2005b). Tez çalışmasına benzer şekilde, Oh et al. (2017) yaptıkları çalışmada, *Vitis vinifera* L. X *V. labruscana* Bailey tipi üzümelerde mikroorganizma popülasyonunu azaltmak amacıyla yüksek basınç kullanılarak üretilmiş limon otu yağı-kitosan emülsiyonu, limon otu yağı+kitosan karışımının etkilerini karşılaştırmışlardır. Yüksek basınç ile hazırlanan emülsiyon ile kaplama yapılan üzüm 14 günde 25 °C'da toplam canlı ve maya-küf sayısı hem kontrol hem de karıştırma yapılar hazırlanan emülsiyon ile kaplanan gruba göre daha uzun süre inhibisyon etkisi gösterdiğini belirtmişlerdir. DPH'nin yapısındaki limon otu yağının yüksek basınç sonucu küçülen boyutunun uzun süreli salım sağladığı ifade edilmiştir.

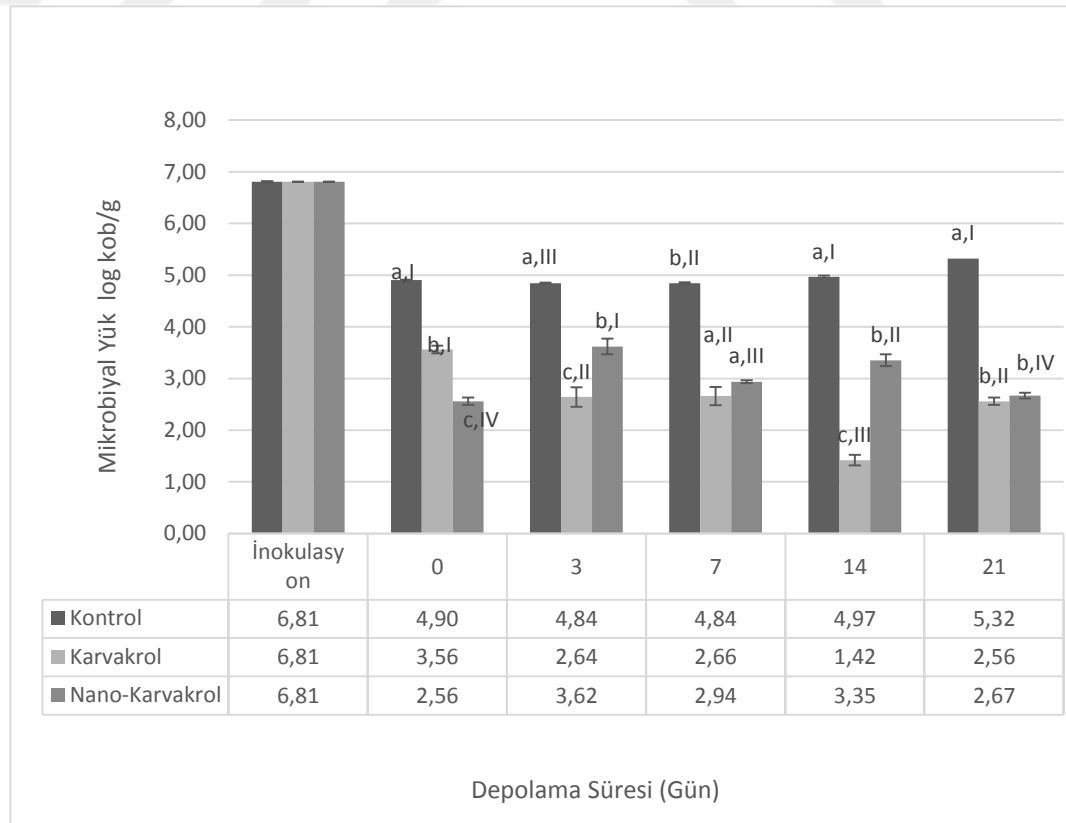
6.7.1.9.2. *B.cinerea* inokule edilen Üzümlerde Antimikrobiyal Etkinlik Testi

B.cinerea inhibisyonu üzerine karvakrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol içeren filmlerin etkinliği Şekil 6.21'de görülmektedir. İnkübasyondan sonra yapılan *B.cinerea* sayımlarında varyasyonlar mevcuttur. Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon grupları arasında istatistiksel fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının 0. gün *B.cinerea* sayımları sırasıyla 4.90 ± 0.01 , 3.56 ± 0.07 ve 2.56 ± 0.07 log kob/g olarak saptanmıştır. 3. gün kontrol grubu ve karvakrol grubunun *B.cinerea* sayılarında azalma görülmüştür.

Bununla birlikte, nanoemülsiyon grubunun spor sayısı 3.62 ± 0.15 log kob/g'a yükselmiştir. Depolamanın 7. gününden sonra kontrol grubunun küf-maya sayısı artmaya devam etmiştir. 14. günde karvakrol salımının değişimi ve etkinliğinin artmasına bağlı olarak küf sayısının (1.42 ± 0.10 log kob/g) azaldığı belirlenmiştir. Nanoemülsiyon içeren grupta ise nanoemülsiyonun inhibisyon etkisi 14. günde azalmıştır. Ancak depolama süresinin sonunda *B. cinerea* sayısında (2.67 ± 0.06 log kob/g) 14. güne göre tekrar azalma olmuştur.

Depolamada en fazla inhibisyon, karvakrol grubunda (1.42 ± 0.10 log kob/g) 14. günde elde edilmiştir. Depolama sonunda en düşük *B. cinerea* sayısı yine karvakrol grubuna (2.56 ± 0.07 log kob/g) aittir. Bununla birlikte 21. günde karvakrol ve nanoemülsiyon grupları arasında istatistiksel fark önemsizdir ($p>0.05$).

Depolama sırasında grupların *B.cinerea* üzerindeki etkileri analiz günlerinde farklılık gösterdiğinden; grupların kendi içinde gün bazında inaktivasyon etkileri de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.21. +4 °C’da depolanan *B.cinerea* inokule edilmiş üzüm örneklerinde antimikrobiyal filmlerin inaktivasyon etkisi

Calvo-Garrido et al. (2014) yağ asiti içeren model bir kaplama maddesinin üzümlerde *B. cinerea* çimlenmesi üzerine etkili olduğunu saptamışlardır. Yapılan diğer çalışmalarda ise yağ asitlerini içeren kaplamaların, diğer meyve tohumlarında bulunabilen *B. cinerea* ve diğer patojen küfler üzerine etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Hou and Forman, 2000; Riháková et al., 2001; Montealegre et al., 2010). Benzer şekilde, kitosan bazlı kaplamalar, diğer biyoaktif bileşiklerin eklenmesiyle arttırılabilen antimikrobiyal özelliklerinden (Romanazzi et al., 2009; Reglinski et al., 2010) dolayı yaygın şekilde kullanılmıştır.

6.7.1.10. Üzüm Örneklerinde Solunum Hızı Testleri

+4 °C de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları ve solunum hızları Tablo 6.5’de görülmektedir.

Tablo 6.5. +4 C de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları

Örnek	%O ₂ ve %CO ₂ seviyeleri		Solunum hızı		Örnek hacmi (Hesaplama kullanılan) mL
	%O ₂	%CO ₂	(mLO ₂ /kg.24h)	(mLCO ₂ /kg.24h)	
Kontrol	19.0	3.1	17.7	27.45	885
Karvakrol	18.8	3.8	19.69	34.01	895
Nanoemülsiyon	18.7	3.9	20.93	35.49	910

Elde edilen verilere göre 24 saat sonunda solunum hızı en az kontrol grubu olarak belirlenmiştir (17.7 mL O₂/kg.24h). Karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının solunum değerleri birbirine yakın değerlerdedir. Karvakrol ve nanoemülsiyon kaplamaların solunum hızı üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir. Üzüm yavaş solunum yaptığı için kontrol grubunda diğer gruplara kıyasla daha düşük solunum oranı tespit edilmiştir. Sap ayrılınca sap ve meyvenin birleştiği yerlerde doku bütünlüğü bozulduğu için karvakrol ve nanoemülsiyon kaplamaların solunum hızını arttırdığı düşünülmektedir. L. Sánchez-González et al. (2011)’e

göre, HPMC gibi filmlerde depolama süresince anaerobik solunum da gelişmiş olabileceği vurgulanmaktadır. Film bileşenleri arasındaki farklı etkileşimler, antimikrobiyal içeren filmlerin özelliklerinde değişime sebep olmaktadır.

Bergamut yağı içeren HPMC filmler ile Muscatel tipi üzümleri kaplayan L. Sánchez-González et al. (2011), tez çalışması sonuçlarına benzer şekilde, depolamanın ilk 8 gününden sonra filmler modifiye atmosfer etkisini kaybetmiştir; bunu da filmin hidrasyonu ve gaz bariyer etkisinin kaybına bağlamışlardır (L. Sánchez-González et al., 2011). L. Sánchez-González et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada da depolama sonunda solunum değerleri kaplama yapılan gruplarda ($16.4 \text{ mgkg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) tez çalışmasına yakın değerlerdir.

Genel olarak, esansiyel yağ veya hidrofobik özelliklere sahip bir lipitin eklenmesi, HPMC filmin su buharı geçirgenliğinin azalmasına neden olması beklenmektedir. Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde aljinat-elma püresi filmlerinde bulunan kekik, karvakrol, limon otu, limon ve tarçın yağlarında su buharı geçirgenliğinin değerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir (Rojas-Grau et al., 2007). Klangmuang, and Sothornvit (2016) tarafından yapılan çalışmada da zencefil esansiyel yağı HPMC bazlı nanokompozit filmlerin su buharı geçirgenliğinin değerini azalmamıştır. Bu, HPMC esaslı nanokompozit filmlerde esansiyel yağ eklenmesinin su bariyerini geliştirmediğini göstermektedir. Yazara göre zencefil esansiyel yağı, bu çalışmada su bariyeri yerine plastikleştirici olarak hareket etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan farklı olarak; Nonsee (2011), enkapsüle formda %0.5 karanfil yağı içeren HPMC filmin su buharı geçirgenliği değerinin, kontrol filmine oranla az olduğunu belirlemişlerdir.

6.7.1.11. Üzüm Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Kekik ve nanoemülsiyon formda kekik esansiyel yağı içeren çözeltilerden elde edilen HPMC film uygulanmış üzüm örneklerine depolamanın 0. ve 21. gününde, aydınlatılması ve havalandırılması uygun bir odada 10 kişilik bir panelist grubu ile duyusal analiz yapılmıştır. Örneklerin analiz sonuçları Tablo 6.6'da görülmektedir. Örnekler panelistlere içeriği hakkında bilgilendirilmeden sunulmuş, değerlendirme esnasında her bir örnek arasında ağızda kalan tadı gidermek için su kullanılmıştır. Üzüm örneklerinin görünüş, yapı, tat, renk bakımından

değerlendirilmesinde 9'lu hedonik skala (1: Çok kötü, 2-3: Kötü, 4-5: Orta, 6-7: İyi, 8-9: Çok iyi) uygulanmıştır. Örneklerin ortalama değeri 5'in üzerine çıkarsa, örnekler kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir.

Tablo 6.6. Üzüm örneklerinin 0. ve 21 günde elde edilen duyu analizi sonuçları

Grup	Renk 0. Gün	Renk 21. Gün	Koku 0. Gün	Koku 21. Gün	Görünüş 0. Gün	Görünüş 21. Gün	Yapı 0. Gün	Yapı 21. Gün	Genel Değer. 0. Gün	Genel Değer. 21. Gün
Kontrol	7,20±0,79 ^a	5,20±0,79 ^a	7,50±1,43 ^a	5,50±1,27 ^a	6,80±0,79 ^a	5,30±0,95 ^a	7,10±0,99 ^a	5,20±1,37 ^a	7,40±1,07 ^a	5,70±0,48 ^a
Karvakrol	7,60±1,43 ^a	5,60±1,17 ^a	7,20±0,92 ^a	5,80±1,03 ^a	7,60±0,97 ^a	5,80±0,92 ^a	7,70±1,49 ^a	5,40±0,70 ^a	7,30±1,16 ^a	6,20±1,23 ^a
Nanoemülsiyon	7,70±0,95 ^a	5,80±0,92 ^a	4,90±0,88 ^b	4,90±0,88 ^a	6,10±1,66 ^a	5,80±1,40 ^a	6,00±1,15 ^b	5,30±1,49 ^a	6,30±1,06 ^b	6,00±0,67 ^a

*: Ortalama ± standart hata (n=10)

a, b: Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Kontrol:Kaplama uygulanmayan çilek grubu

Karvakrol:HPMC film içinde %2 karvakrol içeren kaplama uygulanmış örnek grubu

Nanoemülsiyon:HPMC film içinde %2 Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren kaplama uygulanmış örnek grubu

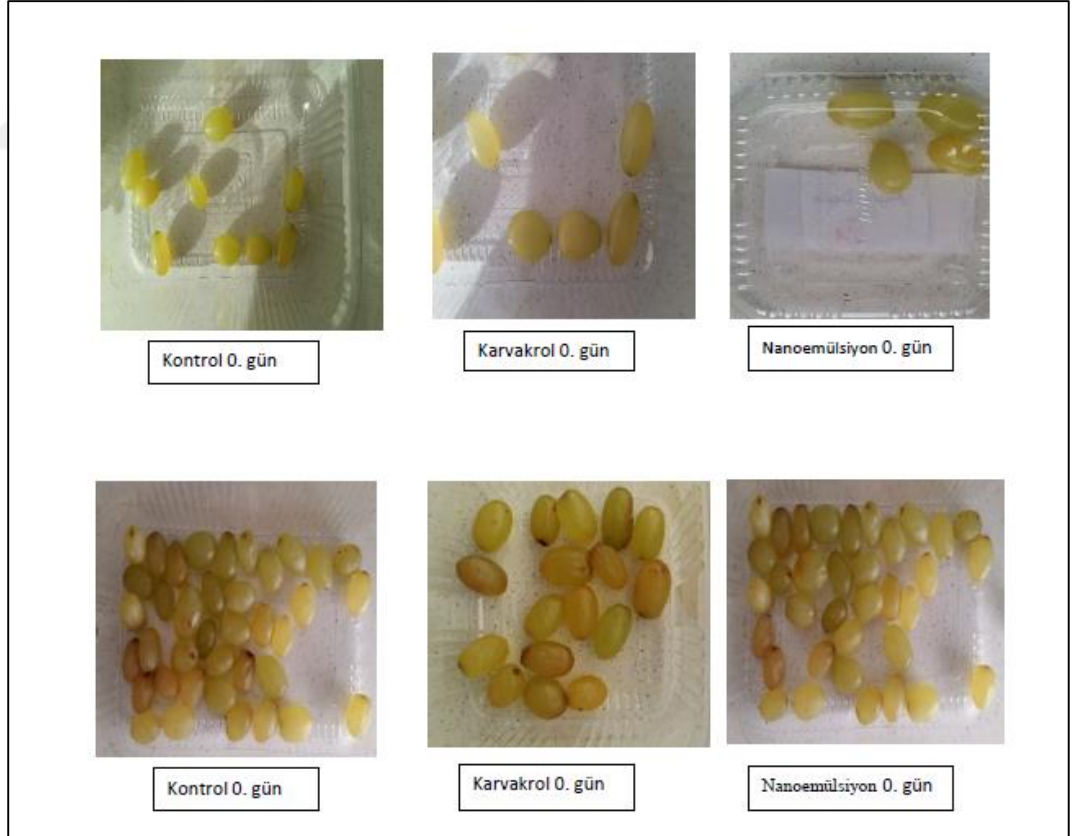
Renk bakımından kontrol grubu ve %2 (v/w) karvakrol ve %2 (v/w) nanoemülsiyon formda karvakrol esansiyel yağını birlikte içeren çözeltiden elde edilen HPMC film uygulama; kaplanan gruplarda parlak görüntü oluşturmuştur. 0. gün ve 21. günde grupların ortalama puanları birbirine yakın değerlerdedir ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Depolamanın 21. gününde kaplamanın parlaklık etkisini yitirdiği, grupların aldıkları ortalama puanların azalma gösterdiği belirlenmiştir. Doku ve renk değişimine bağlı olarak, ürünlerin depolama sonunda kabul edilebilirliklerinin azaldığı düşünülmektedir.

Depolamanın ilk gününde nanoemülsiyon formda karvakrol içeren grupta koku beğenilmemiştir. Nanoemülsiyon içeren kaplamanın puanı diğer iki gruptan daha düşük olup; istatistiksel olarak da farklı bulunmuştur (p<0.05). Depolamanın 21. gününde panelistlerin koku yönünden beğenilerinin azaldığı saptanmıştır. Kontrol ve kaplama yapılan gruplarda panelistler tarafından verilen puan bakımından 21. günde istatistiki olarak önemli seviyede fark bulunmamıştır (p>0.05).

Görünüş bakımından, kontrol grubu, karvakrol ile nanoemülsiyon formda karvakrol esansiyel yağını birlikte içeren çözeltiden elde edilen HPMC film

uygulama grupları karşılaştırıldığında; 0. günde en düşük puanı nanoemülsiyon grubunun (6.10 ± 1.66) aldığı saptanmıştır. Kontrol grubu ve kaplama uygulanan gruplar arasındaki fark 0. günde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolamanın 21. gününde ise panelistlerin grupların görünüşüne verdiği puanlar 0. güne göre azalmıştır. 21. günde grupların arasındaki puan farkı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Yapı bakımından, 0. günde kontrol ve saf karvakrol içeren kaplama grupları sırasıyla 7.10 ± 0.99 ve 7.70 ± 1.49 puan alırken; nanoemülsiyon grubu 6.00 ± 1.15 puan almıştır. Nanoemülsiyon grubu ile diğer 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın 21. gününde tüm grupların yapıya ilişkin puanları birbirine yakın değerdedir. Ancak ilk güne göre puan kaybı en fazla kontrol ve karvakrol grubunda olmuştur. 21. günde grupların arasındaki puan farkı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).



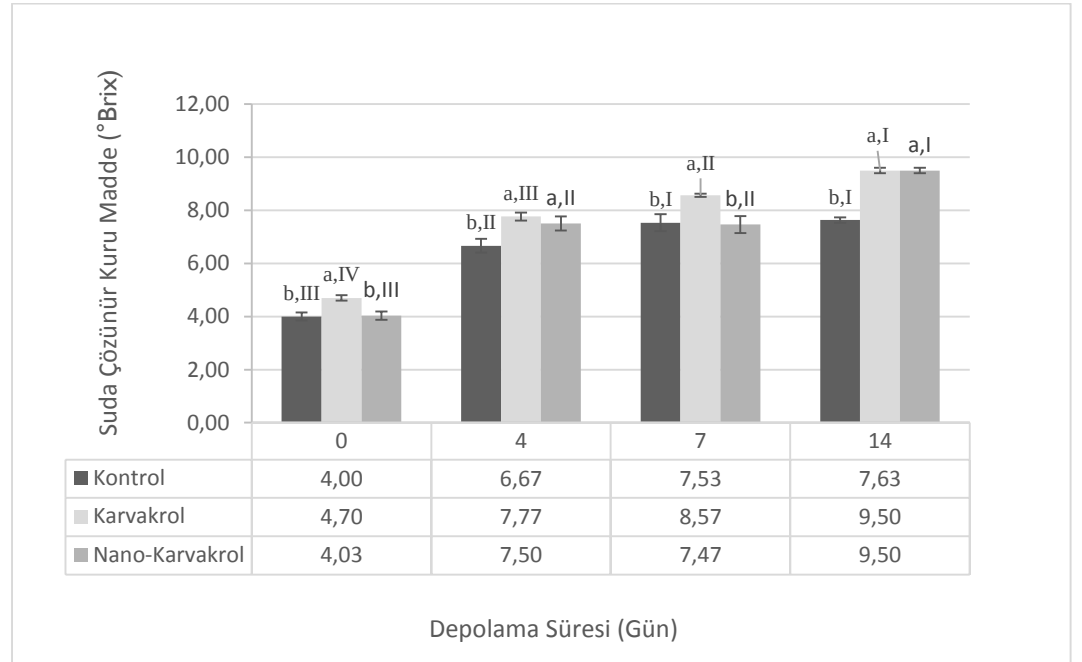
Şekil 6.22. Depolamanın 0. ve 14. Gününde üzüm grupları

Genel değerlendirmede, depolamanın 0. günde nanoemülsiyon grubu panelistlerden en düşük puanı almıştır. 0. günde nanoemülsiyon grubu ile diğer gruplar arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 21. günde tüm grupların genel değerlendirme ortalama puanları azalmıştır. En fazla azalma kontrol grubunda saptanmıştır. 21. günde tüm grupların ortalama puanları birbirine yakın olup, puanlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

6.7.2. Çilek Örneklerinin Depolama Boyunca İncelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

6.7.2.1. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri ⁰ Briks cinsinden ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.23’de, değerlerde gerçekleştirilen istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 2’de gösterilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.23. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin SÇKM değerlerinde değişimler

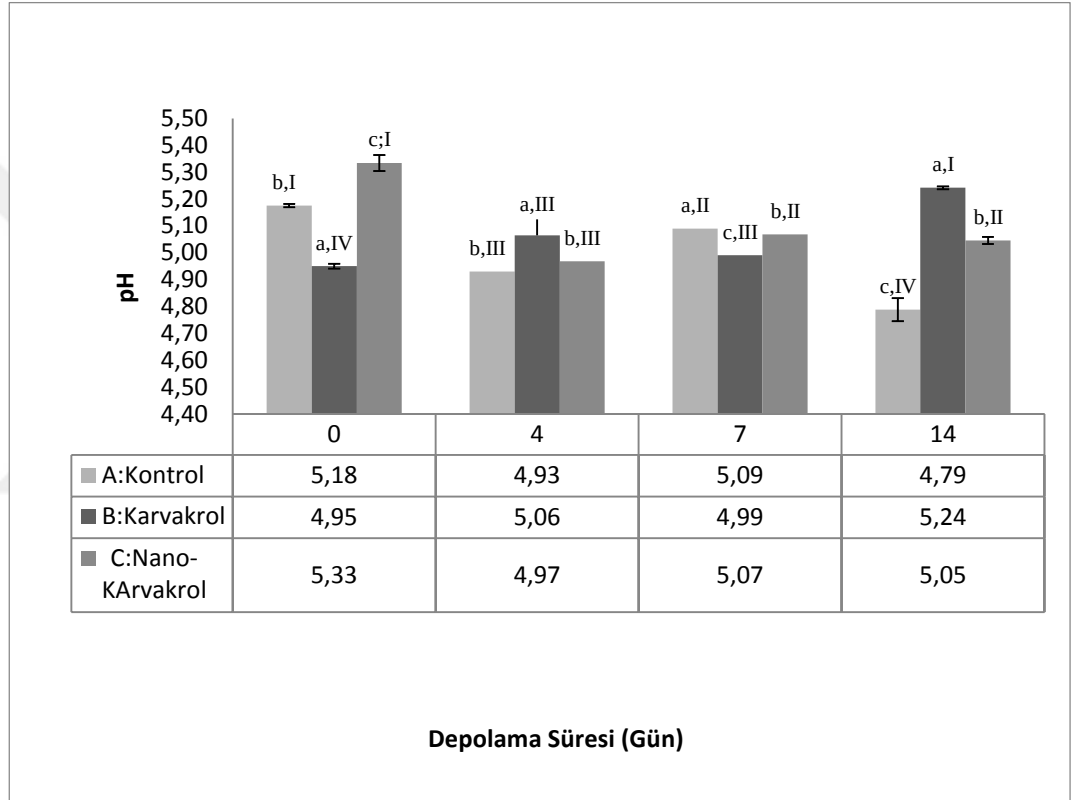
Depolamanın 0. gününde tüm grupların SÇKM değerleri birbirine yakın bulunmuştur. karvakrol grubu diğer gruplara göre daha yüksek değerdedir. Kontrol ve karvakrol grupları istatistiksel olarak farklı değildir ($p>0.05$), karvakrol grubu ise diğerlerinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Depolamanın 4. ve 7. günlerinde de grupların SÇKM değerleri artmaya devam etmiştir. Depolamanın son gününde ise kontrol grubunun SÇKM değeri, HPMC ile kaplanan gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Kontrol grubu ile karvakrol ve nanoemülsiyon grupları arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0.05$). Kontrol ve nanoemülsiyon grubu örneklerde depolamanın 0. ve 4. gündeki SÇKM değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). karvakrol grubu örneklerde 0. ve 7. günde SÇKM değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Silva et al. (2011, 2013) te de $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sonunda SÇKM değerlerinin arttığı belirtilmektedir. Başka bir çalışmada karvakrol ve metil-sinamon esansiyel yağlarını içeren çilek püresi filmle kaplanan, 10°C 'da 80–90% nemde 10 gün depolanan çilek örneklerinin SÇKM değerleri artış gösterirken, kontrol grubunda belirgin değişiklik olmamıştır (Peretto et al., 2014). Atress et al. (2010) ise yaptıkları çalışmada soya ve buğday protein izolatu kullanarak oluşturdukları filmi, timol ve kalsiyum klorit ile zenginleştirmişlerdir. Timol içeren ve kaplama uygulanan çilek örneklerinde ve kontrol grubu örneklerde SÇKM depolama başlangıcına göre azalmıştır. SÇKM değerlerindeki azalmanın solunum sürecinden dolayı olabileceği rapor edilmiştir.

6.7.2.2. pH Tayini

Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin pH değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.24'de, gerçekleştirilen istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2'de gösterilmiştir. Uygulama sonrası başlangıç pH değeri nanoemülsiyon grubu örnekte 5.18 ile en yüksek değeri alırken, kontrol ve karvakrol grubu örneklerin pH değerleri sırasıyla 4.95 ve 5.33 olarak bulunmuştur. Depolamanın 4. gününde karvakrol grubunun pH değerleri artmaya devam ederken, kontrol grubu ve C gruplarına ait örneklerin pH değerleri azalmıştır. Örneklerin pH değerlerinde 14

günlük depolama boyunca değişimler görülürken, karvakrol grubunun pH değerlerinin başlangıca göre arttığı saptanmıştır, bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süresince başlangıca göre en fazla pH değişimi %7,52 artış ile kontrol grubuna ait örneklerde görülmüştür. Bununla birlikte 4. gün dışında tüm grupların pH değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Varyasyonlardan dolayı grupların kendi içinde de değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

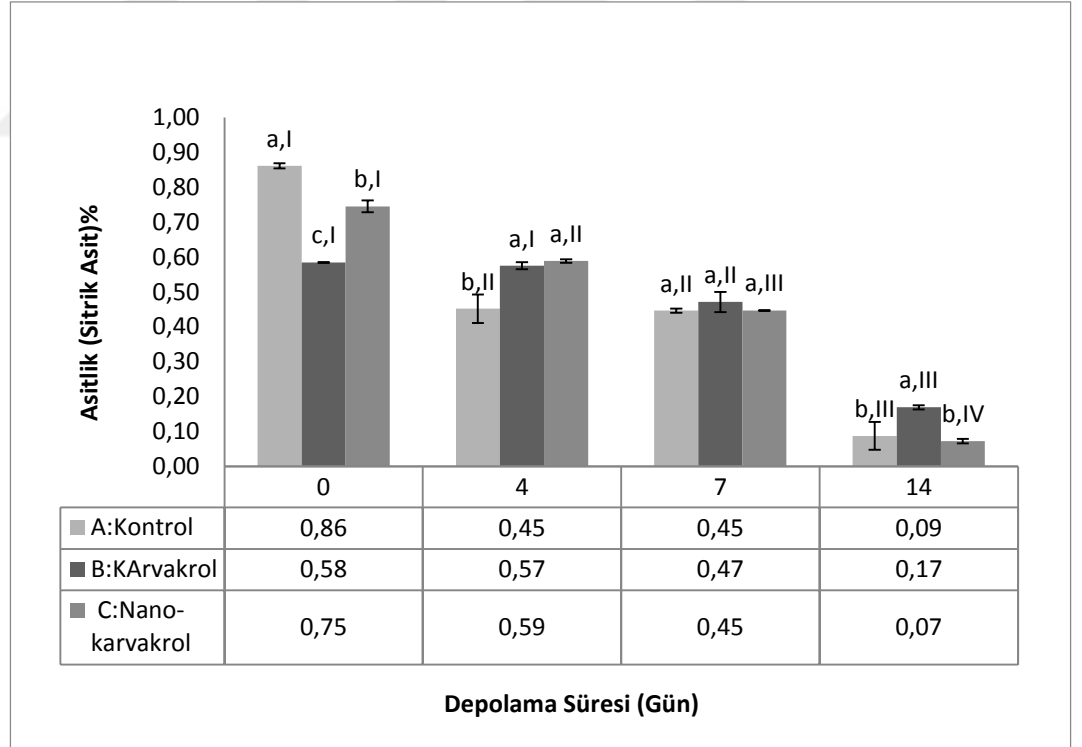
Şekil 6.24. +4°C’da depolanan çilek örneklerinde pH değerleri

Silva et al. (2011), tarafından yapılan çalışmada elde edilen pH değişimleri ile çalışmamızda saptanan değişimler uyum göstermektedir. Bu çalışmada meyvenin olgunlaşma sürecinde çileklerde 6. gün sonunda pH değerinin arttığını belirlemişlerdir. Ancak Silva et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada ölçülen pH değerleri, tez çalışmamızda elde edilen değerlerden düşüktür. Garcı’a et

al.(2008)'de 0 °C'da 28 gün depolanan plastikleştirici içeren nişasta bazlı filmle kaplanan çilek örneklerinde de pH değeri hem kontrol hem de kaplama yapılan gruplarda artmıştır. Neeta et al. (2014) karboksimetilselüloz+kitosan ile kaplanan çilek örneklerinde ve kontrol grubunda pH'nın yükseldiğini belirlemişlerdir. Kontrol grubu pH değeri kaplama yapılan gruplardan yüksek bulunmuş ve kaplama işleminin örneklerin pH değerlerinin yükselmesini önlediği ifade edilmiştir.

6.7.2.3. Titrasyon Asitliği

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sitrik asit cinsinden ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.25'de, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2'de gösterilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.25. +4 °C'da depolanan çilek örneklerinde asitlik değerleri

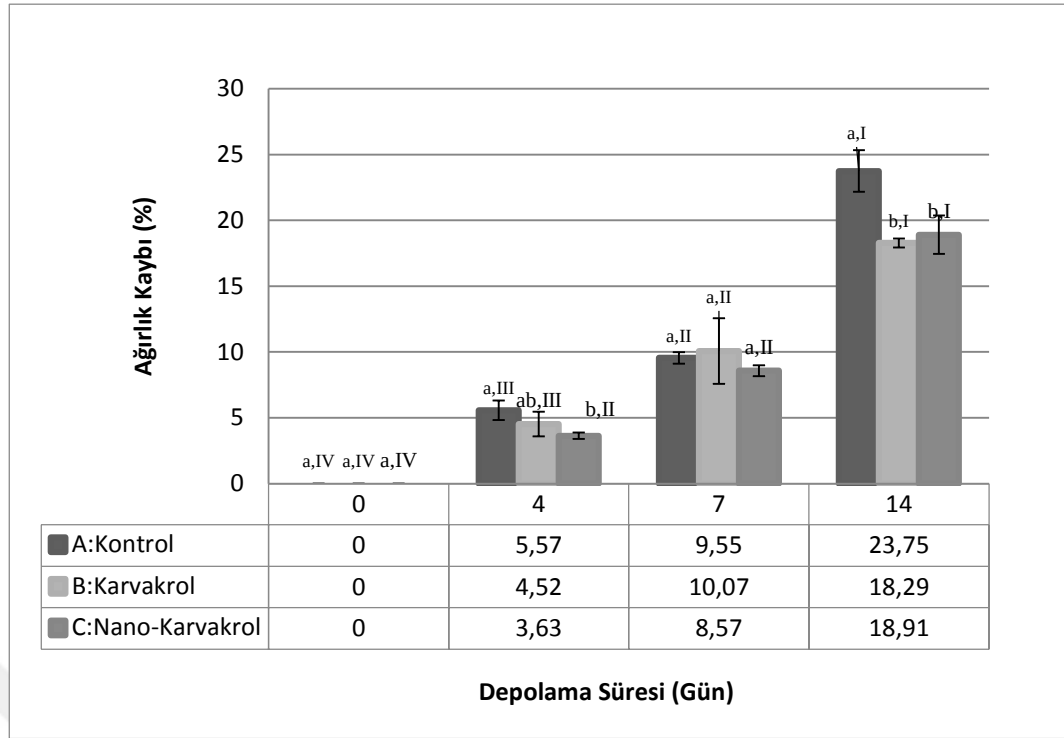
Depolama başlangıcında, çilek örneklerinin titrasyon asitliği değerleri % 0,58 ile % 0,86 arasında olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresince tüm örnek gruplarında titrasyon asitliği değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Depolamanın son gününde kaydedilen değerlerde tüm gruplar için % sitrik asit azalmış ve en fazla değişim (% 89.53) kontrol grubunda görülmüştür.

Kontrol grubu ve C gruplarında depolama süresince grup içi elde edilen asitlik değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). karvakrol grubunda 0 ve 3. günler arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$), ancak 7.günden sonra asitlik değerlerinin azalması nedeni ile 7 ve 14. gün değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan analiz ile tüm grupların titrasyon asitliği ile pH arasında korelasyon saptanmıştır. Elde edilen verilere göre kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının titrasyon asitliği ile pH arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla R:-0.900; 0.617, -0,774 olarak tespit edilmiştir.

Gol et al. (2013), HPMC ve kitosan kullanarak yaptıkları çalışmada, titrasyon asitliğinin tüm gruplarda azaldığını, ancak en az azalmanın HPMC %1 + kitozan %1 kullanılan örneklerde olduğunu belirlemişlerdir. Atress et al. (2010), buğday glueni filmlerde kaplama uygulanan filmlerin asitlik değerlerindeki azalmanın daha yavaş olduğunu kaydetmişlerdir.

6.7.2.4. Ağırlık Kaybı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin ağırlık kaybı değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.26'da, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2'de gösterilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.26. +4°C’da depolanan çilek örneklerinde ağırlık kaybı (%)

Çilek örneklerinde depolama süresince ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir. Kaplama uygulamasının, kontrol grubu örnekler ile karşılaştırıldığında örneklerin ağırlık kaybını azalttığı görülmektedir. 7. günün sonunda en fazla ağırlık kaybı %9.64 ile kontrol grubunda kaydedilmiş, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında ise %7.13 ve %7.48 olarak saptanmıştır. Yapılan analiz ile tüm rupların SÇKM değerleri ile ağırlık kayıpları arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Elde edilen verilere göre kontrol, karvakrol, nanoemülsiyon gruplarının SÇKM değerleri ile ağırlık kayıpları arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla R:-0.924; -0.963, -0,958 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 3. ve 7. günlerinde kontrol grubu, B ve C gruplarından istatistiksel açıdan farklı bulunurken, 14. ve 21. günlerde tüm gruplar arasında %95 güven aralığında fark vardır ($p < 0.05$). Depolama boyunca tüm grupların kendi içindeki ağırlık değişimi istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur.

Depolamanın 4. gününde grupların ağırlık kaybetme yüzdeleri kontrol>karvakrol>nanoemülsiyon olarak belirlenmiştir; gruplar arasındaki fark

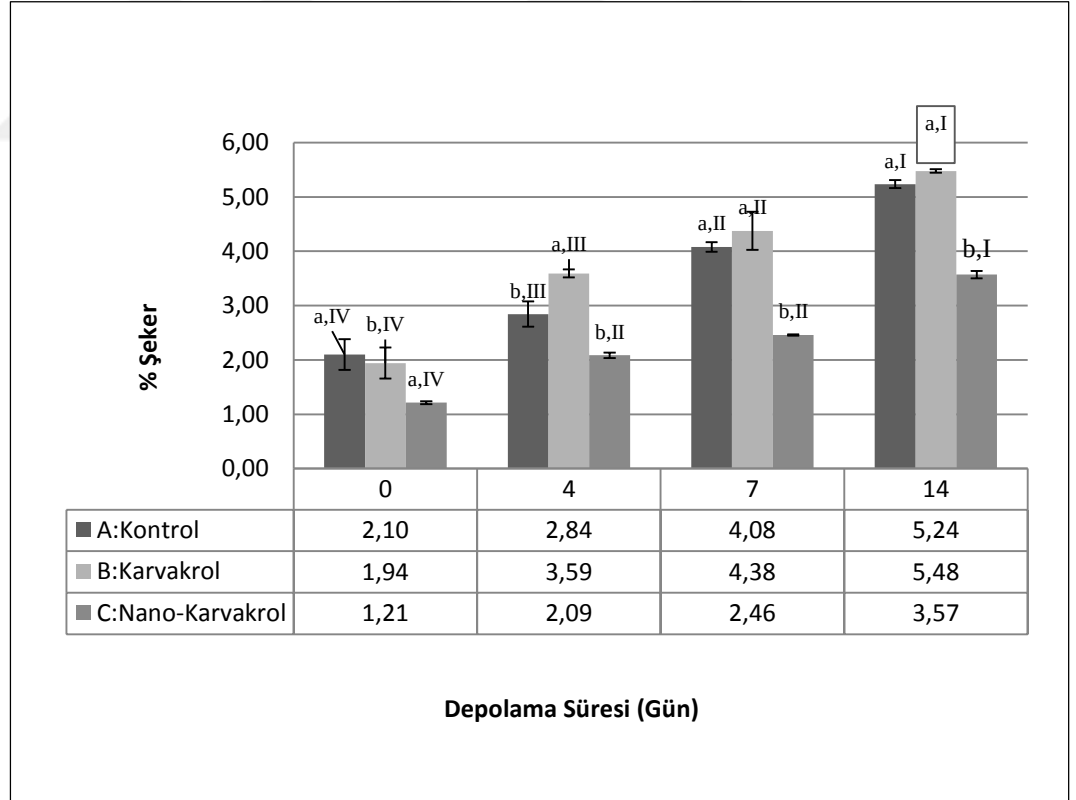
istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 7. günde karvakrol grubunda hızlı azalma dikkat çekmektedir. Ancak 7. günde gruplar arasında istatistiksel farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). 14. günde ise kaplama yapılan gruplarda ağırlık kaybının kontrol grubuna göre daha az olduğu görülmektedir. En az ağırlık kaybının karvakrol grubunda olduğu saptanmıştır. Ağırlık değişimlerinden dolayı grupların kendi içindeki ağırlık kayıpları da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamada kaplama işleminin ağırlık kaybının önlenmesinde etkili olduğu; ancak nanoemülsiyon formda karvakrol içeren nanoemülsiyon grubu kaplamanın karvakrol grubuna oranla etkisinin az olduğu düşünülmektedir.

Guillen et al. (2007) yaptıkları çalışmada, öjenol, timol ve karvakrol kullandıkları çalışmada, 56 gün sonunda en fazla ağırlık kaybını 7.33 ± 0.64 olarak belirlemişlerdir. %10 pullulan film ile kaplanan üzüm örneklerinde ağırlık kaybı %18 olarak saptanmıştır (Eroglu et al., 2014). HPMC %1 + CH %1 ile kaplanan çileklerde 11°C 'da 12 gün depolanan çileklerde ağırlık kaybı 6.89 ± 0.34 olmuştur (Gol et al., 2013). Timol içeren çilek püresi bazlı filmle işlem gören örneklerde ise 10°C 'da 10 günün sonunda %12 olarak saptanmıştır. Bu tez çalışmasına benzer şekilde, Don ve Wang (2017), %3 sarımsak yağı ve %1 karboksimetil selüloz içeren film ile çileklere kaplama uygulaması yapmışlardır. Polipropilen plastik kutularda 20°C 'da %35–40 RH nemde depolanan çileklerde ağırlık kaybı %11.85 olarak saptanmıştır. Don ve Wang'a göre (2017) ortama eklenen esansiyel yağ konsantrasyonunun değişmesi, kaplama maddesinin hidrofilikliğini de değiştirmektedir. Karboksimetilselüloz ile düşük yağ konsantrasyonu arasındaki bir bağlanma, su molekülleri ile etkileşim için hidroksil gruplarının kullanılabilirliğini düşürebilen ve sonuç olarak suya daha dirençli bir kompozit kaplama oluşturan bir çapraz bağ etkisi üretmiş olabileceği düşünülmektedir. Esansiyel yağın konsantrasyonundaki değişim, moleküller arası uzantının değişmesine ve kaplama maddesinin bağ yapısının gevşemesine neden olabilmektedir.

6.7.2.5. Toplam Şeker Miktarı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin toplam şeker miktarı ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.27’de, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2’de gösterilmiştir.

Çilek örneklerinde depolama süresince toplam şeker miktarında artış saptanmıştır. 0. gün örneklerin şeker miktarı %2,12-%1,92 aralığında değişmektedir. En düşük şeker değeri %1.92 ile karvakrol grubunda en yüksek değer ise % 2.11 ile nanoemülsiyon grubunda tespit edilmiştir. 4. Güne karvakrol grubu diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunurken; 7. günde nanoemülsiyon grubu ve diğer gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Depolama sonunda Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının şeker oranları sırasıyla %5.24, %5.48 ve %3.57 olarak tespit edilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 4.27. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin şeker miktarı değişimi

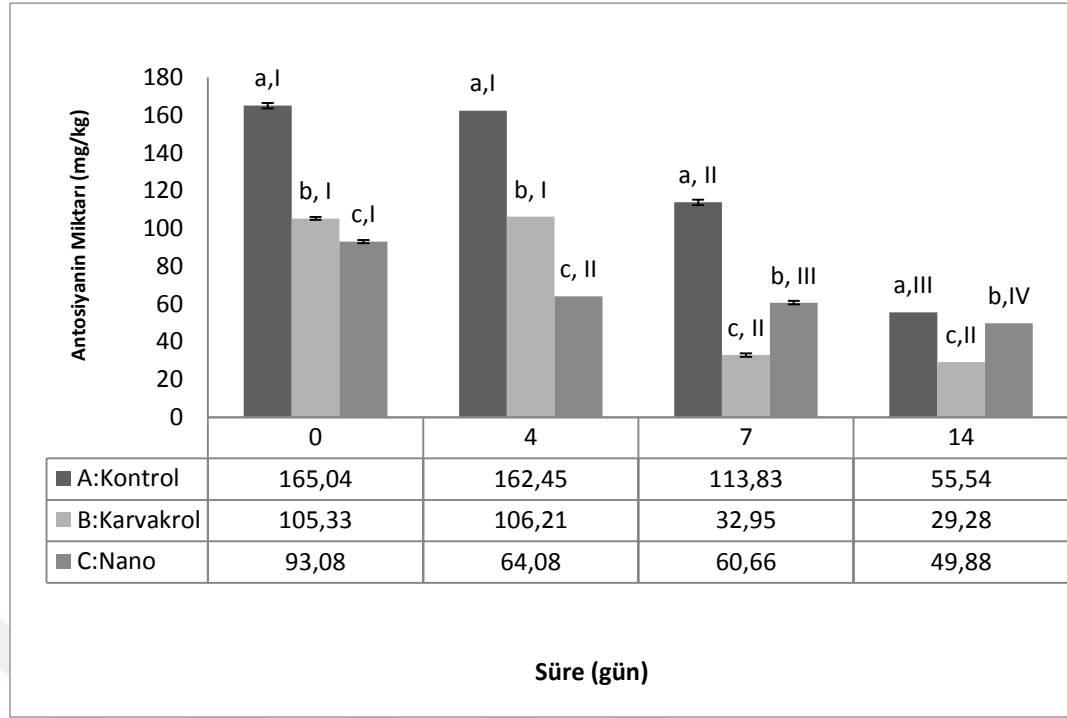
Grupların kendi içindeki değişimler, depolama süresince şeker miktarında artış olduğu için önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Ancak nanoemülsiyon formdaki karvakrolün toplam şeker miktarı değişimine olumlu etkisi saf karvakrol içeren kaplamanın etkisinden daha azdır.

Tanada-Palmu ve Grosso (2005)'de elde edilen sonuçlar ile tez çalışması sonuçları benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada 16 günlük periyodun ardından buğday gluteni ile kaplı olan çilek örneklerinde şeker miktarı 3,67 den 5,57 ye yükselmiştir. Dong ve Wang (2017)' a göre esansiyel yağ içeren kaplama uygulanan meyvelerdeki suda çözünür kuru maddenin artmasının nedeni solunum ve metabolik aktivitenin yavaşlamasıdır. Esansiyel yağ ve hücre membranları arasındaki etkileşimler, meyve metabolik aktivite ve yaşlanmayı etkileyebilir denilmektedir. Atress et al. (2010) yaptıkları çalışmada kaplama işleminin şeker içeriği üzerinde etkili olduğunu, ancak soya proteini kaplı örneklerde şeker içeriğinin azaldığını, bunun solunum yoluyla şeker kaybından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

4.7.2.6. Toplam Antosiyanin Miktarı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin toplam antosiyanin miktarı ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.28'de, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2'de gösterilmiştir.

Depolamanın 0. gününde Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının antosiyanin değerleri sırasıyla 165.037; 105.327 ve 93.085 mg/kg olarak belirlenmiştir. 4. gün analizlerinde kontrol grubu ve karvakrol gruplarında değişim azdır. Ancak nanoemülsiyon grubunun antosiyanin miktarı azalma göstermiştir. 7. günde nanoemülsiyon grubu antosiyanin miktarı artmaktadır; kontrol grubu ve B gruplarında ise azalma saptanmıştır. Depolamanın son gününde ise Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının antosiyanin değerleri başlangıca göre %66.06, %67.52 ve %56.08 oranında azalmıştır.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.28. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin antosiyenin miktarı (mg/kg) değişimi

Depolama günlerinde grupların antosiyenin değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kontrol ve karvakrol gruplarında 0. ve 3. günlerde grup içi değerlerde önemli değişim yoktur ($p > 0.05$). nanoemülsiyon grubunun depolama boyunca antosiyenin değerlerindeki değişim istatistiksel olarak farklıdır. Depolama sonunda nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein ile kaplanan nanoemülsiyon grubu örneklerin antosiyenin değeri, karvakrol içeren karvakrol grubu örneklerden yüksek bulunması, nanoemülsiyon formda karvakrol+zein kaplamanın depolama sırasında antosiyenin oluşumunu desteklediğini göstermektedir.

Tez çalışması sonuçlarına benzer şekilde, Dong ve Wang (2017) tarafından yapılan çalışmada elde edilmiştir. Bu çalışmada sarımsak yağı içeren karboksimetilselüloz kaplamalı çilekler ile kaplama yapılmayan örneklerde antosiyenin miktarı azalmış, kaplamalı örneklerde azalma daha az olmuştur. Dong

ve Wang (2017) ayrıca depolamanın 4. gününde farklı konsantrasyonlarda sarımsak yağı içeren grupların antosiyanin miktarının en yüksek değere ulaştığını, 4. günden sonra tüm grupların antosiyanin değerlerinin azaldığını; bu sonuçların sarımsak yağının karboksimetilselüloza ilave edilmesinin, antosiyanin miktarının değişimi üzerinde geciktirici etkilere sahip olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). Ayrıca, karboksimetilselüloz-sarımsak yağı kaplamasının bir gaz bariyeri gibi davranarak meyvelerin iç atmosferini değiştirdiği ve bunun da antosiyanin sentezine karşı biyokimyasal tepkileri geciktirdiği belirtilmiştir. Han et al. (2004)'e göre $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan kitosan ile kaplı çileklerde, antosiyaninlerin sentezi nedeniyle renk açısı (Hue) azalmıştır. Dolayısıyla, meyve artan saklama süresi ile birlikte daha kırmızı ve daha koyu renkli hale gelmiştir. Kalt et al. (1992)'ye göre de hasattan sonra çilek meyvesinde antosiyanin sentezi, meyvenin görünümünü iyileştirmek için olumlu bir durumdur; bununla birlikte, kırmızı meyve saklama esnasında renk gelişiminin devam etmesi renk kalitesi açısından zararlı olabilir.

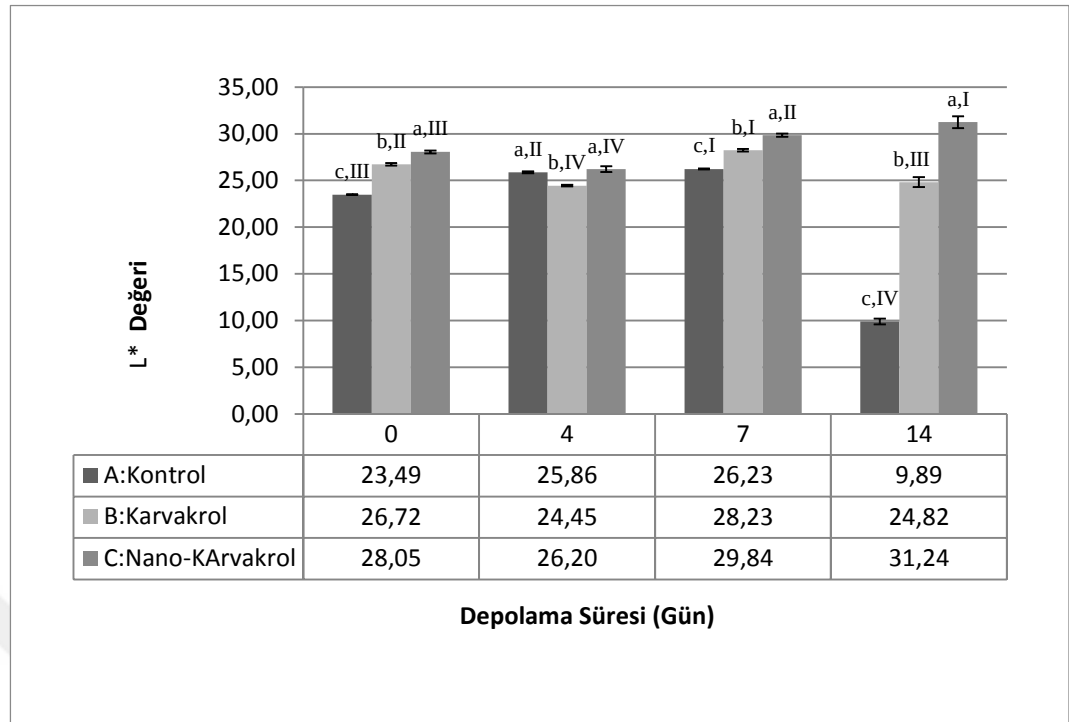
6.7.2.7.Meyve Rengi

6.7.2.7.1. L* değeri

Saf ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin L* değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.29'da, istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 2'de gösterilmiştir.

Tüm örnek gruplarının L* değerleri başlangıçta 23,48 ile 28,05 arasında değişmekte olup ($p<0.05$), en yüksek L* değeri nanoemülsiyon grubu örneklerinde belirlenmiştir. Kontrol grubu dışındaki tüm grupların kaplanması ardından ölçümlerin gerçekleştirilmesi yüzey parlaklıklarının birbirine yakın bulunmasına ve böylelikle birbirine yakın başlangıç değerleri elde edilmesine neden olmuştur.

Depolama süresi boyunca tüm örnek gruplarında değerler dalgalı bir seyir izlemiş, depolamanın son ayında tüm gruplar için farklı oranlarda değişimler saptanmıştır. Grupların dış yüzeylerinde sıcaklık, ortam nemi gibi farklı koşullarda oluşan değişik tepkimeler, ayrıca bir örneğin ölçüm yapılan noktaları arasındaki farklılıkların, bu değişken sonuçlara neden olduğu düşünülmektedir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.29. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin L* değişimi

Depolama sonunda L* değerinde başlangıca göre en fazla değişim kontrol grubunda (% 57.92) tespit edilirken, başlangıca göre en az değişim nanoemülsiyon grubunda (% 11.37) kaydedilmiştir.

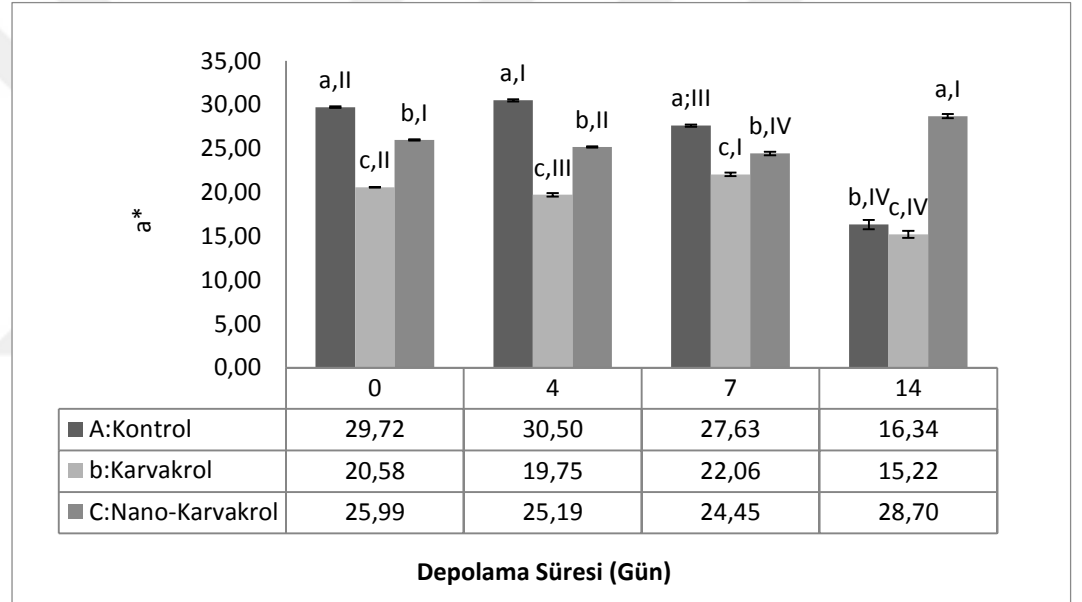
Örneklere uygulanan kaplama işleminin örneklerin dış yüzey parlaklıklarını muhafaza etmesine yardımcı olduğu düşünülebilir. Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren kaplama ise L* değerinin korunmasında en iyi etkiyi göstermiştir. Bu etkinin, kaplama çözeltisine eklenen nanoemülsiyonun beyaz-opak renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Guerreiro et al. (2015) sitral içeren aljinat ve pektin kaplama uyguladıkları çilek örneklerinde, tez çalışmasına benzer şekilde Al %1 + Sitral % 0.15 + öjenol % 0.1 içeren grupta L* değerinde 14. günde artış görülmüştür. Valenzuela et al. (2015), ayçiçek yağı içeren kinoa+kitosan çoklu kaplamasının, 14 günlük 0 °C depolamada kaplamanın renk L* değerine olumlu etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Fan et al. (2009) da ise laurik asit içeren alginat kaplama ile kaplanan çilek

örneklerinde depolama başlangıcına göre L* aydınlık değeri azalmıştır. Benzer şekilde timol içeren soya protein kaplamaların da çileğin L* değeri üzerine 0 °C de 15 günlük depolamada kontrol örneklerine oranla olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak depolama sonunda tüm grupların L* değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

6.7.2.7.2. a* Değeri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin a* değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.30'da, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2'de gösterilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.30. +4 °C'da depolanan çilek örneklerinin a* değişimi

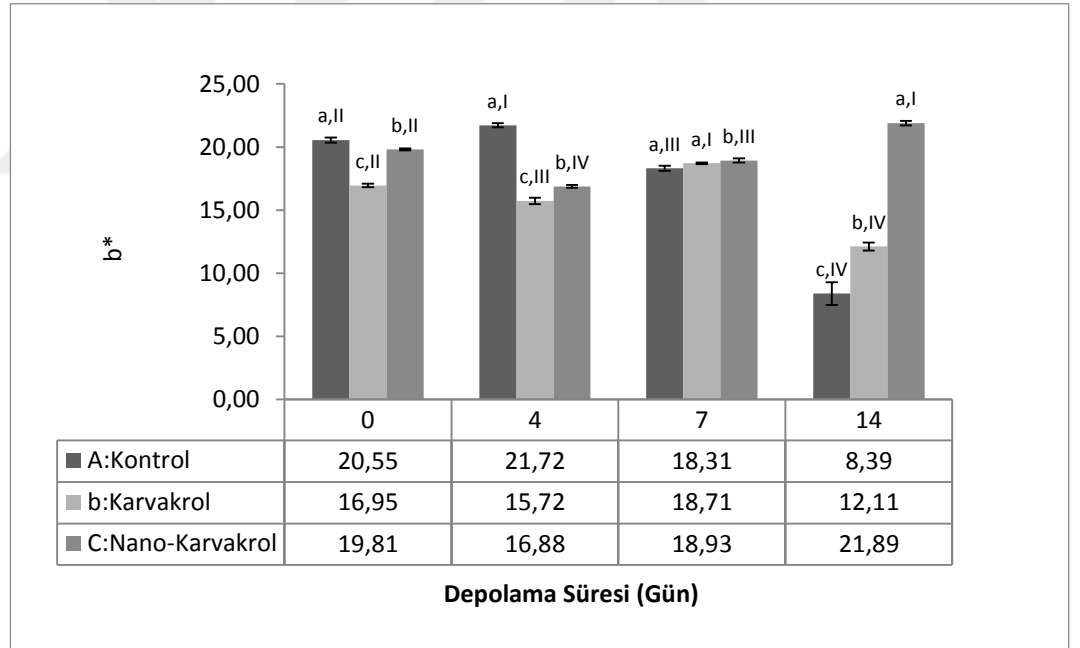
Kaplama uygulanması sonrasında çilek örneklerinin a* değerlerinin 20,56 ile 29,75 arasında değiştiği belirlenmiş ($p < 0.05$) ve en yüksek kırmızılık değerinin kontrol grubunda olduğu saptanmıştır. Depolama süresince kontrol grubu ve B gruplarının a* değerlerinin azaldığı, nanoemülsiyon grubunda ise a* değerinde artış olduğu belirlenmiştir. 14. günde ise başlangıç değerine göre kontrol grubu ve B gruplarının a* değerleri sırasıyla %45.75 ve %25.34 azalmış; nanoemülsiyon grubunda a* değeri % 9.96 oranında artmıştır. nanoemülsiyon grubunun a*

değerindeki artış, 7. günde nanoemülsiyon grubunda görülen antosiyanin miktarındaki artış ile örtüşmektedir.

6.7.2.7.3. b* değeri

Saf ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin b* değerleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.31’de, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2’de gösterilmiştir.

Kaplama uygulanması sonrasında ölçülen değerlere bakıldığında, en düşük değer kaplama yapılan karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında tespit edilmiştir (16.95 ve 19.81) 14. günde ise 0. güne göre kontrol ve karvakrol gruplarının b* değerleri sırasıyla % 60.99 ve % 27.91 oranında azalmış; nanoemülsiyon grubu b* değerleri ise % 10.14 oranında artmıştır. Tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan fark olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).



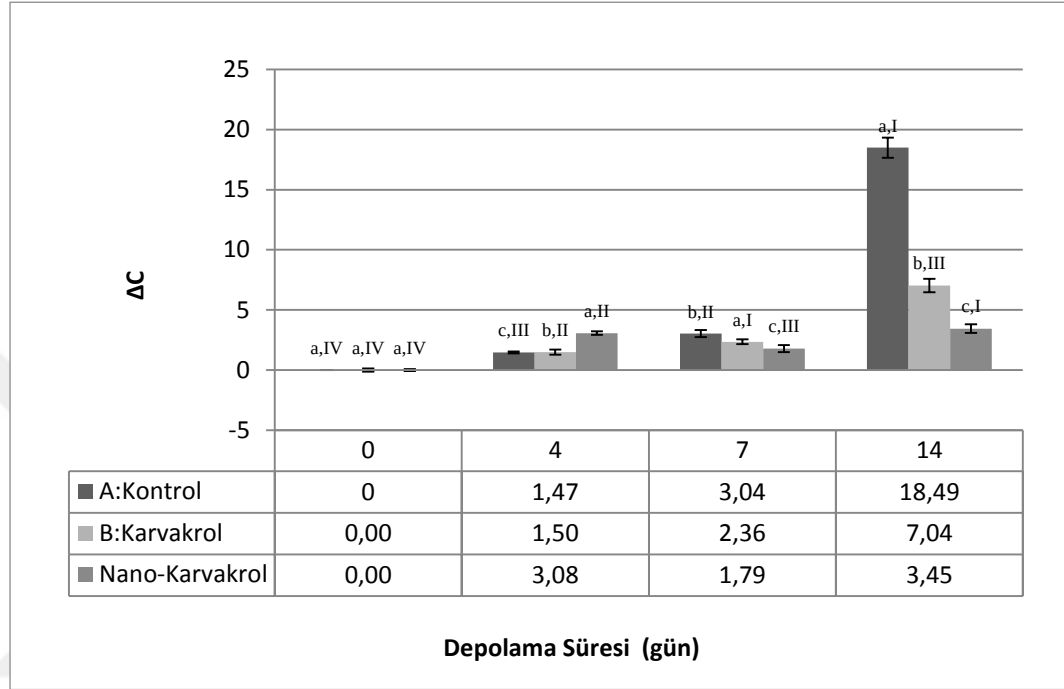
* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir

** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.31. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin b* değişimi

6.7.2.7.4. ΔE^* ve ΔC^* Değeri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin ΔC^* değerleri Şekil 6.32’de, istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 2’de gösterilmiştir.



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

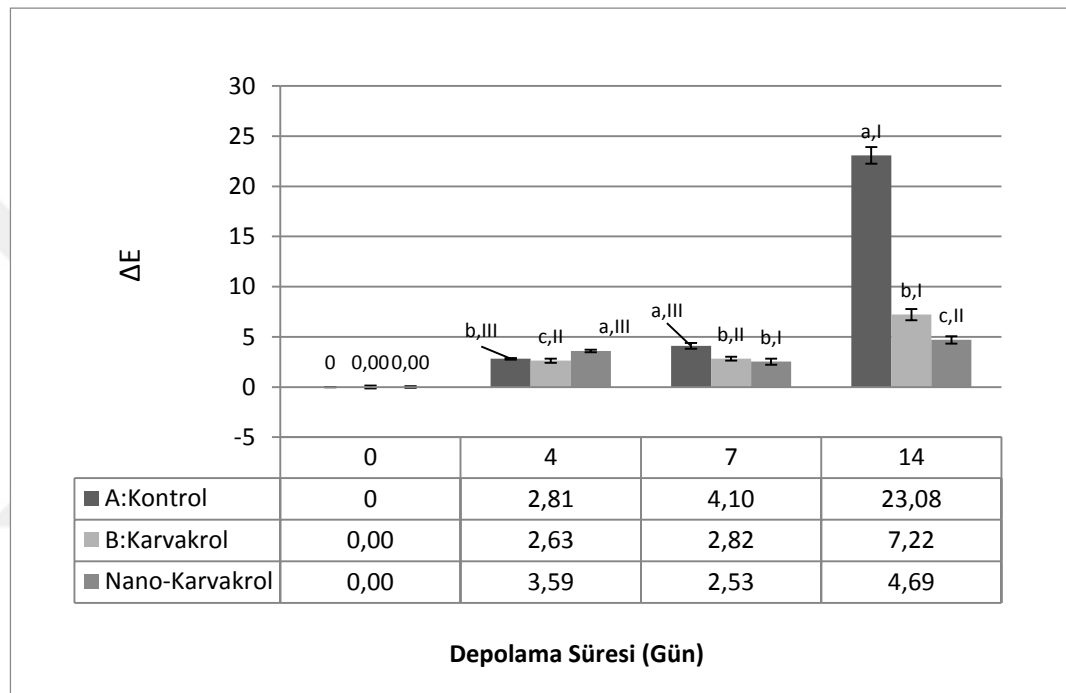
** I,II... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.32. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin ΔC^* değişimi

Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının ΔC^* değerlerindeki değişim sırasıyla 18.49; 7.04 ve 3.45 olarak belirlenmiştir. Tüm gruplar için depolama süresinde ΔC^* değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kaplama uygulanan Karvakrol ve Nanoemülsiyon gruplarının ΔC^* değerindeki değişim, kontrol grubuna göre daha azdır. Nanoemülsiyon grubunda ΔC^* değerindeki değişimin az olmasının, nanoemülsiyonun renk değişimine olumlu etkisi olarak düşünülmektedir. Depolama süresince grupların kendi içinde ΔC^* değerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının ΔE^* değerlerindeki değişim sırasıyla 23.08; 7.22 ve 4.69 olarak belirlenmiştir. Tüm gruplar için depolama süresinde ΔE^* değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol grubu ve karvakrol, nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein ile kaplanan çilek gruplarında ΔC^* ve ΔE^* değerleri depolama süresince değişim göstermiştir. Kontrol grubu ΔE değerleri, depolamanın 3. gününden itibaren artış göstermiştir. Kontrol grubundaki değerlerdeki değişim istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). B ve C gruplarında ΔE^* değerleri depolama süresince artmıştır. Değerlerdeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** i,ii... aynı satırda işlemlerin $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

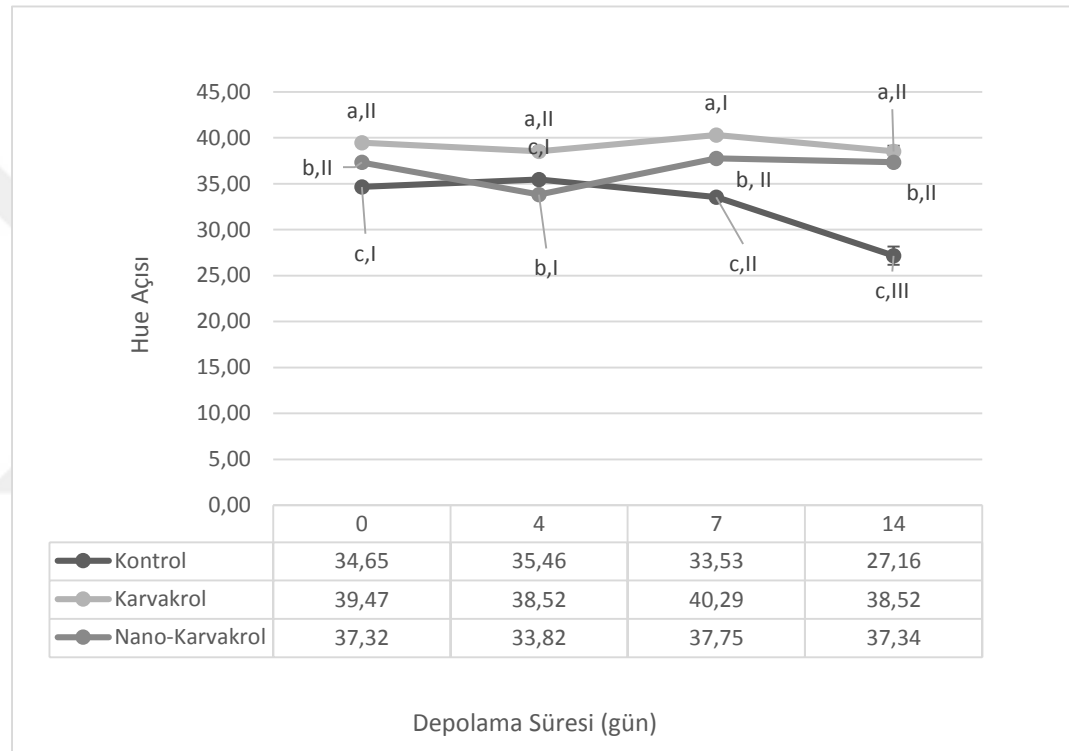
Şekil 6.33. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin ΔE^* değişimi

Valenzuela et al. (2015) çilekleri kitosan ile kapladıkları çalışmada da ΔC^* değerinin depolama süresince dar bir aralıkta azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. ΔC^* değerinin azalması, renklerde daha az bir değişime işaret eder ve çilek yüzeyinin renk açısı koyulaşması, meyve yaşlanmasına özgü oksidatif esmerleşme reaksiyonlarının karakteristiği olarak yorumlanmıştır. Atress et al. (2010) yaptıkları çalışmada timol içeren soya proteini kaplamaların çileklerin ΔC^* değerlerinde depolamanın 9. gününe kadar artma kalan 6 günde de azalma saptamışlardır. Colla et al. (2006)’ya göre de kaplama uygulanan gruplardaki kroma değişiminin kontrol

grubuna göre daha az olmasının, kaplamanın meyve yaşlanması üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir.

6.7.2.7.5. Hue Açısı

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin hue açısı Şekil 6.34’de, istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 2’de gösterilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

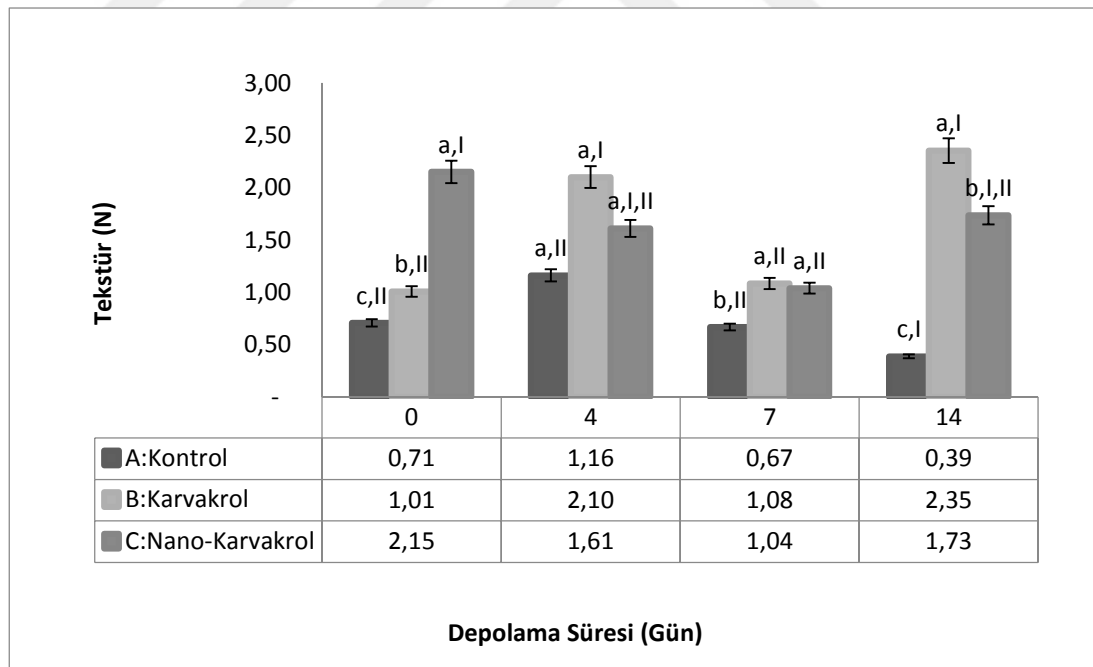
Şekil 6.34. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin Hue açısı değişimi

Valenzuela et al. (2015) yaptıkları çalışmada, kinoa proteini+kitosan kaplamanın 15 günlük depolama boyunca çileklerin rengini etkilemediğini belirtmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise emülsiyon haline getirilmiş film uygulamasının renk değişikliklerine neden olabileceği ve kaplanmış meyvelerin opaklığını arttırdığından bahsedilmektedir. Çileklerin 15. depolama gününde kroma ve hue açısı değerleri başangıca göre azalmıştır. Kroma değerinin azalması, canlı renklerde bir değişime işaret eder ve çilek derisinin koyulaşması, meyve

yaşlanmasında tipik olan oksidatif esmerleşme reaksiyonlarının karakteristiğidir (Vargas, 2006; Valenzuela, 2015). Kitosan ile kaplanan çilek örneklerinde, istatistiksel olarak farklı olmamasına rağmen ($p > 0.05$), hue açısı, çileğin kırmızı rengine katkıda bulunan pigment olan antosiyaninlerin sentezi nedeniyle depolama esnasında azalmıştır. Dolayısıyla, meyve artan saklama süresiyle birlikte daha kırmızı ve daha koyu hale gelmiştir (Han et al., 2004). Guerreiro et al. (2015) de ise, tez çalışmamızın sonuçlarından farklı olarak, oleik asit içeren pektin kaplamaların 14 günlük depolamada çileğin hue açısı değeri üzerinde kontrol örneklerine kıyasla farklılık yaratmadığını belirlemişlerdir.

6.7.2.8. Tekstür Analizi

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplanmamış örneklerin dış yüzeylerinde ölçülen, tekstür değerleri Şekil 6.35’de, istatistiksel analiz sonuçları ise Ek 2’de belirtilmiştir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I,II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.35. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin tekstür değerlerindeki değişim (N)

Depolama başlangıcında Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının başlangıç doku sertliği değerleri sırasıyla 0.71 ± 0.17 ; 1.01 ± 0.15 ve 2.15 ± 0.31 N olarak saptanmıştır.

Depolama sonunda doku sertliği değerinde en fazla azalma %32 oranla nanoemülsiyon grubunda takiben %45 oranında kontrol grubunda saptanmıştır. Doku sertliği değeri değişimleri grupların kendi içinde ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur.

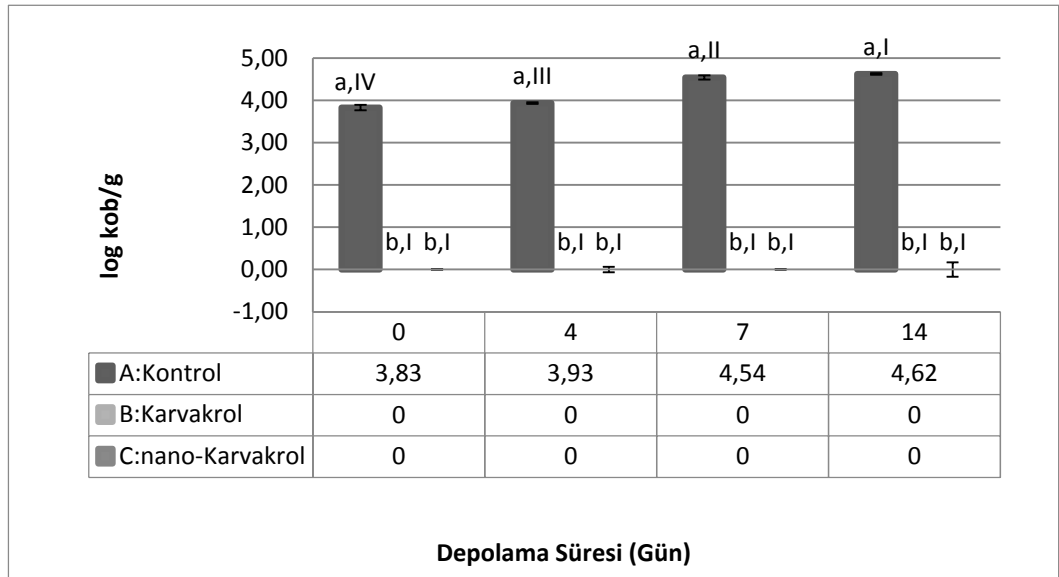
Han et al (2004) kitozan kullanarak kapladıkları çileklerde, 2°C ve 88% bağıl nemde depolama sonunda doku sertliğinde azalma tespit etmişlerdir. Timol içeren soya ve buğday gluteni filmi ile kaplanan çileklerde doku sertliğinde başlangıca göre en fazla azalma 6. gün sonunda kontrol örneklerinde görülürken; Kalsiyum ve gluten içeren filmlerde doku sertliği kaybı en az olmuştur (Amal et al, 2010).

6.7.2.9. Mikrobiyolojik Analizler

6.7.2.9.1. Mikrobiyolojik Depolama Analizleri

Saf halde ve nanoemülsiyon halinde karvakrol içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin aerobik mezofilik sayıları ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.36'da, istatistiksel analizlerin sonuçları Ek 2'de gösterilmiştir.

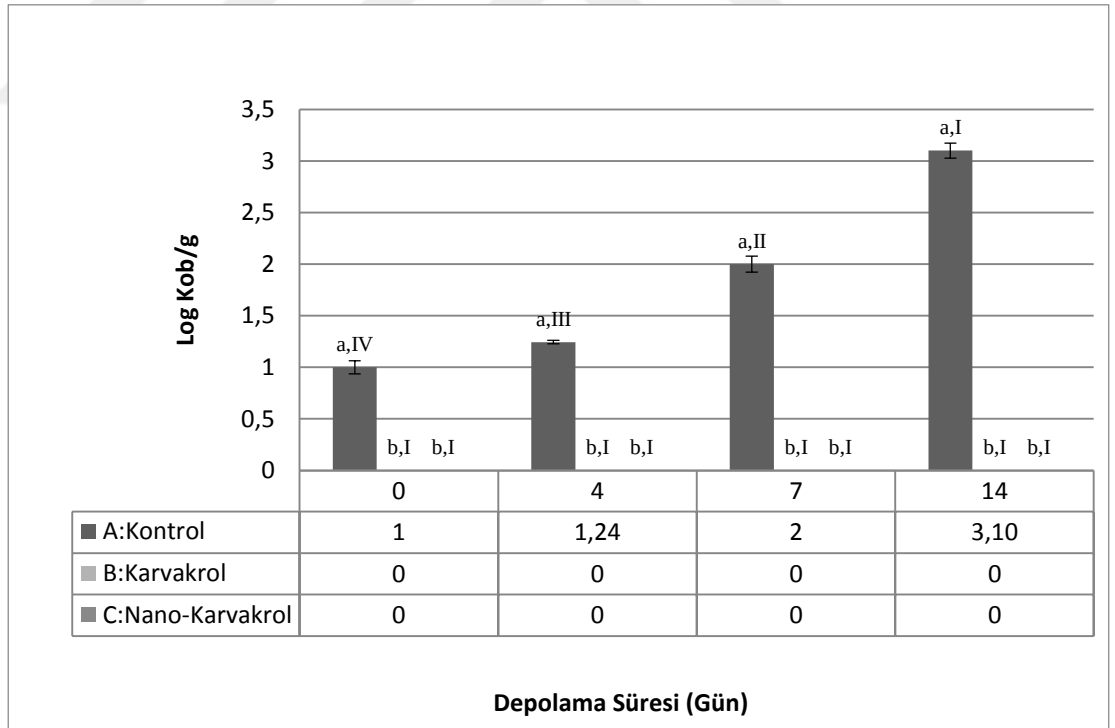
Distile su ile yıkama sonrası çileklerin mikroorganizma yükü 4.32 ± 0.07 log kob/g bulunmuştur. Depolamanın 0. gününde kontrol grubu örneklerde aerobik mezofilik bakteri sayısı 3.83 ± 0.06 Log kob/g olarak bulunurken, karvakrol ve nanoemülsiyon grubu örneklerde herhangi bir gelişme görülmemiştir. Depolama boyunca kontrol grubu örneklerde mikroorganizma yükü artmaya devam etmiştir. Depolama süresince aerobik mezofilik bakteri sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon grupları aerobik mezofilik bakteri sayısında gelişme görülmemiştir ($p > 0.05$). Nanoemülsiyon formdaki ve saf haldeki karvakrolün, depolama süresince çileklerin aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerinde etkili olduğu görülmektedir.



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I, II,... aynı satırda işlemlerin $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.36. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin aerobik mezofilik bakteri sayısı (Log kob/g)



* a,b,... aynı sütunda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

** I, II,... aynı satırda işlemler arasındaki $p \leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.37. +4 °C’da depolanan çilek örneklerinin küf sayısı

Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinin küf sayımları ve elde edilen sonuçlar Şekil 6.37’de, istatistiksel analizlerin sonuçları ise Ek 2’de gösterilmiştir.

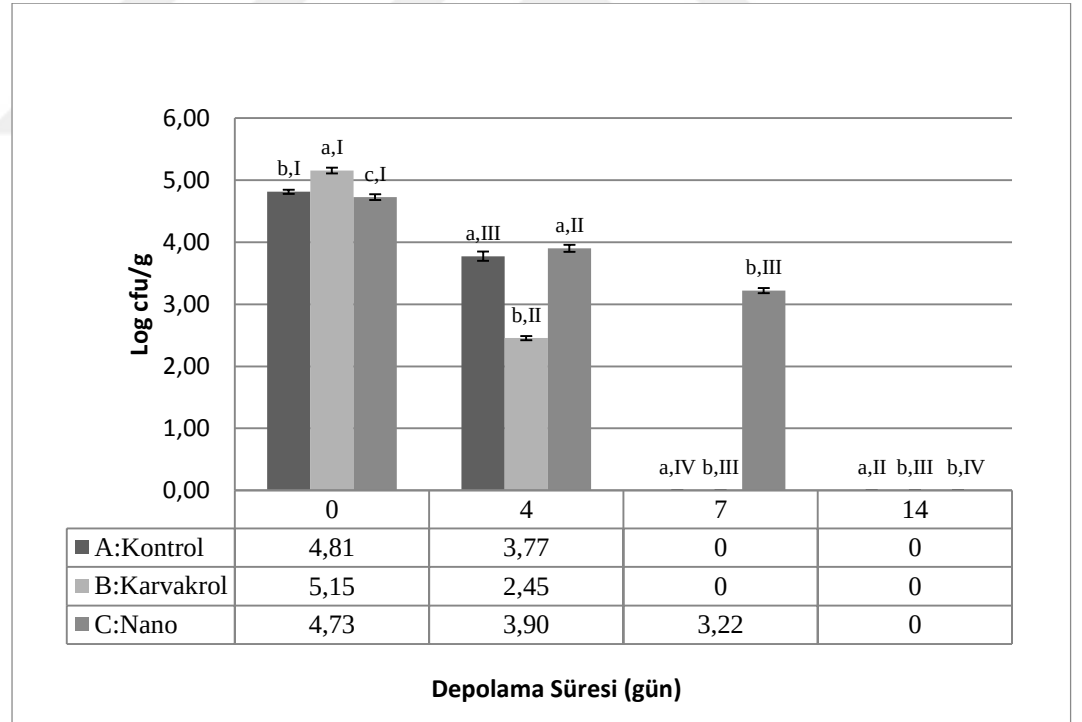
Kaplama uygulamasından önce su ile yıkanmış olan örneklerin küf-maya sayısı 2.3 Log kob/g dır. 0. günde kontrol grubunun küf sayısı 1.24 ± 0.00 Log kob/g olarak bulunmuştur. Depolama süresince kontrol grubunun küf sayısı artmaya devam etmiş; karvakrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol ile kaplanan gruplarda herhangi bir gelişme görülmemiştir. Depolama boyunca kontrol grubu küf sayısı artmıştır ($p < 0.05$); antimikrobiyal içeren 2 gruptan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Esansiyel yağ içeren yenilebilir filmler ile yapılan çalışmalarda tez çalışmasına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Guerreiro et al. (2015), 14 günlük 0.5 °C daki depolamada % 2 Al+ % 0.15 sitral+ % 0.1 öjenol kombinasyonun 2.9 Log kob/g olan aerobik mezofilik bakteri ve 3.2 Log kob/g olan maya küfü 7. günde yok ettiğini bildirmişlerdir. Atress et al. (2010) da yaptıkları çalışmada ise timol içeren soy protein film uygulanan örneklerin kontrol örneklerine kıyasla depolama sonunda aerobik mezofilik bakteri bakteri sayısının 4 logaritmik birim daha az olduğu, maya-küf yükünün ise 3 log daha az olduğu rapor edilmiştir. Vargas et al. (2006), kitosan ve oleik asit kullanarak yaptıkları çalışmada depolama sonunda çileklerde küf sonucu oluşan bozulmanın %50’den daha az olduğunu bildirmişleridir. Literatürde nanoemülsiyon formda karvakrol içeren kaplamaların çilek üzerine etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

6.7.2.9.2. *B.cinerea* İnokule Edilen Çileklerde Antimikrobiyal Etkinlik Testi

B.cinerea inhibisyonunda karvakrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol gruplarının etkinliği Şekil 6.38’de görülmektedir. İnokulasyondan sonra yapılan *B.cinerea* sayımlarında grupların *B.cinerea* sayıları farklılık göstermektedir. Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarının 0. gün *B.cinerea* sayımları sırasıyla 4.81 ± 0.03 , 5.15 ± 0.05 ve 4.73 ± 0.05 log kob/g olarak saptanmıştır. 0. günde gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 3. gün tüm grupların *B.cinerea* sayıları azalmaya devam etmiştir. Bununla birlikte, en

fazla azalma karvakrol grubuna aittir ve 3. gün karvakrol grubu diğer iki gruptan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününden sonra, kontrol grubunun *B.cinerea* sayısının arttığı görülmektedir. karvakrol grubunda 7. gün *B.cinerea* tamamen yok olmuştur. nanoemülsiyon grubunda, 7. günde *B.cinerea* sayısının karvakrol salımının değişimi ve etkinliğinin artmasına bağlı olarak 4. güne göre (3.22 ± 0.04 log kob/g) azaldığı düşünülmektedir. nanoemülsiyon grubunda ise nanoemülsiyon grubunun inhibisyon etkisi 14. günde artmıştır; depolama sonunda *B.cinerea* tamamen yok olmuştur. Kontrol ve nanoemülsiyon gruplarında, *B.cinerea* sayıları depolama süresince değişim gösterdiğinden, grupların kendi içinde gün bazında sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. karvakrol grubunda ise 0., 4. günler 7. ve 14 günden istatistiksel olarak farklı iken ($p<0.05$); 7. ve 14. günler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p>0.05$)



* a,b... aynı sütunda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.
 ** I, II... aynı satırda işlemler arasındaki $p\leq 0.05$ düzeyindeki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

Şekil 6.38. +4°C’da depolanan çilek örneklerinin antimikrobiyal etkinlik testi (Log kob/g)

Campos-Requena et al. (2015), karvakrol ve timol içeren nano kompozit polietilen filmlerin antimikrobiyal etkinliğini, 1×10^5 CFU/ mL *B.cinerea* içeren süspansiyondan her çilek tanesi 20 µL sıkarak test etmişlerdir. Oda koşullarında 5 gün depolama yapılan çalışmada, nano kompozit filmlerin uygulandığı ortamda, *B.cinerea*'nın yarılanma ömrü için 40 mg/kg karvakrol yeterli gelirken; karvakrol+timol içeren nano kompozit filmlerde yarılanma ömrü için 13.23 mg/g esansiyel yağ yeterli olmuştur. Ayrıca inokulasyon yapılan ve film uygulanmayan kontrol grubunda, küfe bağlı meyve hasarlanması % 60 düzeyinde iken; karvakrol içeren grupta başlangıç mikroorganizma hasarlanması %40 olarak kaydedilmiştir.

6.7.2.10. Çileklerde Solunum Hızı Testleri

+4 ° C de depolanan çilek örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları ve solunum hızları Tablo 6.7'de görülmektedir.

Tablo 6.7. +4 C de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum oranları

Örnek	Solunum oranı		Solunum hızı		Örnek hacmi hesaplamada kullanılan mL
	%O ₂	%CO ₂	(mLO ₂ /kg.24h)	(mLCO ₂ /kg.24h)	
Kontrol (A)	6.61	14.9	151.3	153.47	1030
Karvakrol (B)	13.8	2.6	69.12	24.96	960
Nano (C)	3.19	8.71	170.62	83.44	958

Elde edilen verilere göre 24 saat sonunda solunum hızı en az karvakrol grubu olarak belirlenmiştir (69.12 mLCO₂/kg.24h). karvakrol grubunu kontrol grubu ve C grupları takip etmektedir. nanoemülsiyon grubun da nanoemülsiyonun içeren kaplamanın ilk 24 saatte solunum hızının arttırdığı görülmektedir. karvakrol grubundaki karvakrol kaplamanın ise kontrol grubuna oranla %50 azalttığı saptanmıştır.

Çilekler için oleik asit içeren kitosan kaplama kullanan Vargas et al. (2006), filmdeki oleik asit oranı belirli düzeye kadar arttıkça solunum hızının azaldığını ancak %4'lük oleik asit oranının solunum hızını arttırmaya başladığı; yağ moleküllerinin film yapısını etkileyerek, filmin gaz geçirgenliğini arttırdığı

vurgulanmıştır. Tez çalışmasında da, Vargas et al. (2006) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde, nanoemülsiyon grubunda nanoemülsiyon formdaki karvakrolün boyutu ve dağılımının, gaz geçirgenliğini etkilediği düşünülmektedir (Baldwin et al., 1997). Yüksek konsantrasyondaki lipid formülasyonu, kurutma sırasında lipid moleküllerinin birleşmesiyle de sonuçlanabilmektedir.

6.7.2.11. Çilek Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Saf karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein film çözeltisi ile kaplanmış çilek örnekleri depolamanın 0. ve 14. gününde duyusal analiz yapılmıştır. Örneklerin analiz sonuçları Tablo 6.8’de görülmektedir. Örnekler panelistlere içeriği hakkında bilgilendirilmeden sunulmuş, değerlendirme esnasında her bir örnek arasında ağızda kalan tadı gidermek için su kullanılmıştır. Çilek örneklerinin görünüş, yapı, tat, renk bakımından değerlendirilmesinde 9’lu hedonik skala (1: Çok kötü, 2-3: Kötü, 4-5: Orta, 6-7: İyi, 8-9: Çok iyi) uygulanmıştır. Örneklerin ortalama değeri 5’in üzerine çıkarsa, örnekler kabul edilebilir olarak nitelendirilmiştir.

Tablo 6.8. Çilek örneklerinin 0. ve 14. günde elde edilen duyusal analiz sonuçları

Grup	Renk	Renk	Koku	Koku	Görünüş	Görünüş	Yapı	Yapı	Genel Değerlendirme	Genel Değerlendirme
	0. Gün	14. Gün	0. Gün	14. Gün	0. Gün	14. Gün	0. Gün	14. Gün	0. Gün	14. Gün
Kontrol	4,10±1,79 ^a	3,40±1,26 ^a	5,20±1,14 ^a	3,90±1,10 ^a	4,20±2,15 ^a	3,50±1,08 ^a	5,60±2,17 ^a	3,90±1,37 ^a	5,20±1,81 ^a	3,90±1,10 ^a
Karvakrol	6,00±1,25 ^b	4,40±0,97 ^b	4,90±1,45 ^a	4,10±0,99 ^a	6,10±1,52 ^b	4,60±0,70 ^b	6,00±1,70 ^a	4,20±1,14 ^b	6,30±1,34 ^b	4,80±0,63 ^b
Nanoemülsiyon	6,10±1,20 ^b	5,00±0,94 ^b	5,10±1,52 ^a	4,20±1,03 ^a	6,10±1,29 ^b	4,70±0,82 ^b	7,00±1,56 ^a	4,60±0,84 ^b	6,60±1,07 ^b	4,70±0,67 ^b

*: Ortalama ± standart hata (n=10)

a, b: Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Kontrol:Kaplama uygulanmayan çilek grubu

Karvakrol:Zein film içinde %2 karvakrol içeren kaplama uygulanmış örnek grubu

Nanoemülsiyon:Zein film içinde %2 Nanoemülsiyon formda karvakrol içeren kaplama uygulanmış örnek grubu

Renk bakımından zein film uygulama gruplarında filmin renginden kaynaklandığı düşünülen sarı renk oluşumu gözlenmiştir. Ancak sarı rengin yanısıra zein kaplamanın oluşturduğu parlak görünümün, panelistlerden büyük bir kısmına 0. günde olumlu olarak yansımıştır. Film uygulanmış grupların aldığı puan,

kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli seviyede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Renk açısından 14. günde en yüksek puanı nanoemülsiyon içeren grup alırken, bu grubu karvakrol ve kontrol grubu takip etmiştir. Kontrol grubu ile kaplama yapılan gruplar arasında değerlendirme istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$); grupların hiçbirisi 5-orta puanın üzerinde puan alamamıştır.

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplarda 0. ve 14. günde koku beğenilmemiştir. Depolamanın ilk gününde kaplama yapılan gruplar sırasıyla 5.10 ± 1.52 ve 4.90 ± 1.45 puan alarak bu ürünün beğeni almadığı sonucuna varılmıştır. Film uygulanmamış grup ile zein film uygulama grupları arasında 0. günde panelistler tarafından verilen puan bakımından istatistiki olarak önemli seviyede fark bulunmuştur ($p<0.05$). 14. günde ise koku bakımından tüm gruplar depolamanın ilk gününe göre düşük puan almışlardır. Depolama sonunda gruplar arası fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Görünüş bakımından, kontrol grubu ve karvakrol ile nanoemülsiyon formda karvakrol esansiyel yağını birlikte içeren çözeltiden elde edilen zein film uygulama grupları karşılaştırıldığında; 0. günde kaplama yapılan gruplardan nanoemülsiyon ve karvakrol grubunun sırasıyla 6.10 ± 1.29 ve 6.10 ± 1.52 puan aldığı saptanmıştır. Kaplamanın sonucu meyve üzerinde oluşan parlaklık ürün albenisini arttırmaktadır. Kontrol grubu ile kaplama uygulanan gruplar arasındaki fark 0. günde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın son gününde ise 0. güne benzer şekilde kaplama yapılan grupların görünüş puanları; kontrol grubuna göre yüksektir ve istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak 14. günde tüm gruplar 5 puanın altında değerler almışlardır ve tüketici tarafından kabul edilebilirlik puanlarının azaldığı belirlenmiştir.

Yapı bakımından depolamanın 0. gününde kaplamalı gruplar kontrol grubuna göre yüksek puan alırken; gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolamanın 14. gününde, kaplama uygulanan gruplardan karvakrol grubu 4.20 ± 1.14 puan, nanoemülsiyon grubu 4.60 ± 0.84 puan almıştır. Kontrol grubu ile kaplama uygulanan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama sonunda tüm örneklerde yumuşama belirlendiğinden, panelistler örnekleri ortalama kabul edilebilirlik değerinin altında puanlamışlardır.

Genel değerlendirmede, depolamanın 0. ve 14. günlerinde karvakrol ve nanoemülsiyon içeren kaplama grupları, kontrol grubuna göre daha yüksek puan almışlardır. Kplama yapılan her iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ($p>0.05$); kontrol grubu ile kaplama yapılan gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama sonunda kaplama yapılan her iki grup da kontrol grubuna göre yüksek puan almasına rağmen, panelistlerin puanlarının en yüksek 4.8 değerinde olduğu, bu puanın 4-5 orta puan düzeyinde yer aldığından tüketici tarafından kabul görmeyebileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 6.39. Depolamanın 0. ve 14. gününde çilek grupları

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, öncelikle karvakrol esansiyel yağı içeren nanoemülsiyon üretimi gerçekleştirilmiş, *Botrytis cinerea*'ya karşı antimikrobiyal etkileri saptanmıştır. Daha sonra, HPMC ve zein film çözeltilerine saf halde karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu ilave edilerek (300 µl/L) antimikrobiyal film oluşturulmuş ve karakterize edilmiştir. Antimikrobiyal içeren zein film dispersiyonu ile çilek, HPMC film dispersiyonu ile üzümler kaplanmış, depolama (+4 °C) süresince kalite özelliklerindeki değişim incelenmiştir.

6.3×10^6 adet spor içeren *B.cinerea* içeren PDA ortamına karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol eklenmiştir. 300 µl/L karvakrol ve 1500 µl/L nanoemülsiyon formda karvakrol içeren ortamın zon oluşumunu engellediği ve *B.cinerea* yı tamamen inhibe ettiği tespit edilmiştir. Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonu içeren zein ve HPMC filmlerin mekanik özelliklerini ölçmek amacıyla, kaplama çözeltilerinden oluşturulan filmlerde analizler gerçekleştirilmiştir.

Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun zein filme eklenmesi, zein film kalınlığında değişime yol açmıştır. Kopma anındaki direnci arttırmıştır. En yüksek kopma direnci saf karvakrol içeren grupta tespit edilmiştir. Esansiyel yağ kullanımı, zein filmin kopma anındaki direncini arttırırken, uzama katsayısı değerlerine olumlu bir etkisi olmamıştır.

Karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun HPMC filme eklenmesi, HPMC film kalınlığı, kopma dirençleri ve uzama katsayılarında değişime yol açmamıştır ($p>0.05$). Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren karvakrol gruplarında kopma direnci kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ($p>0.05$). Film matriksine karvakrol eklenmesi, film matriksi içerisindeki bağ yapısında değişikliğe yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

Karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein ve HPMC filmlerden salınan antimikrobiyal madde miktarı, gıda simülanı olarak seçilen asetik asit ve etanol ortamında saptanmıştır. Depolama süresinde, nanoemülsiyon içeren zein filmden alkol ve asetik asit ortamına salım, karvakrol içeren zein filmden daha yüksektir. HPMC filmde ise hem alkol hem de asetik asit içeren ortamda nanoemülsiyon formda karvakrol içeren HPMC filmin salım değerleri, nanoemülsiyon içeren HPMC filmin salım değerlerine göre daha yüksektir.

Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren zein ve HPMC filmlerin su buharı geçirgenlik testi sonuçlarına göre esansiyel yağın, zein filmlerin su buharı bariyer özelliklerini etkileyen önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Esansiyel yağın damlacık boyutunun da zein filmin SBG değeri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. HPMC filmlere esansiyel yağ eklenmesi, SBG değerlerini arttırmıştır. Ancak istatistiksel olarak kontrol grubu ile karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol içeren gruplar arası fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Raf ömrü uygulaması için üzüm örnekleri karvakrol ve nanoemülsiyon formda 300 µl/L karvakrol içeren HPMC ile kaplanmıştır. Kalite analizlerinde SÇKM değeri tüm gruplarda artış göstermiştir. Nanoenkapsüle edilmiş karvakrol ve saf karvakrol, numunelerin SÇKM değerlerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Depolama süresince grupların pH değerlerinde azalma; titrasyon asitliği değerlerinde artış görülmüştür. Kaplama uygulamalarının herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Askorbik asit miktarı, depolama sonunda tüm gruplarda azalmıştır. Kontrol grubunun toplam fenolik madde değeri başlangıça göre %14.36 oranında artmıştır. Depolama sonunda karvakrol grubunda fenolik madde değeri %2.43 artmıştır. Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren HPMC filmlerle kaplanmış ve kaplama yapılmamış üzüm örneklerinde depolama süresince ağırlık kaybı saptanmıştır. En fazla ağırlık kaybı % 9.64 ile kontrol grubunda kaydedilmiş, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında ise %7.13 ve 7.48 olarak saptanmıştır. Kaplama uygulanan örnekler ile kontrol grubu örnekler karşılaştırıldığında, uygulamanın örneklerin ağırlık kaybını azalttığı görülmektedir. Depolamanın 0. gününde nanoemülsiyon grubu örneklerin L^* değerlerinin diğer gruplardan yüksek olduğu saptanmıştır. Depolama sonunda ise nanoemülsiyon grubunda en düşük L^* değeri kaydedilmiştir. HPMC'nin kaplama maddesi olarak kullanılmasının, örneklerin aydınlığını arttırdığı, renk doygunluğu sağladığı düşünülmektedir. Numune gruplarında bir renk değişiminin varlığı dikkat çekicidir; filmin üzüm rengini etkilediğini, ancak esmerleşmeyi engellemediği düşünülmektedir. Nanoemülsiyonun bulanık renginin, nanoemülsiyon grubu örneklerin renk değerlerini etkilediği düşünülmektedir. Depolama süresince tüm örnek gruplarına ait örneklerin doku sertliği değerlerinde azalma saptanmıştır. En fazla değişim %32.37 ile nanoemülsiyon grubunda; en az değişim %22.80 ile karvakrol grubunda saptanmıştır.

Kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında depolama sonunda aerobik mezofilik bakteri sayıları sırasıyla 4.88 ± 0.09 , <1 , 1.76 ± 0.04 Log kob/g, küf sayıları sırasıyla 4.64 ± 0.19 , 1.69 ± 0.09 ve 2.78 ± 0.19 Log kob/g olarak tespit edilmiştir. Antimikrobiyal içeren gruplarda üreme hızının yavaş olması da antimikrobiyal maddelerin etkinliğini göstermektedir. Antimikrobiyal etkinlik testinde inkulasyondan sonra sayımda kontrol, karvakrol ve nanoemülsiyon grupları *B.cinerea* sayıları sırasıyla 3.63 ± 0.06 , 3.56 ± 0.07 ve 2.56 ± 0.07 Log kob/g olarak belirlenmiştir. Nanoemülsiyon içeren grupta ise *B.cinerea* sayısının artan-azalan değişim göstermesi, salımdaki değişim ile ilişkilendirilebilir.

+4 °C’de depolanan üzüm örneklerinde 24 saat sonundaki solunum hızları nanoemülsiyon grubu>karvakrol grubu>kontrol grubu olarak sıralanmıştır. Karvakrol ve nanoemülsiyon içeren kaplamaların solunum hızı üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir.

Üzüm için yapılan duyuusal analizlerde, depolamanın başlangıcında panelistlerin renk, koku, görünüş ve yapı bakımından verdikleri puanların, depolama sonunda düştüğü saptanmıştır.

Raf ömrü uygulaması için çilek örnekleri karvakrol ve nanoemülsiyon formda 300 µl/L karvakrol içeren zein ile kaplanmıştır. Kalite analizlerinde SÇKM değeri kontrol ve kaplama yapılan tüm gruplarda artış göstermiştir. Depolama sonunda tüm grupların SÇKM değerleri artmıştır. Kaplama uygulamasının pH değeri üzerinde farklı etki yarattığı düşünülmemektedir. Titrasyon asitliği açısından da depolama süresince tüm örnek gruplarında değişimler saptanmıştır. Depolama sonunda çilek örneklerin asitlik değerleri azalmıştır. En fazla değişim %89.53 oranında kontrol grubunda saptanmıştır.

Doğal halde ve nanoemülsiyon halde doğal antimikrobiyal içeren zein film ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek örneklerinde en fazla ağırlık kaybı %9.64 ile kontrol grubunda kaydedilmiş, karvakrol ve nanoemülsiyon gruplarında ise %7.13 ve %7.48 olarak saptanmıştır. Bu açıdan kaplama uygulamasının, çileklerin ağırlık kaybını azalttığı görülmektedir. Ancak karvakrol ve nanoemülsiyon form arasında, ağırlık kaybına etkisi bakımından fark görülmemiştir. Çilek örneklerinde depolama süresince toplam şeker miktarında artış saptanmıştır. Depolama sonunda nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein ile kaplanan nanoemülsiyon grubu

örneklerin antosiyanin değeri, karvakrol içeren karvakrol grubu örneklerden yüksek bulunması, nanoemülsiyon formda karvakrol içeren zein kaplamanın depolama sırasında antosiyaninin oluşumunu desteklediğini göstermektedir. Çilek örneklerinin L^* değeri, depolama başlangıcında nanoemülsiyon grubunda en yüksek, kontrol grubuna en düşük olarak ölçülmüştür. Depolama süresince nanoemülsiyon içeren grubun L^* değerinde artış saptanmıştır. Uygulanan kaplama işleminin örneklerin dış yüzey parlaklıklarının muhafaza etmesine yardımcı olduğu düşünülebilir. Bu etkinin, kaplama çözeltisine eklenen nanoemülsiyonun beyaz-opak renginden kaynaklandığı düşünülmektedir. a^* değeri, depolama sonunda kontrol grubu ve B gruplarında azalmış; nanoemülsiyon grubu a^* değerleri ise artmıştır. nanoemülsiyon grubunun a^* değerindeki artış, 7 günde nanoemülsiyon grubunda görülen antosiyanin miktarındaki artış ile desteklenmektedir. b^* değeri ise 14. Günde başlangıca göre kontrol ve karvakrol içeren gruplarda azalmış; nanoemülsiyon grubunda artmıştır. Kaplama uygulanan karvakrol ve nanoemülsiyon grupları ΔC değerindeki değişme, kontrol grubuna göre daha azdır.

Kaplama uygulanan gruplarda ise hem aerobik mezofilik bakteri sayısı hem de küf sayısı <1 Log kob/g olarak sabit kalmıştır. Nanoemülsiyon formdaki ve saf haldeki karvakrolün, depolama süresince çileklerde aerobik mezofilik bakteri sayısı ve küf sayısı artışını engellediği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, in vivo koşullarda saf karvakrol ve karvakrol nanoemülsiyonunun *B.cinerea* yı tamamen inhibe edebildiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca nanoemülsiyon formda salım yapan karvakrolün, ortama daha yavaş salındığı düşünülmektedir.

$+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan çilek örneklerinde 24 saat sonundaki solunum hızları nanoemülsiyon grubu>karvakrol grubu>kontrol grubu olarak sıralanmıştır. Nanoemülsiyon formdaki karvakrolün boyutu ve dağılımının, gaz geçirgenliğini etkilediği düşünülmektedir.

Çilek için yapılan duyu analizlerde, depolamanın başlangıcında panelistlerin renk, koku, görünüş ve yapı bakımından verdikleri puanların, depolama sonunda düştüğü saptanmıştır.

Son yıllarda karvakrolün insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; karvakrol yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve diyet fitoaditif olarak başarıyla kullanıldığı bildirilmiştir. Karvakrolün antikanser

özellikleri meme, karaciğer ve akciğer karsinom modellerinde saptanmıştır (Sharifi-Rad, 2018). Ayrıca, karvakrol farklı kanser karşı umut verici bir sitotoksik etki göstermiştir. Ancak bugüne kadar karvakrol üzerinde yapılan in vitro denemeler hâlâ eksiktir ve bu büyük ölçüde klinik sonuçların anlamlılığını engellemektedir (Jayakumar, 2012). Hayvan modellerine ilişkin çok az rapor vardır. Biyoyararlanımını değerlendirmek ve aktif formlarını ve hedef dokularını anlamak için karvakrol üzerinde insan çalışmalarına ihtiyaç vardır (Sharifi-Rad, 2018).

Tüm bulgular göz önüne alınarak, çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; karvakrol ve nanoemülsiyon formda zein ve HPMC film içerisinde önemli ölçüde antifungal aktivite göstermekte olduğu tespit edilmiştir. Karvakrol nanoemülsiyonunun, film içinden salımının, saf karvakrole göre in vitro ortamda daha hızlı, in vivo ortamda daha yavaş olduğu ortaya çıkmıştır. 14 ve 21 günlük depolama sürecinde görülen antimikrobiyal etkinin artışı ve değişimi, karvakrolün gıdaya kademeli olarak salınabildiğinin bir göstergesi olmuştur. Gerçekleştirilen bu tez çalışması, antimikrobiyal özellikteki karvakrol ve nanoemülsiyon formda karvakrol esansiyel yağlar kullanılarak elde edilen yenilebilir filmlerin, gıdaların raf ömrü süresince mikrobiyal bozulmalarını önlemede alternatif bir koruma yöntemi olabileceğini ortaya koymuştur.

Depolama için seçilen üzüm ve çilek materyalleri, Karvakrol ve nanoemülsiyonun antimikrobiyal etkinliğinin kanıtlanması için uygundur ancak bu materyallerin depolamadaki diğer kalite kriterleri üzerinde belirgin etki saptanamamıştır. Yapılacak bundan sonraki uygulamalarda ise çilek hammesine kaplama olarak jelatin kullanılabilir. Pastacılık sanayinde HPMC ile kaplanmış üzümlerin taze olarak kullanılması mümkün olabilir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acevedo-Fani, A., Salvia-Trujillo, L., Alejandra M., Rojas-Graü, M.A.**, 2015, Edible films from essential-oil-loaded nanoemulsions: physicochemical characterization and antimicrobial properties, *Food Hydrocolloids*, 47:168-177.
- Aguilar-González A. E., E., Palou and López-Malo, A.**, 2015, Antifungal activity of essential oils of clove (*Syzygium aromaticum*) and/ or mustard (*Brassica nigra*) in vapor phase against gray mold (*Botrytis cinerea*) in strawberries, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 32:181–185.
- Ahmadi, R., Kalbasi-Ashtari, A., Oromiehie, A., Yarmand, M. S. and Jahandideh, F.**, 2012, Development and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (*Plantago ovata* Forsk), *Journal of Food Engineering*, 109 (4): 745-751.
- Alkan, D.**, 2013, Development of novel bio-based methods for inhibition of plant pathogens, A Thesis Submitted to The Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, 158 sf,
- Almeida, C.B., Cornelio, M. and Catelam, K.**, 2010, Morphological and structural characteristics of zein biofilms with added xanthan gum. *Food Technology Biotechnology*, 48(1): 19-27.
- Alper, N. ve Acar J.**, 1998, Yenilebilir Film ve Kaplamalar, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 1(4).
- Altuğ, T.**, 1993, Duyusal Test Teknikleri, 28. Basım, Ege Üni. Müh. Fakültesi Ders Kitapları, İzmir, 56s.
- Aminifard, M.A. and Mohammadi, S.**, 2013, Essential oils to control *Botrytis cinerea* in vitro and in vivo on plum fruits, *Journal of Science and Food Agriculture*, 93: 48–353.
- Amal, S. H. A., M. M. El-Mogy, H. A. Aboul Anean, and Alsanius, B. W. A.,** , 2010, Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride, *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 2(3): 88-97.
- AOAC, 1990** In: (15th Edn. Ed.), Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 771p.
- AOAC, 1995** In: (16th Edn. Ed.), Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 698p.
- Appendini P. and Hotchkiss JH.**, 2002, Review of antimicrobial food packaging. *Innovation Food Science and Emerging Technologies*, 3: 113-126.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Arcan, I. and Yemenicioğlu, A.**, 2011, Incorporating phenolic compounds opens a new perspective to use zein films as flexible bioactive packaging materials, *Food Research International*, 44: 550-556.
- Ariaii, P., Tavakolipour¹, H., Rezai, M. and Rad, A. H. E.**, 2014 Properties and antimicrobial activity of edible methylcellulose based film incorporated with Pimpinella affinis oil, *European Journal of Experimental Biology*, 4(1):670-676.
- Arora D.S. and Kaur,J.**, 1999, Antimicrobial activity of spices, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 12: 257-62.
- ASTM International, E96:**Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials, Pensilvania, USA, 14p.
- Atik, İ.D.**, 2007, Preparation And Characterization Of Corn Zein Coated Polypropylene (Pp) Films For Food Packaging Applications, A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology, 118 p.
- Atress, A. S. H., El-Mogy, M. M., Aboul-Anean, H. E. and Alsanius, B. W.**, 2010, Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride, *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 2(3): 88-97.
- Ayana B. and Turhan, K.N.**, 2009, Use of antimicrobial methylcellulose films to control *Staphylococcus aureus* during storage of kasar cheese, *Packaging Technology and Science*, 22: 461–469.
- Ayana, B.**, 2007, Antimikrobiyal yenilebilir filmlerin üretimi ve özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin, pp.61.
- Ayhan, B., T.**, 2013, Nanoemülsiyon Halinde Doğal Antimikrobiyal İçeren Pullulan Film Üretimi ve Portakalların Kalitesine Etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94 s.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D. and Idaomar M.**, 2008, Biological effects of essential oils-a review, *Food Chemistry Toxicology.*, 46(2):446-75.
- Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M. O., Hagenmeier, R. D. and Baker, R. A.**, 1997, Use of lipids in coatings for food products, *Food Technology*, 151(6), 56–64.
- Boyacı, D., Iorio, G., Sozbilen, G. S., Alkan, D., Trabattonic , S., Pucillo , F., Farrish, S. and Yemenicioğlu, A.**, 2019, Development of flexible antimicrobial zein coatings with essential oils for the inhibition of critical pathogens on the surface of whole fruits: Test of coatings on inoculated melons, *Food Packaging and Shelf Life*, 20 (Unpublished).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Burt, S.**, 2004, Antibacterial activity of essential oils:potential applications in food, Ph.D. thesis Institute for Risk Assessment Sciences, Division of Veterinary Public Health Utrecht University, Utrecht,142p.
- Burt, S.**, 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94:223-253.
- Çağrı A, Üstünol Z. and Ryser E.T.**, 2002, Inhibition of three pathogens on Bologna and summer sausage using antimicrobial edible films, *Journal of Food Science*, 67 (6): 2317-2324.
- Çağrı-Mehmetoğlu, A.**, 2010, Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Özelliklerini Etkileyen Faktörler, *Akademik Gıda*, 8(5), 37-43.
- Caillet S., Millette M., Salmieri S. and Lacroix M.**, 2006, Combined effects of antimicrobial coating, modified atmosphere packaging, and gamma irradiation on *Listeria innocua* present in ready-to-use carrots (*Daucus carota*), *Journal of Food Protection*, 69:80-85.
- Calvo-Garrido, C., Elmer, P.A., Parry, F.J., Viñas, I., Usall, J., Torres, R., Agnew, R.H. and Teixidó, N.**, 2014, Mode of action of a fatty acid-based natural product to control *Botrytis cinerea* in grapes, *Journal of Application Microbiology*, 116(4):967-79.
- Camcı, H.**, 2016, Süperior Seedless (*Vitis Vinifera* L.) Üzüm Çeşidinde, Salkım Ucu Kesme Ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s.
- Campos-Requena, V.H., Rivas, L., B., Perez, M.,A., Figueroa andSanfuentes, E.**, 2015, The synergistic antimicrobial effect of carvacrol and thymol in clay/polymer nanocomposite films over strawberry gray mold, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 64, Issue 1, P. 390-396.
- Castelo Branco Melo, N.F., de MendonçaSoares, B.L., Marques Diniz, K., Ferreira Leal, C.,Canto, D.,Flores, M.A.P., Henrique da Costa Tavares-Filho, J.,Galembeck, A. and Montenegro Stamford, T.L.**, 2018, Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 139: 56-66.
- Çetin, B., Cakmakci, S. and Cakmakci, R.**, 2011, The investigation of antimicrobial activity of thyme and oregano essential oils, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35:145-154.
- Cha D.S and Chinnan M.S.**, 2004, Biopolymer-based antimicrobial packaging: A review. *Food Science and Nutrition*, 44: 223-237.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Chanthaphon, S., Chanthachum, S. and Hongpattarakere, T., 2008, Antimicrobial Activities of Essential Oils and Crude Extracts From Tropical Citrus spp. Against Food- Related Microorganisms, *International Journal of Food Science and Technology*., 30:125-131.

Chiu, P. and Lai, L.S. 2010, Antimicrobial Activities of Tapioca Starch/Decolorized Hsian-Tsao Leaf Gum Coatings Containing Green Tea Extracts in Fruit-Based Salads, Romaine Hearts and Pork Slices, *International Journal of Food Microbiology*, 139: 23–30.

Cho S.Y, Park J.W and Rhee C., 2002, Properties of laminated films from whey powder and sodium caseinate mixtures and zein layers, *LWT - Food Science and Technology* 35: 135-139.

Choi, W. S., Singh, S. and Lee, Y. S., 2016, Characterization of edible film containing essential oils in hydroxypropyl methylcellulose and its effect on quality attributes of ‘Formosa’ plum (*Prunus salicina* L.), *LWT - Food Science and Technology*, 70: 213-222.

Colla, E., P.J.A. Sobral and F.C. Menegalli, 2006. *Amaranthus cruentus* flour edible films – influence of stearic acid addition, plasticizer concentration and the emulsion stirring speed on water vapor permeability and mechanical properties, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 6645-6653.

Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau,, S., Copinet, A., Salin, F. and Deschamps, A. 2002, Edible antimicrobial films based on chitosan matrix, *Journal of Food Science*, 67: 1162-1169.

Coşkun, F., 2010, Gıdalarda kullanılan bazı baharat ve baharat özütlerinin antimikrobiyal aktivitesi, *Akademik Gıda*, 8 (4): 41-46.

Cuq, B., Gontard, N. and Guilbert, S., 1994, Edible Films and Coatings as Active Layers, In: Rooney, M. (Ed.), *Active Food Packaging*, Blackie Academic and Professional, 111-142.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. and Voilley, A., 1998, Edible Films and Coatings: Tomorrow’s Packagings: A Review, *Critical reviews in Food Science*, 38(4):299–313.

Debeaufort, F., Martin-Polo, M., Voilley, A., 1993. Polarity, homogeneity and structure affect water vapor permeability of model edible films, *Journal of Food Science*., 58: 426-434.

del Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A., Galotto, M.J., 2005, Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf life, *Food Chemistry*, 91: 751–756.

Delamare, A.P.L., Moschen-Pistorello, I.T., Artico, L., Atti-Serafini, L. and Echeverrigaray, S., 2007, Antibacterial activity of the essential oils *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil, *Food Chemistry*, 100:603-608.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Demirdöven, A.**, 2003. Tokat'ta yetiştirilen bazı önemli meyve ve sebzelerin solunum hızlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma, Y.Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 111 s.
- Dong, F. and Wang, X.**, 2017, Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries, *International Journal of Biological Macromolecules*, Volume 104(A):821-826.
- Donhowe F and Fennema O.** 1994, Edible films and coating: characteristics, formation, definition, and testing methods. In: Edible Coatings and Films to Improve Food Quality, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO (eds.), Technomic Publishing Company, pp. 1-24.
- Donsi F., Annunziata M., Sessa M. and Ferrari G.**, 2011a, Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods, *LWT-Food Science and Technology* 44: 1908-1914.
- Donsi, F. and Ferrari, G.** 2016. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents, *Food Journal of Biotechnology*, 233:106–120.
- Donsi, F., Annunziata, M. and Ferrari, G.**, 2013, Microbial inactivation by high pressurehomogenization: effect of the disruption valve geometry. *Journal of Food Engineering*. 115:362–370.
- Donsi, F., Annunziata, M., Sessa, M. and Ferrari, G.**, 2011b, Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods, *LWT-Food Science and Technology*, 44:1908–1914.
- Donsi, F., Annunziata, M., Vincensi, M. and Ferrari, G.**, 2012a, Design of nanoemulsion-based delivery systems of natural antimicrobials: effect of the emulsifier, *Journal of Biotechnology*, 159: 342–350,
- Donsi, F., Sessa, M. and Ferrari, G.**, 2012b, Effect of emulsifier type and disruption chamber geometry on the fabrication of food nanoemulsions by high pressurehomogenization, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51: 7606–7618.
- Dorman, H.J.D. and Deans, S.G.**, 2000, Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, *Journal of Applied Microbiology*, 88:308-316.
- Du, X-W., Olsen, C.W., Avena-Bustillos R.J., McHugh, T.H., Levin, C.E. and Friedman, M.**, 2009, Effects of Allspice, Cinnamon, and Clove Bud Essential Oils in Edible Apple Films on Physical Properties and Antimicrobial Activities, *Food Microbiology and Safety*, 74:72-378.
- Eken, C., Genç, T., Tuncer, S. ve Kadioğlu, Z.**, 2013, Çilekte Kurşuni Küf Hastalığı Etmeni Botrytis Cinerea'ya in vitroda Fungal Antagonistlerin Etkisi. Paper at: Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Samsun, 25-27 Eylül 2013.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Evren, M. ve Tekgüler, B., 2011, Uçucu Yağların Antimikrobiyal Özellikleri, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 09(3)28-40.

Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanassis, I.P., Troganis, A. and Boskou, D. 2002, Antioxidant Activities and Phenolic Composition of Extracts from Greek Oregano, Greek Sage, and Summer Savory, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5294-5299.

Fabra, M. J., Talens, P., & Chiralt, A., 2008, Tensile properties and water vapor permeability of sodium caseinate films containing oleic acid-beeswax mixtures, *Journal of Food Engineering*, 85(3):393-400.

Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L. and Zhang, B., 2009, Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria × ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53(1-2), 84-90.

Friedman, M. Henika, P.R. , Levin C.E. and Mandrell, R., 2004, Antibacterial Activities Of Plant Essential Oils and Their Components Against *Escherichia Coli* O157:H7 and *Salmonella* Enterica in apple juice, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52:6042-6048.

Garcia, M.A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E. 2001, Composite StarchBased Coatings Applied to Strawberries (*Fragaria ananassa*), *Nahrung/Food*, 45:267-272.

Garcia, M.A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E., 1998, Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 46:3758-3767.

Gennadios, A., Hanna, M. A. and Kurth, L. B., 1997, Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A review, *Lebensm.-Wiss.u.-Technology*, 30:337-350.

Gennadios, A., McHugh T.H., Weller, C.L. and Krochta J.M., 1994, Edible coatings and films based on proteins. In: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO (eds.), Technomic Publishing Company, USA, pp. 201-277.

Gennadios, A., McHugh, TH., Weller, CL. and Krochta, JM., 1994 “Edible Coatings and Films Based on Proteins”, JM. Krochta, EA. Baldwin, MO. Nisperos- Carriedo (eds.), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, Technomic Publishing Company, USA, 201-277.

Ghanbarzadeh, B., Musavi, M., Oromiehie, A.R., Jomeh, Z.E., Rad, E.R. and Milani, J., 2006a, Effect of plasticizing sugars on water vapor permeability, surface energy and microstructure properties of zein films, *Food Research International*, 39:82-890.

Ghanbarzadeh, B., Musavi, M., Oromiehie, A.R., Rezayi, K., Razmi, E. and Milani, J., 2006b, Investigation of water vapor permeability, hydrophobicity and morphology of zein films plasticized by polyols, *Iranian Polymer Journal*, 15(9), 691-700.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Gniewosz, M. and Synowiec, A., 2011, Antibacterial Activity of Pullulan Films Containing Thymol, *Flavour and Fragrance Journal*, 26:389–395.

Gökmen, S., Palamutoğlu, R., Sariçoban, C., 2012, Gıda Endüstrisinde Enkapsülasyon Uygulamaları Teknolojik Araştırmalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (7) 36-50.

Gol, N. B., Patel, P. R., and Rao, T.V., 2013, Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan, *Postharvest Biology and Technology*, 85:185–195.

Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C. and Montero, P., 2010, Biodegradable Gelatin-Chitosan Films Incorporated with Essential Oils as Antimicrobial Agents for Fish Preservation, *Food Microbiology*, 27: 889-896.

Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J.L. and Guilbert, S., 1994, Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties, *International Journal of Food Science and Technology*, 29: 39-50.

Gontard, N., Marchesseau, S., Cuq, J.L. and Guilbert, S., 1995. Water vapor permeability of edible bilayer films of wheat gluten and lipids. *International Journal Food Science and Technology* 30: 49-56.

Gönül, N., 2000, Sistemler II" (Süspansiyon ve Emülsiyon Teknolojisi), Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Yayın No:82, 93 S.

Grassmann, J. and Elstner, E.F., 2003, Essential Oils/properties and uses, *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, 2177-2184.

Guerreiro, A. C., Maria L. and Maria G.C., 2015, The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries, *Postharvest Biology and Technology*, 110:51–60.

Guilbert S. and Gontard N., 1995, Edible and Biodegradable Food Packaging, In: *Foods and Packaging Materials-Chemical Interactions*, Ackerman P., Jargestad M. And Ohlsson T. (Eds.), The Royal Society Chemistry, Cambridge, 159-168.

Guilbert, S., Gontard, N. and Gorris, L. G. M., 1996, Prolongation of the Shelf-life of Perishable Food Products using Biodegradable Films and Coatings, *Lebensmittel-Wiss u-Technology*, 29:10-17.

Guillard, V., Broyart, B., Bonazzi, C., Guilbert, S. and Gontard, N., 2003, Preventing moisture transfer in a composite food using edible films: Experimental and mathematical study, *Journal of Food Science*, 68: 2267-2277.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Guillén, F., Zapata, P.J., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D.**, 2007, Improvement of the overall quality of table grapes stored under modified atmosphere packaging in combination with natural antimicrobial compounds, *Journal of Food Science*, 72(3): 185-90.
- Hammer, K.A., Carson, C.F. and Riley, T.V.** 1999, Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts, *Journal of Applied Microbiology*, 86: 985–990.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W. and Traber, M.G.**, 2004 Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*), *Postharvest Biology and Technology*, 33: 67–78.
- Han, J.H.**, 2000, Antimicrobial food packaging, *Food Technology*, 54(3): 56-65.
- Hassan, M. J.**, 1985, Application of Line Of Balance Technique for Project Planning and Scheduling in Construction Industry, MSc Thesis, Middle East Technical University, 146p.
- Holley, R.A. and Patel, D.**, 2005, Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials, *Food Microbiology*, 22:273- 292.
- Hosseini, M.H., Razavi, S.H. and Mousavi, M.A.**, 2009, Antimicrobial, Physical and Mechanical Properties of Chitosan Based Films Incorporated with Thyme, Clove and Cinnamon Essential Oils, *Journal of Food Processing and Preservation*, 33 (6),: 727-743.
- Hou C.T. and Forman, R. J.**, 2000, Growth inhibition of plant pathogenic fungi by hydroxy fatty acids, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 24, (4),275–276.
- İlyasoğlu, H. ve El, S.N.**, 2010, Nanoemülsiyonlar: Oluşumları, Yapıları Ve Kollodial Salınım Sistemleri Olarak Gıda Sektöründe Kullanım Alanları, *Gıda*, 35 (2): 143-150.
- Jafari, S., He, Y. and Bhandari, B.**, 2007, Optimization of nano-emulsions production by microfluidization. *European Food Research and Technology*, 225(5), 733-741.
- Jayakumar, S., Madankumar, A., Asokkumar, S., Raghunandhakumar, S., dhas, K. G., Kamaraj, S., Divya, M. G. J., Devaki, T. ,** 2012, Potential preventive effect of carvacrol against diethylnitrosamineinduced hepatocellular carcinoma in rats, *Molecular and Cellular Biochemistry*, 360: 51–60.
- JiIang, TJ ; Feng, LF ; Zheng, XL**, 2012, Effect of Chitosan Coating Enriched with Thyme Oil on Postharvest Quality and Shelf Life of Shiitake Mushroom (*Lentinus edodes*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1):188-196.
- Kalkan, S.,Ünal, E. ve Erginkaya, Z.**, 2014, Nisin İlave Edilmiş Metil Selüloz Filmlerin Antimikrobiyel Etkilerinin Belirlenmesi, *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 14:2-7.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kalt, W., Prange, R.K. and Lidster, P.D.**, 1993, Postharvest color development of strawberries: influence of maturity, temperature and light, *Canadian Journal of Plant Science*, 73:541-548.
- Kandemir N. S.**, 2006, Doğal Antimikrobiyal Madde İçeren Yenilebilir Pullulan Film Uygulamanın Hazır Salatanın Raf Ömrüne Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 163 s.
- Kandemir N. S., Yemenicioglu A., Mecitoglu Ç., Elmacı Z. S., Arslanoglu A., Göksungur Y., and Baysal T.**, 2005, Production of Antimicrobial Films by Incorporation of Partially Purified Lysozyme into Biodegradable Films of Crude Exopolysaccharides Obtained from *Aureobasidium pullulans* Fermentation, *Food Technology and Biotechnology*, 43(4):343-350.
- Karadağ, A.**, 2013, Design of Nanosized Food Delivery Systems For Antioxidants by Using Nanoemulsion, Nanosuspension and Layer By Layer Depositioning of Liposomes, Ph.D. Thesis, Istanbul Technical University, p140.
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W.N., Del Mar Contreras, M., Salehi, B., Soltani-Nejad A, Rajabi S., Tajbakhsh, M. and Sharifi-Rad, J.**, 2018, Carvacrol and human health: A comprehensive review, *Phytother Resorces*, 32(9):1675-1687.
- Kesgin, M.**, 2011, Sofralık Amaçlı Sultani Çekirdeksiz Üzüm Yetiştiriciliğinde Gölgeleme-Örtü Materyali Uygulamalarının Hasadı Geciktirme Ve Üzüm Kalitesine Etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 118 s.
- Kester, J.J., and Fennema, O.**, 1986, Edible films and coatings- A review, *Food Technology*, 40(12):47-57.
- Kim, H.O., Park, S.W. and Park, H.D.**, 2004, Inactivation of Escherichia Coli O157:H7 by Cinnamic Aldehyde Purified From Cinnamomum Cassia Shoot, *Food Microbiology*, 21:105-110.
- Klangmuang, P. and Sothornvit, R.**, 2016, Barrier properties, mechanical properties and antimicrobial activity of hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite films incorporated with Thai essential oils, *Food Hydrocolloids*, 61: 609-616.
- Kotzekidou, P., Giannakidis, P. and Boulamatsis, A.**, 2006. Antimicrobial activity of some plant extracts and essential oils against foodborne pathogens in vitro and on the fate of inoculated pathogens in chocolate, *LWT - Food Science and Technology*, 41:119-127.
- Koyuncu M.A ve Savran H.E.**, 2002, Yenilebilir film ve kaplamalar ve bahçe ürünlerinde kullanımı, S.D.Ü, *Fen Bilimleri Dergisi*, 6(3):73-83.
- Krochta, J. M. and De Mulder- Johnston, C.**, 1997, Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunitites, *Journal of Food Technology*, 51(2): 61-74.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lai, H. M., and Padua, G. W., 1997, Properties and microstructure of plasticized zein films, *Cereal Chemistry*, 74(6): 771–775.

Lai, H. M., and Padua, G. W., 1998,. Water barrier properties of zein films plasticized with oleic acid, *Cereal Chemistry*, 75(2): 194–198.

Lambert, R.J.W., Skandamis P.N., Coote, P. and Nychas G.J.E., 2001, A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, *Journal of Application Microbiology*; 91:453-62.

Lambert, R.J.W., Skandamis, P.N., Coote, P.J. and Nychas, G.-J.E., 2001, A study of minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, *Journal of Applied Microbiology*, 9: 453-462.

Landfester, K., 2001, Polyreactions in Miniemulsion, *Macromolecular Rapid Communications*, 22(12);896–936.

Li, K.-K., Yin, S.-W., Yin, Y.-C., Tang, C.-H., Yang, X.-Q. and Wen, S.H., 2013, Preparation of water-soluble antimicrobial zein nanoparticles by a modified antisolvent approach and their characterization, *Journal of Food Engineering*, 119: 343–352.

López, P., Sánchez, C., Batlle, R. and Nerín, C., 2007, Development of Flexible Antimicrobial Films Using Essential Oils as Active Agents, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(21): 8814-24.

Lopez, P., Sánchez, C., Batlle, R., and Nerín, C., 2007, Development of flexible antimicrobial films using essential oils as active agents, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55: 8814–8824.

Mali, S. and Grossmann, M.V.E., 2003. Effects of yam starch on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*), *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 21: 7005–7011.

Marques, A., Encarnacao, E.S., Pedro, E.S., and Nunes, M.L., 2008, In vitro antimicrobial activity of garlic, oregano and chitosan against *Salmonella enterica*, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24: 2357–2360.

Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Bailén, G., Zapata, P.J., Serrano, M., Castillo, S. and Valero, D., 2007, Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grapes, *International Journal of Food Microbiology*, 115: 144–148.

Mason, T.G., Wilking, J.N., Meleson, K., Chang, C.B. and Graves, S.M., 2006, Nanoemulsions: formation, structure, and physical properties. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 18(41), 635.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Matan, N., Rimkeere, H. , Mawson, A.J., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V. and Parker, M., 2006, Antimicrobial Activity of Cinnamon and Clove Oils Under Modified Atmosphere Conditions, *Intetrnational Journal of Food Microbiology*, 107: 180-185.

McClements and D.J., 2007, Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(7): 611-649.

McClements, D.J. and Li, Y., 2010, Structured emulsion-based delivery systems: Controlling the digestion and release of lipophilic food components, *Advances in Colloid and Interface Science*, 159(2): 213-228.

McClements, D.J., 2011, Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance, *Soft Matter*, 7(6): 2297-2316.

Melholm, O. and Dalgaard, P., 2002, Antimicrobial activity of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34: 27-31.

Meng, X., Li, B., Liu, J. and Tian, S., 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage, *Food Chemistry*, 106:501–508.

Miller, K. S. and Krochta, J. M., 1997, Oxygen and Aroma Barrier Properties in Edible Films, *Trends in Food Science and Technology*, 8: 228-237.

Moldao-Martins, M., Beirao-da-Costa, S.M. and Beirao-da-Costa, M.L., 2003, The effects of edible coatings on postharvest quality of the Bravo de Esmolfe apple, *European Food search Technology*, 217: 325–328.

Montealegre, J.R., López, C., Stadnik, M.J., Henríquez, J.L., Herrera, R., Polanco, R., Di Piero, R.M. and Pérez, L.M., 2010, Control of grey rot of apple fruits by biologically active natural products, *Tropical Plant Pathology*, 35:271–276.

Moraru, C.I., Panchapakesan, C.P., Huang, Q., Takhistov, P., Liu, S., Kokini, J.L., 2003, Nanotechnology: a new frontier in food science, *Food Technology*, 57(12): 24-29.

Moreira, M.R., Ponce, A.G., del Valle, C.E. and Roura, S.I., 2005, Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen, *LWT - Food Science and Technolog*, 38: 565-70.

Mytle, N., Anderson, G.L., Doyle, M.P. and Smith, M.A., 2006, Antimicrobial activity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters, *Food Control*, 17: 102–107.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R. and De Feo, V.**, 2013, Effect of essential oils on pathogenic bacteria, *Pharmaceuticals (Basel)*, 6:1451–1474.
- Neira, L.M, Agustinelli, S.P. , Ruseckaite, R.A., and Martucci, J.F.**, 2019, Shelf life extension of refrigerated breaded hake medallions packed into active edible fish gelatin films, *Packaging Technology and Science*, 32(9) 471-480.
- Nisperos-Carriedo, M. O.**, 1994, Edible coatings and films based on polysaccharides. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin, & M. N. Nisperos-Carriedo (Eds.), *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co., 305–335.
- Nogueira, J. H. C., Gonalez, E., Galleti, S. R., Facanali, R., Marques, M. O. M. and Felício, J. D.**, 2010, Ageratum conyzoides essential oil as aflatoxin suppressor of *Aspergillus flavus*, *International Journal of Food Microbiology*, 137(1): 55-60.
- Nonsee, K., Supitchaya, C. and Thawien, W.**, 2011, Antimicrobial activity and the properties of edible hydroxypropylmethylcellulose based films incorporated with encapsulated clove, *International Food Research Journal*, 18(4):1531-1541.
- Oh, Y.A., Oh, Y.J., Song, A.Y., Won, J.S., Song, K.B. and Min, S.C.**, 2017, Comparison of effectiveness of edible coatings using emulsions containing lemongrass oil of different size droplets on grape berry safety and preservation, *LWT- Food Science and Technology* 75:742-750.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H.**, 2010, 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.
- Olivas, G. I., Mattinson, D. S., and Barbosa-Cánovas, G. V.**, 2007, Alginate coatings for preservation of minimally processed ‘Gala’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1):89-96.
- Omidbeygi, M., Barzegar, M., Hamidi Z. and Naghdibadi, H.**, 2007, Antifungal Activity of Thyme, Summer Savory and Clove Essential Oils Against *Aspergillus Flavus* in Liquid Medium and Tomato Paste, *Food Control*, 18:1518-1523.
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı**, Paracık Boyutu ve Zeta Potansiyel Ölüm Laboratuvarı, <https://merlab.metu.edu.tr/tr/parcacik-boyutu-ve-zeta-potansiyel-olcum-laboratuvari-pzl>, (Erişim Tarihi:08.03.2017)
- Ouattara, B., Simard, R., Holley, R.A., Piette, G.J. and Begin, A.**, 1997, Antibacterial Activity of Selected Fatty Acids and Essential Oils Against Six Meat Spoilage Organisms, *International Journal of Food Microbiology*, 37: 155-162.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2006, Antimicrobial Effects of Alginate-Based Film Containing Essential Oils for The Preservation of Whole Beef Muscle, *Journal of Food Protection*, 69(10): 2364-2369.

Ova, G. ve Kafta, A., 2011, Antimikrobiyal ambalajlama, <http://www.dunyagida.com.tr/haber/antimikrobiyal-ambalajlama/1306> (Erişim Tarihi:22.05.2020).

Özcan, Ö., 2013, Hibrit Nanopartiküllerin Miniemülsiyon Polimerizasyonu İle Üretilmesinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115S.

Özdemir M. and Floros, J.D., 2004, Active food packaging technologies, *Food Science and Nutrition*, 44: 185-193.

Özdemir, M. and Floros, J.D., 2001, Analysis and modeling of potassium sorbate diffusion through edible whey protein films, *Journal of Food Engineering*. 47: 149-155.

Özdemir, M. and Floros, J.D., 2003, Film composition effects on diffusion of potassium sorbate through whey protein films, *Journal of Food Science*. 68: 511-516.

Padua, G.W. and Wang, Q., 2002, Formation and properties of corn zein films and coatings. Protein Based Films and Coatings. A Gennadios (Edited), CRC Pres., 43-67.

Palmer, A.S., Stewart, J. and Fyfe, L., 2001, The Potential Application of Plant Essential Oils as Natural food preservatives in soft cheese, *Food Microbiology*, 18:463-470.

Pan, Y., Tikekar, R. V., Wang, M. S., Avena-Bustillos, R. J. and Nitin N., 2015, Effect of barrier properties of zein colloidal particles and oil-in-water emulsions on oxidative stability of encapsulated bioactive compounds, *Food Hydrocolloids*, 43: 82-90.

Park, H.J. and Chinnan, M.S., 1995, Gas and Water Vapor Barrier Properties of Edible Films from Protein and Cellulosic Materials, *Journal of Food Engineering*, 25: 497-507.

Pereda, M., Amica, G., Marcovich, N. E., 2012, Development and characterization of edible chitosan/olive oil emulsion films, *Carbohydrate Polymers*, 87(2): 1318-1325.

Peretto G., Du W.X., Avena-Bustillos R.J., Sarreal S.B.L., Hua S.S.T., Sambo P. and McHugh T.H., 2014, Increasing shelf-life with carvacrol and methyl cinnamate antimicrobial vapors released from edible films, *Postharvest Biology and Technology*, 89:11-18.

Ponce, A., Roura, S., Del Valle, C. and Moreira, M. R., 2003, Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *In vitro* and *in vivo* studies, *Postharvest Biology and Technology*, 49: 294-300.

Ponce, A.G., del Valle, C.E. and Roura. S.I., 2004, Natural essential oils as reducing agents of peroxidase activity in leafy vegetables, *LWT-Lebensmittel Wiss Technology*, 37:199-204.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Pranoto, Y., Rakshit, S. K. and Salokhe, V. M., 2005, Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin, *LWT - Food Science and Technology*, 38: 859-865.

Pranoto, Y., Rakshit, S. K., and Salokhe, V. M., 2005, Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin, *LWT-Food Science and Technology*, 38: 859-865.

Pranoto, Y., Rakshit, S.K. and Salokhe, V.M., 2005, Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin, *LWT-Food Science and Technology*, 38: 859-865.

Quintavalla, S. and Vicini, L., 2002, Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry, *Meat Science*, 62: 373-38.

Ramos, M., Beltrán, A., Peltzer, M., Valente, A. J. M. and Garrigós, M.C., 2014. Release and antioxidant activity of carvacrol and thymol from polypropylene active packaging films, *LWT - Food Science and Technology*, 58: 470-477.

Rasooli, I., Rezaei, M. B. and Allameh, A., 2006, Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. *Food Control*, 17(5): 359-364.

Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., and Martín Belloso, O., 2008 a, Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon, *International Journal of Food Microbiology*, 121: 313-327.

Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., and Martín Belloso, O., 2008 b, Comparative study on essential oils incorporated into an alginate-based edible coating to assure the safety and quality of fresh-cut Fuji apples, *Journal of Food Protection*, 71(6):1150-1161.

Reglinski, T., Elmer, P.A.G., Taylor, J.T., Wood, P.N. and Hoyte, S.M., 2010, Inhibition of *Botrytis cinerea* growth and suppression of botrytis bunch rot in grapes using chitosan, *Plant Pathology*, 59:882–890.

Riháková, Z., Ploková, M., Filip, V., Šmidrkal, J., 2001, Antifungal activity of lauric acid derivatives against *Aspergillus niger*. *Eur. Food Res. Technol.* 213, 488–490.

Rojas-Graü MA, Soliva-Fortuny R. and Martín-Belloso O., 2009, Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: A review, *Trends Food Science and Technology*, 20: 438-447.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Rojas-Graü, M.A., Avena-Bustillos, R.J., Friedman, M., Henika, P.R., Martín-Belloso, O. and McHugh, T.H., 2007c, Mechanical, Barrier And Antimicrobial Properties Of Apple Pure Alignate Films Containing Essential Oils, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 9262-9267.

Rojas-Graü, M.A., Avena-Bustillos, R.J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P.R., Martin-Belloso, O., Pan, Z. and McHugh, T.H., 2007(b), Effects of Plant Essential Oils and Oil Compounds on Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Alginate-Apple Puree Edible Films, *Journal of Food Engineering*, 81: 634–641.

Rojas-Graü, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R.C., AvenaBustillos, R.C., McHugh, T.H. and Martin-Belloso, O. 2007(a), Apple Puree-Alginate Edible Coating as Carrier of Antimicrobial Agents to Prolong Shelf-Life of Fresh-Cut Apples, *Postharvest Biology and Technology*, 45: 254–264.

Roller S. and Seedhar, P., 2002, Carvacrol and Cinnamic Acid İnhibit Microbial Growth in Fresh-Cut Melon and Kiwifruit at 4°C and 8°C, *Letters in Applied Microbiology*, 35: 390-394.

Romanazzi, G., Gabler, F.M., Margosan, D., Mackey, B.E. and Smilanick, J.L., 2009, Effect of chitosan dissolved in different acids on its ability to control postharvest gray mold of table grape. *Phytopathology* 99: 1028–1036.

Ruberto, G. and Baratta MT., 2000, Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems, *Food Chemistry*, 69:167–74.

Sağdıç, O. and Özcan, M., 2003, Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols, *Food Control*, 14:141-143.

Salgado, P.R., Ortiz, C.M., Musso, Y.S., Di, Giorgio, L. and Mauri, A.N., 2015, Edible films and coatings containing bioactives, *Current Opinion in Food Science*, 5: 86-92.

Sanchez-Gonzalez, L., Gonzalez-Martinez, C., Chiralt, A. and Chafer, M., 2010, Physical and antimicrobial properties of chitosanetea tree essential oil composite films, *Journal of Food Engineering*, 98: 443-452.

Sanchez-Gonzalez, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C. and Chafer, M., 2011, Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 60:57–63.

Sánchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A. and Cháfer, M., 2011, Use of Essential Oils in Bioactive Edible Coatings: A Review.. *Food Engineering Reviews*, 3(1):1-16.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Santiago-Silva, P., Soares, N.F.F., Nóbrega, J.E., Júnior, M.A.W., Barbosa, K.B.F., Volp, A.C.P, Zerdas, E. and Würdlitz, N.J.,** 2009, Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA 2351) on preservation of sliced ham, *Food Control*, 20: 85-89.
- Santipanichwong, R., Suphantharika, M., Weiss, J., McClements, D.J.,** 2008, Core-shell biopolymer nanoparticles produced by electrostatic deposition of beet pectin onto heat-denatured beta-lactoglobulin aggregates, *Journal of Food Science*, 73(6): 23-30.
- Sarıkuş, G.,** 2006, Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyel inaktivasyona etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, 69 s.
- Selvi, A.K.,** 2015, Ege Bölgesi'nde Üzümlerde Botrytis Cinerea İzolatlarının Bazı Fungisitlere Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi Ve Moleküler Karakterizasyonu, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Bornova-İZMİR, 86 s.
- Seow, Y.X., Yeo, C.R., Chung, H.L., Yuk, H.-G.,** 2014, Plant essential oils as active antimicrobial agents, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54: 625–644.
- Silva, P. A., Abreu, C. M. P., Queiroz, E. R., Corrêa, A. D., Santos, C. D.,** 2011, Avaliação da qualidade de morangos 'Oso-Grande' submetidos ao 1-metilciclopropeno, *Revista Brasileira de Armazenamento*, 36(1): 13-21.
- Silva, P.A., Abreu, C.M.P., Asmar, S.A., Correa, A.D.,** 2013. Quality evaluation of strawberries grown in the region of Lavras, Minas Gerais State, *Acta Scientiarum*, 35: 777-782.
- Smith-Palmer, A., Steward, J. and Fyfe, L.,** 2001, The potential application of plant essential oil as natural food preservatives in soft cheese, *Food Microbiology*, 18: 463-470.
- Sorrentino, A., Gorrasi, G. and Vittoria, V.,** 2007, Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications, *Trends in Food Science and Technology*, 18: 84-95.
- Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K and Bigger SW.** 2003, Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications, *Journal of Food Science*, 68(2): 408-420.
- Tanada-Palmu, P.S. and Grosso, C.R.F.,** 2005, Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality of strawberry, *Postharvest Biology and Technology*, 36(2): 199-208.
- Tarhan, Ö., Gökmen, V. ve Harsa, Ş.,** 2010, Nanoteknolojinin Gıda Bilim ve Teknolojisi Alanındaki Uygulamaları, *Gıda*, 35(3): 219-225.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tarım** **kütüphanesi,** **Çilek** **Yetiştiriciliği-1,**
[http://www.tarimkutuphanesi.com/cilek_yetistirciligi - 1 00296.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/cilek_yetistirciligi_-_1_00296.html) (Erişim tarihi: 3 Mart 2017).
- Taştan, Ö. ve Baysal, T.,** 2015, Nanoenkapsüle Edilmiş Biyoaktif Bışenler İçeren Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Muhafazasında Kullanımı, Sözlü Sunum, 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- Taştan, Ö., Ferrari, G., Baysal, T. and Donsi, F.,** 2016, Understanding the effect of formulation on functionality of modified chitosan films containing carvacrol nanoemulsions, *Food Hydrocolloids* 61: 756-771.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A. F.,** 2006, Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 41-50.
- Temiz, H. ve Yeşilsu, A. F.,** 2006, Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 41-50.
- Tesch, S.,** 2002, Charakterisierung meschaniere Emulgiervverfahren: Herstellen und Stabilisieren von Tropfen als Teilschritt beim Formulieren von Emulsionen, *Shaker Verlag*, Aachen.
- “1
- Tihminlioglu, F., Atik, I.D . and Özen, B.,** 2010, Water vapor and oxygen-barrier performance of corn-zein coated polypropylene films, *Journal of Food Engineering*, 96:342–347.
- Torlak E. ve Nizamhoğlu M.,** 2009a, Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 25(1-2): 15-21.
- Torlak E.,** 2009b, Doğal Antimikrobiyal Maddeler İle Hazırlanan Yenilebilir Ve Kaplanmış Plastik Filmlerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojenlere Etkileri, Doktora Tezi, Selcuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 84 sf.
- Toroğlu, S., Dıgrak, M. and Çenet, M.,** 2006, Baharat olarak tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe bitki uçucu yağlarının antimikrobiyel aktiviteleri ve antibiyotiklere in-vitro etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9(1):20-26.
- Trahantan, R. N,** 2003, Biodegradable Films and Composite Coatings: Past, Present and Future, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 71-78.
- TSE, TS EN 13130-1:** Gıdalarla temas eden malzeme ve mamuller - Plâstik maddelerle ilgili sınırlamalar - Bölüm 1: Plâstiklerden gıdalara ve taklit gıdalara geçen belirli maddelerin tayini için deney yöntemleri ve taklit gıdalara maruz bırakma şartlarının seçimi, 9s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T. ve Turhan, S., 2017, Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları, *Akademik Gıda*, 15(1): 84-94.

Uçan, F., 2008, DL-Limonenin mayalar üzerine antifungal etkisi. Ç.Ü., FenBil. Enst.,Biyoteknoloji ABD., Yüksek lisans tezi. 62 s.

Ultee, A., Slump, R.A., Steging, G. and Smid, E.J., 2000, Antimicrobial Activity of Carvacrol toward *Bacillus cereus* on Rice, *Journal of Food Protection*, 63(5): 620–624.

UNE-EN 13130-1:2005, Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics substances subject to limitation. Guide to test methods for the specific migration of substances from plastics to foods and food simulants and the determination of substances in plastics and the selection of conditions of exposure to food simulants.

Valenzuela, C., Tapia C., López, L., Bunger, A., Escalona, V., and Abugoch, L., 2015, Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality, *Electronic Journal of Biotechnology*, 18(6): 406-411.

Valero, D., 2008, The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits, *Trends in Food Science & Technology*, 19(9):464-471.

Valero, D., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, A. and Serrano, M., 2006, The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 41: 317–327.

Valero, M. and Salmerón, M.C., 2003, Antibacterial activity of essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth, *International Journal of Food Microbiology*, 85:73-81.

Valverde, J.M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D., 2005(a), Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol., *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53:7458-64.

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., and Gonzalez-Martinez, C., 2009, Characterization of chitosan-oleic acid composite films, *Food Hydrocolloids*, 23: 536–547.

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C., 2006, Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings, *Postharvest Biotechnology and Technology*, 41: 164–171.

Velluti, R., Marlin, S., Gonzalez, P., Ramos A.J. and Sanchis, V., 2004, Initial Screening for Inhibitory Activity of Essential Oils on Growth of *F. Verticillioides*, *F. Proiferatum* and *F. Graminearum* on Maize-Based Agar Media, *Food Microbiology*, 21: 649-656.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Villalobos, R., Hernandez-Munoz, P. and Chiralt, A.**, 2006, Effect of surfactants on water sorption and barrier properties of hydroxypropyl methylcellulose films, *Food Hydrocolloids*, 20(4), 502–509.
- Vu, K.D., Hollingsworth, R.G., Leroux, E., Salmieri, S. and Lacroix, M.**, 2011, Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries, *Food Research International*, 44: 198-203.
- Wang C.Y. and Buta J.G.**, 2003, Maintaining Quality of Fresh-Cut Kiwifruit with Volatile Compounds, *Postharvest Biology and Technology*, 28, 181-186.
- Weiss, J., Takhistov, P. and McClements, D.J.**, 2006, Functional materials in food nanotechnology. *Journal of Food Science*, 71(9): 107-116.
- Wu, Y., Luo, Y. and Wang, Q.**, 2012, Antioxidant and antimicrobial properties of essential oils encapsulated in zein nanoparticles prepared by liquid dispersion method, *LWT - Food Science and Technology*, 48:283-290.
- Yaman, O. and Bayındırılı, L.**, 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries, *LWT - Food Science and Technology*, 35: 146–150.
- Zevallos, C.L. and Krochta, J.M.**, 2003, Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects, *Journal of Food Science*, 68(1): 176 – 181.
- Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P. and Biliaderis, C.G.**, 2009, Physico Chemical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Oregano Oil and Their Antimicrobial Action Against Spoilage Flora of Fresh Beef, *Meat Science*, 82: 338–345.
- Zivanovic, S., Chi, S. and Draughton, A.E.**, 2005, Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils, *Journal of Food Science*, 70: 45-51.

TEŞEKKÜR

Bu kadar uzun bir süreçten sonra teşekkür bölümünü yazıyor olmak mutluluk verici.

Doktora eğitimim sırasında bana her zaman destek olan, kritik zamanlardaki önemli desteğiyle bu çalışmayı tamamlamama olanak sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Taner BAYSAL'a,

Bu süreçte fikirleri ile tez çalışmama yön verdikleri ve tüm aksaklıkları anlayışla karşıladıkları tez jüri üyelerim, Prof. Dr. M. Yekta GÖKSUNGUR'a ve Prof.Dr. Ahmet YEMENİCİOĞLU'na,

Tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen, hem akademik hem duygusal desteği ile yanımda olan meslektaşım arkadaşım Dr.Özge TAŞTAN'a,

Analizler sırasında destek aldığım Doç.Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN'e, Yrd.Doç.Dr. Deniz APAYDIN GİRAY'a,

Teknik destekleri için çalışma arkadaşlarım Hülya SÖKMEN'e ve Serkan ONAT'a ve tüm iş arkadaşlarıma,

Son olarak hep yanımda olan annem Nimet KANDEMİR başta olmak üzere, büyük ailem Sabahat KARAMAN, Gülay KARAMAN, Kamil KARAMAN'a, sabrı, tüm desteği için hayat arkadaşım, eşim Gökhan GİRAY'a çok teşekkür ederim. Tezimi, ikiz çocuklarım Begüm'e ve Oğuz'a ithaf ediyorum.

14/07/2020

Nilay Sultan GİRAY

ÖZGEÇMİŞ

Nilay Sultan GİRAY, 1980 yılında İzmir’de doğdu. 2002 yılında Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Aynı yıl Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi ve Mühendisliği Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitime, 2009 yılında aynı bilim dalında doktora eğitime başlamıştır. 2004 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı, Uşak İl Tarım Müdürlüğüne Gıda Mühendisi olarak atanmıştır. Halen Tarım ve Orman Bakanlığı İzmir Gıda Kontrol Laboratuvarında Gıda Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.





EKLER

Ek 1.Çilek/Üzüm için duyuşal değerdendirme formu

Ek 2. Örneklerin Depolama Boyunca incelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerinin İstatistiksel Değerdendirmesi

Ek 3. Varyasyon Katsayılarının İstatistiksel Olarak Değerdendirilmesi



EKLER

Ek 1.Çilek/Üzüm için duyusal değerlendirme formu

Panelist Adı:

Tarih:

Değerlendirme Kriteri				
Örnek No	Görünüş	Yapı	Tat	Koku
1				
2				
3				

9-8: Çok iyi 7-6: İyi 5-4: Orta 3-2: Kötü 1: Çok kötü

Görünüş: Beyaz veya sarımsı renkte

Yapı: Homojen

Tat-Koku: Kendine has tat ve kokuda

Ek 2. Üzüm Örneklerinin Depolama Boyunca incelenen Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerinin İstatistiksel Değerlendirmesi

[DataSet6] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS gruplar arası farklar\gruplar arası fark 0 gün veri.sav

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	
3	3	18,66667		
2	3		20,80000	
1	3		20,96667	
Sig.		1,000	,776	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	4,03000	4,06000	4,09000
2	3			
3	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	,43201	,46722	,49971
2	3			
3	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ASKORBİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	7,36748		
3	3		7,61990	
2	3			8,16927
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

FENOLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	28,94936	
3	3		37,38071
2	3		41,52447
Sig.		1,000	,223

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	36,36333		
1	3		37,89333	
3	3			38,23000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	-1,04000		
1	3		-,38667	
3	3			-,19667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	26,46000		
3	3		27,07667	
1	3			28,34333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	-1,5633	
1	3	-1,5600	
2	3		-1,5300
Sig.		,267	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	1,93000
3	3	2,07333
1	3	2,09000
Sig.		,317

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

[DataSet6] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS gruplar arası farklar\gruplar arası fark 3 gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	1,75756	2,29809
2	3	1,91313	
1	3		
Sig.		,270	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	2,64143	3,61911
1	3	2,81047	
3	3		
Sig.		,238	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	,32163	
2	3		,39963
3	3		,43740
Sig.		1,000	,125

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ASKORBİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	4,02673
2	3	4,08612
1	3	4,09354
Sig.		,064

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

FENOLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	28,34000	
3	3		35,67333
2	3		35,77333
Sig.		1,000	,958

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKRODEPOLAMA

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	1,59973
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

NEM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	70,72000	73,59333
2	3		
3	3		
Sig.		1,000	,206

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	4,09667
3	3	4,11667
1	3	4,11667
Sig.		,117

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	34,58667		
3	3		35,53667	
2	3			37,30333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	-1,47333		
1	3		-1,10667	
2	3			1,09667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	22,96000	
2	3		24,52000
3	3		24,58667
Sig.		1,000	,738

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

C

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	2,7998	5,4320
2	3	2,8554	
1	3		
Sig.		,721	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	3,0535	3,8857	6,3633
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	,04000	20,53333	21,60000
3	3			
2	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	-1,51000		
2	3		1,71667	
3	3			1,99667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS gruplar arası farklar\gruplar arası fark 7 gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	3,16820	
2	3	3,71355	
1	3		5,44274
Sig.		,134	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	2,66058	
3	3		2,93719
1	3		3,13380
Sig.		1,000	,067

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	,26250	
3	3	,29250	
2	3		,33000
Sig.		,078	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ASKORBİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	3,90794		
3	3		4,01188	
2	3			4,14551
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

FENOLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	24,43200	
3	3	25,84533	
2	3		37,39200
Sig.		,099	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MİKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	,00000	3,04433	3,95000
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	4,17000	4,20333
1	3		
3	3		
Sig.		1,000	,595

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	36,56333	39,19333	40,34333
2	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	-,98333		
3	3		1,43333	
2	3			2,75000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	24,24333		
1	3		25,95667	
2	3			26,95333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	2,46047		
3	3		3,26899	
2	3			3,78820
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	3,47310	4,70065
3	3	3,67026	
2	3		
Sig.		,153	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	16,26667	19,50000	21,03333
2	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	1,63667
3	3	1,77333
1	3	1,80333
Sig.		,278

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

[DataSet4] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS gruplar arası farklar\gruplar arası fark 14 gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	5,34452		
2	3		5,79496	
1	3			8,52219
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	1,41842		
3	3		3,35154	
1	3			3,63440
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	,26250
3	3	,26250
1	3	,28750
Sig.		,056

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

ASKORBİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	4,09354
1	3	4,16778
2	3	4,16778
Sig.		,082

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

FENOLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	26,30667
2	3	29,40667
1	3	29,67333
Sig.		,109

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	1,46007		
2	3		3,71880	
1	3			5,40340
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	,0000		
2	3		1,6414	
1	3			5,4656
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	4,21667
1	3	4,23000
3	3	4,24000
Sig.		,618

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	34,14000	
1	3		36,24000
2	3		36,65333
Sig.		1,000	,148

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	-1,05333		
1	3		-,19000	
2	3			,78000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	22,60000		
3	3		23,16667	
1	3			25,75333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	2,5975	
3	3		4,0054
2	3		4,2693
Sig.		1,000	,207

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	3,0851		
2	3		4,2861	
3	3			5,7261
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	19,60000	
2	3	20,90000	
1	3		23,60000
Sig.		,257	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	1,45667
2	3	1,50667
1	3	1,53000
Sig.		,847

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

[DataSet5] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS gruplar arası farklar\gruplar arası fark 21 gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	7,12771	9,63572
3	3	7,38353	
1	3		
Sig.		,374	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	2,56041	3,69310
3	3	2,66667	
1	3		
Sig.		,126	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
1	3	,23000
2	3	,24250
3	3	,24500
Sig.		,056

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

ASKORBİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	3,88567
3	3	3,88567
1	3	3,96733
Sig.		,383

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

FENOLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	28,50667	42,54000
1	3	33,10667	
2	3		
Sig.		,199	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	,00000	1,75492	4,87657
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	1,6931	2,7833	4,6415
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	4,27333	4,45333
3	3		
2	3		
Sig.		1,000	,146

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	34,25667	36,26000	36,95667
2	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	-,73333		
3	3		-,31667	
2	3			,18333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	21,35667		
2	3		22,49667	
1	3			24,98667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	3,3954		
2	3		4,1280	
3	3			5,7326
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	3,5008		
2	3		4,1317	
3	3			7,0257
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	22,63333	
1	3	22,83333	
2	3		26,60000
Sig.		,872	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	1,40000
2	3	1,48667
1	3	1,55333
Sig.		,495

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

Üzüm\SPSS aynı grup günler arası farklar\GRUP ICI A.sav

agirlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
0	3	,000000				
3	3		2,298090			
7	3			5,442736		
14	3				8,522193	
21	3					9,635717
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antimikrobiyal etkinlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	2,810467		
7	3		3,133800	
0	3			3,634400
14	3			3,634400
21	3			3,693100
Sig.		1,000	1,000	,422

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
21	3	,230000			
7	3	,262500	,262500		
14	3		,287500	,287500	
3	3			,321632	
0	3				,432124
Sig.		,104	,199	,090	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Askorbik1

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
7	3	3,9079			
21	3	3,9673			
3	3		4,0935		
14	3			4,1678	
0	3				7,3675
Sig.		,070	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

fenolik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
7	3	24,432000	
3	3	28,340000	28,340000
0	3	28,949358	28,949358
14	3	29,673333	29,673333
21	3		33,106667
Sig.		,169	,208

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Mikrobiyolojik depolama
Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
0	3	,000000				
3	3		1,599733			
7	3			3,950000		
21	3				4,876567	
14	3					5,403400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	,000000		
3	3	,000000		
7	3	,000000		
21	3		4,641500	
14	3			5,465600
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	4,03000			
3	3		4,11667		
7	3			4,20333	
14	3			4,23000	
21	3				4,27333
Sig.		1,000	1,000	,052	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
3	3	34,58667				
14	3		36,24000			
21	3			36,95667		
0	3				37,89333	
7	3					40,34333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
3	3	-1,10667				
7	3		-,98333			
21	3			-,73333		
0	3				-,38667	
14	3					-,19000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
3	3	22,96000			
21	3		24,98667		
14	3			25,75333	
7	3			25,95667	
0	3				28,34333
Sig.		1,000	1,000	,108	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

C

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
7	3		2,4607		
14	3		2,6000		
21	3			3,3933	
3	3				5,4333
Sig.		1,000	,269	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
14	3		3,0833		
7	3			3,4730	
21	3			3,5000	
3	3				6,3633
Sig.		1,000	1,000	,837	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	20,96667	
7	3	21,03333	
3	3	21,30000	
21	3	22,83333	22,83333
14	3		23,60000
Sig.		,065	,383

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
14	3	1,53000	
21	3	1,55333	
7	3	1,80333	1,80333
3	3	1,87000	1,87000
0	3		2,09000
Sig.		,163	,223

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet3] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS aynı grup günler arası farklar\GRUP ICI B.sav

agırlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
0	3	,00000				
3	3		1,91313			
7	3			3,71355		
14	3				5,79496	
21	3					7,12771
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antimikrobiyal etkinlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	1,41842		
21	3		2,56041	
3	3		2,64143	
7	3		2,66058	
0	3			3,56041
Sig.		1,000	,397	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
21	3	,24250			
14	3	,26250			
7	3		,33000		
3	3			,39963	
0	3				,46722

Sig.		,101	1,000	1,000	1,000
------	--	------	-------	-------	-------

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Askorbik1

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
21	3	3,88567			
3	3		4,08612		
7	3		4,14551	4,14551	
14	3			4,16778	
0	3				8,16927
Sig.		1,000	,073	,471	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

fenolik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	29,40667		
3	3		35,77333	
7	3		37,39200	
0	3			41,52447
21	3			42,54000
Sig.		1,000	,298	,507

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Mikrobiyolojidepolama

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	,00000	
3	3	,00000	

7	3	,00000	
21	3	,00000	
14	3		3,71880
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	,00000	
3	3	,00000	
7	3	,00000	
14	3		1,64143
21	3		1,69306
Sig.		1,000	,510

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	4,06000			
3	3	4,09667			
7	3		4,18333		
14	3			4,33667	
21	3				4,51333
Sig.		,214	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$
		1
0	3	25,58333
21	3	36,26000
14	3	36,65333
3	3	37,30333
7	3	39,19333
Sig.		,096

Homojen alt gruplar arası
ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$
		1
21	3	,18333
0	3	,63333
14	3	,78000
3	3	1,09667
7	3	2,75000
Sig.		,055

Homojen alt gruplar arası
ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$
		1
0	3	18,98667
21	3	22,49667
14	3	22,60000
3	3	24,52000
7	3	26,95333
Sig.		,151

Homojen alt gruplar arası
ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

c

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	1,3667	
3	3	2,8567	2,8567
7	3		3,7880
21	3		4,1300
14	3		4,2667
Sig.		,117	,161

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu = 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	1,3667	
3	3	3,0533	3,0533
21	3		4,1333
14	3		4,2867
7	3		4,7007
Sig.		,080	,107

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	15,52667	
7	3	19,50000	19,50000
14	3	20,90000	20,90000
3	3	21,60000	21,60000
21	3		26,60000
Sig.		,152	,100

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$
		1
21	3	1,48667
14	3	1,50667
7	3	1,63667
3	3	1,71667
0	3	1,93000
Sig.		,139

Homojen alt gruplar arası
ortalamalar.
Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS aynı grup günler arası
farklar\GRUP ICI C.sav

agirlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
0	3	,00000				
3	3		1,75756			
7	3			3,16820		
14	3				5,34452	
21	3					7,38353
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antimikrobiyal etkinlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	2,56041			
21	3	2,66667			
7	3		2,93719		
14	3			3,35154	
3	3				3,61911
Sig.		,200	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
21	3	,24500			
14	3	,26250			
7	3		,29250		
3	3			,43740	
0	3				,49980
Sig.		,111	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Askorbik1

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
21	3	3,88567		
7	3	4,01188	4,01188	
3	3	4,02673	4,02673	
14	3		4,09354	
0	3			7,61990
Sig.		,092	,306	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

fenolik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
7	3	25,84533	
14	3	26,30667	
21	3	28,50667	
3	3		35,67333
0	3		37,38071
Sig.		,153	,323

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Mikrobiyolojik depolama

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,00000			
3	3	,00000			
14	3		1,46007		
21	3			1,75492	
7	3				3,04433

Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
------	--	-------	-------	-------	-------

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	,00000		
3	3	,00000		
7	3	,00000		
14	3		2,47935	
21	3			2,78330
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	4,09000			
3	3	4,11667			
7	3		4,20333		
14	3			4,24000	
21	3				4,45333
Sig.		,098	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	34,14000	35,53667	36,56333	38,23000
21	3	34,25667			
3	3				
7	3				
0	3				
Sig.		,532	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$				
		1	2	3	4	5
3	3	-1,47333	-1,05333	-,31667	-,19667	1,43333
14	3					
21	3					
0	3					
7	3					
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
21	3	21,35667	23,16667	24,24333	27,07667
14	3				
7	3				
3	3				
0	3				
Sig.		1,000	1,000	,135	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

C

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
3	3		2,7967		
7	3		3,2690		
14	3			4,0067	
21	3				5,7333
Sig.		1,000	,071	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
7	3		3,6707		
3	3		3,8867		
14	3			5,7267	
21	3				7,0267
Sig.		1,000	,402	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	-1,5633			
21	3	-1,5600			
14	3		-1,5267		
3	3			-1,5100	

7	3				1,5100
Sig.		,290	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
7	3	16,26667		
0	3		18,66667	
14	3		19,60000	
3	3		20,53333	
21	3			22,63333
Sig.		1,000	,051	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
21	3	1,40000		
14	3	1,45667		
7	3		1,77333	
3	3		1,99667	1,99667
0	3			2,07333
Sig.		,665	,109	,560

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-Aynı gün gruplar arası fark\gruplar arası fark 0 gün veri.sav

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	4,72536	4,81205	5,15473
1	3			
2	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	,07256	,16908
1	3	,08709	
2	3		
Sig.		,233	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	92,71254	105,83746	165,52495
2	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	3,83000
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
2	3	,0000
3	3	,0000
1	3	,3333
Sig.		,281

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	4,94967	5,17533	5,33433
1	3			
3	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	23,48667		
2	3		26,71667	
3	3			28,06000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	20,58333		
3	3		25,96000	
1	3			29,72333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	16,94667		
3	3		19,79667	
1	3			20,54667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	34,6533		
3	3		37,3267	
2	3			39,4667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	7,63333	
2	3		9,50000
3	3		9,50000
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	1,94333	
1	3		2,10000
3	3		2,11333
Sig.		1,000	,795

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	,70667		
2	3		1,00667	
3	3			2,14667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet2] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-Aynı gün gruplar arası fark\gruplar arası fark 4. gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	3,63667	
2	3	4,52333	4,52333
1	3		5,57000
Sig.		,176	,121

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL MADDE

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	1,63616	
1	3		3,77407
3	3		3,90081
Sig.		1,000	,856

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
1	3	,44620
3	3	,44681
2	3	,47093
Sig.		,148

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

Antosiyanin

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	64,46429	105,53448	163,03018
2	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	3,93333
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,0000	1,2441
3	3	,0000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	4,93033	5,06400
3	3	4,96800	
2	3		
Sig.		,128	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	24,23667	25,86333
1	3		
3	3		
Sig.		1,000	,085

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	19,74667		
3	3		25,19000	
1	3			30,50333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	15,72000		
3	3		16,87667	
1	3			21,72333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	1,4987	
2	3	1,5037	
3	3		3,0777
Sig.		,917	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	2,6300		
1	3		2,8933	
3	3			3,5967
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	33,8233		
1	3		35,4567	
2	3			38,5267
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	7,46667	
1	3	7,53333	
2	3		8,56667
Sig.		,685	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	2,40333	3,59333
1	3	2,84333	
2	3		
Sig.		,085	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
1	3	1,16000
3	3	1,61000
2	3	2,10000
Sig.		,095

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

[DataSet2] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-Aynı gün gruplar arası fark\gruplar arası fark 7. gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
3	3	8,57467
1	3	9,55255
2	3	10,07024
Sig.		,276

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=

3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	,00000	3,22333	3,66667
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	,44158	,57494 ,58857
2	3		
3	3		
Sig.		1,000	,287

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	34,21120	80,74152	114,10823
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	4,54000
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	4,99067	5,06800	5,08933
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	26,23000	28,23000	29,84000
2	3			
3	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	22,06333		
3	3		24,44667	
1	3			27,62667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	18,30667	
2	3		18,70667
3	3		18,93000
Sig.		1,000	,073

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	1,7932		
2	3		2,2829	
1	3			3,0724
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	2,5300	
2	3	2,7967	
1	3		4,1267
Sig.		,151	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	33,5267		
3	3		37,7500	
2	3			40,2967
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	6,66667	
3	3		7,50000
2	3		7,76667
Sig.		1,000	,149

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	2,76000	
1	3		4,08000
2	3		4,37667
Sig.		1,000	,084

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$
		1
1	3	,66667
3	3	,88000
2	3	1,08333
Sig.		,084

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu=
3,000.

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-Aynı gün gruplar arası fark\gruplar arası fark 14. gün veri.sav

AGIRLIK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	18,28837	
3	3	18,90622	
1	3		23,74649
Sig.		,569	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	3,82000
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Asitlik

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	,58333	,74333	,86000
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	34,21120	80,74152	114,10823
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

MIKROBİYOLOJİK DEPOLAMA

Aerobik mezofilik bakteri

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,00000	4,62000
3	3	,00000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Küf

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
2	3	,0000	3,1003
3	3	,0000	
1	3		
Sig.		1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	4,99067	5,06800	5,08933
3	3			
1	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	26,23000		
2	3		28,23000	
3	3			29,84000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
2	3	15,22000		
1	3		16,34333	
3	3			28,70000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	8,38667		
2	3		12,11333	
3	3			21,89333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

C

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	1,7932		
1	3		3,0724	
2	3			18,7067
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
3	3	4,6933		
2	3		7,4533	
1	3			22,6567
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	27,1433		
3	3		37,3400	
2	3			38,5167
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
1	3	4,00000	4,70000
3	3	4,03333	
2	3		
Sig.		,746	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
3	3	3,57000	5,23667
1	3		
2	3		
Sig.		1,000	,252

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

GRUP	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
1	3	,38677	1,73333	2,35330
3	3			
2	3			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI A.sav

agırlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,000000			
4	3		5,568161		
7	3			9,552548	
14	3				23,746488
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antimikrobiyal etkinlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
7	3	3,668302		
4	3		3,774073	
14	3		3,818525	
0	3			4,812054
Sig.		1,000	,277	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	,087093		
7	3		,441579	
4	3		,446201	
14	3			,861257
Sig.		1,000	,806	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	56,2064		
7	3		114,1082	
4	3			163,0302
0	3			165,5249
Sig.		1,000	1,000	,083

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Mikrobiyolojik depolama-aerobik mezofilik bakteri

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	3,830000			
4	3		3,933333		
7	3			4,540000	
14	3				4,620000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

mikrobiyolojik depolama- küf

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,333333			
4	3		1,244131		
7	3			2,000000	
14	3				3,100343
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	4,78833			
4	3		4,93033		
7	3			5,08933	
0	3				5,17533
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	9,88667			
0	3		23,48667		
4	3			25,86333	
7	3				26,23000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	16,34333			
7	3		27,62667		
0	3			29,72333	
4	3				30,50333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	8,38667			
7	3		18,30667		
0	3			20,54667	
4	3				21,72333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
4	3		1,4987		
7	3			3,0724	
14	3				18,1612
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
4	3		2,8933		
7	3			4,1267	
14	3				22,6567
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	27,1433		
7	3		33,5267	
0	3			34,6533
4	3			35,4567
Sig.		1,000	1,000	,097

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	4,00000		
7	3		6,66667	
4	3			7,53333
0	3			7,63333
Sig.		1,000	1,000	,256

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
14	3	,38677	
7	3	,66723	
0	3	,70800	
4	3		1,16050
Sig.		,073	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	2,10000			
4	3		2,84333		
7	3			4,08000	
14	3				5,23667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet6] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI B.sav

agırlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,000000			
4	3		4,522451		
7	3			10,070239	
14	3				18,288370
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antimikrobiyal etkinlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
7	3	,000000		
14	3	,000000		
4	3		1,636162	
0	3			5,154730
Sig.		1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	,169082		
4	3		,470932	
7	3			,574945
14	3			,584415
Sig.		1,000	1,000	,403

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
14	3	30,3240	
7	3	34,2112	
4	3		105,5345
0	3		105,8375
Sig.		,083	,881

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	4,94967			
7	3		4,99067		
4	3			5,06400	
14	3				5,24167
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
4	3	24,23667			
14	3		24,81667		
0	3			26,71667	
7	3				28,23000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	15,22000			
4	3		19,74667		
0	3			20,58333	
7	3				22,06333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	12,11333			
4	3		15,72000		
0	3			16,94667	
7	3				18,70667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

C

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
14	3		7,2331		
4	3			15,7200	
7	3				18,7067
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	,0000		
4	3		2,6300	
7	3		2,7967	
14	3			7,4533
Sig.		1,000	,503	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

HUE

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	38,5167		
4	3	38,5267		
0	3		39,4667	
7	3			40,2967
Sig.		,972	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	4,70000			
7	3		7,76667		
4	3			8,56667	
0	3				9,50000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$	
		1	2
0	3	1,00667	
7	3	1,08333	
4	3		2,10000
14	3		2,35333
Sig.		,647	,155

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	1,94333			
4	3		3,59333		
7	3			4,37667	
14	3				5,47667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

[DataSet7] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI C.sav

agrlık

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,000000			
4	3		3,633728		
7	3			8,574669	
14	3				18,906220
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

antimikrobialaktivite

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	,000000			
7	3		3,220604		
4	3			3,900810	
0	3				4,725364
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

asitlik

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,072557			
4	3		,446811		
7	3			,588570	
14	3				,745049
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Antosiyanin

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
14	3	50,3402	64,4643	80,7415	92,7125
4	3				
7	3				
0	3				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

pH

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
4	3	4,96800	5,05367	5,33433
14	3			
7	3			
0	3			
Sig.		1,000	,358	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

L

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
4	3	26,20333	28,06000	29,84000	31,23667
0	3				
7	3				
14	3				
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

a

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
7	3	24,44667			
4	3		25,19000		
0	3			25,96000	
14	3				28,70000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

b

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
4	3	16,87667			
7	3		18,93000		
0	3			19,79667	
14	3				21,89333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

c

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
7	3		1,7932		
4	3			3,0777	
14	3				3,4512
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

E

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
0	3	,0000			
7	3		2,5300		
4	3			3,5967	
14	3				4,6933
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Hue

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
4	3	33,8233		
0	3		37,3267	
14	3		37,3400	
7	3			37,7500
Sig.		1,000	,911	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

SÇKM

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
14	3	4,03333		
4	3		7,46667	
7	3		7,50000	
0	3			9,50000
Sig.		1,000	,862	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Tekstür

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$
-----	---	-----------------

		1	2
7	3	,88000	
4	3	1,61000	1,61000
14	3	1,73333	1,73333
0	3		2,14667
Sig.		,072	,230

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Şeker

Duncan

gun	N	$\alpha = 0.05$		
		1	2	3
0	3	2,11333		
4	3	2,40333		
7	3		2,76000	
14	3			3,57000
Sig.		,069	1,000	1,000

Homojen alt gruplar arası ortalamalar.

Harmonik ortalama örnek boyutu= 3,000.

Ek.3 Korelasyon Katsayısı

Nonparametric Correlations (Çilek Kontrol)

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI A.sav

Correlations			asitlik	pH
Spearman's rho	asitlik	Correlation Coefficient	1,000	-,900**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	12	12
	pH	Correlation Coefficient	-,900**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Çilek Kontrol)

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI A.sav

Correlations			agırlık	SÇKM
Spearman's rho	agırlık	Correlation Coefficient	1,000	-,924**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	12	12
	SÇKM	Correlation Coefficient	-,924**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Çilek Karvakrol)

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI A.sav

Correlations			
		agırlık	SÇKM
Spearman's rho	Correlation Coefficient	1,000	-,924**
	agırlık Sig. (2-tailed)	.	,000
	N	12	12
	Correlation Coefficient	-,924**	1,000
	SÇKM Sig. (2-tailed)	,000	.
	N	12	12

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Çilek Karvakrol)

[DataSet2] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI B.sav

Correlations		
		agırlık
agırlık	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	12
SÇKM	Pearson Correlation	-,963**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	12

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Çilek Nanoemülsiyon)

[DataSet3] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI C.sav

Correlations		
	asitlik	pH
asitlik	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	,003
	N	12
pH	Pearson Correlation	-,774**
	Sig. (2-tailed)	,003
	N	12

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Çilek Nanoemülsiyon)

[DataSet3] C:\Users\nihal\Desktop\ÇİLEK\Doktora tez kimyasal analizler\Çilek-aynı grup günler arası fark\GRUP ICI C.sav

Correlations		
	agırlık	SÇKM
agırlık	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	12
SÇKM	Pearson Correlation	-,958**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	12

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Üzüm kontrol)

[DataSet1] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS aynı grup günler arası farklar\GRUP ICI A.sav

Correlations			
		agırlık	SÇKM
agırlık	Pearson Correlation	1	,644**
	Sig. (2-tailed)		,010
	N	15	15
SÇKM	Pearson Correlation	,644**	1
	Sig. (2-tailed)	,010	
	N	15	15

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Üzüm karvakrol)

[DataSet2] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS aynı grup günler arası farklar\GRUP ICI B.sav

Correlations			
		asitlik	pH
asitlik	Pearson Correlation	1	-,902**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	15	15
pH	Pearson Correlation	-,902**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	15	15

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Nonparametric Correlations (Üzüm nanoemülsiyon)

[DataSet3] C:\Users\nihal\Desktop\Üzüm\SPSS aynı grup günler arası farklar\GRUP ICI C.sav

Correlations		
	asitlik	pH
asitlik	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	-,811**
	N	15
pH	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	-,811**
	N	15

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).