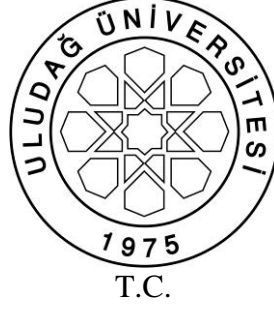


**DOMATESİN HASAT SONRASI HASTALIKLARINA KARŞI
KİMYASAL SAVAŞIMA ALTERNATİF OLABİLECEK
YÖNTEMLER ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Ragıp ÖZKAN



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOMATESİN HASAT SONRASI HASTALIKLARINA KARŞI KİMYASAL
SAVAŞIMA ALTERNATİF OLABİLECEK YÖNTEMLER ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

Ragıp ÖZKAN

Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA-2011
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Ragıp ÖZKAN tarafından hazırlanan “Domatesin Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Kimyasal Savaşma Alternatif Olabilecek Yöntemler Üzerine Araştırmalar” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT

Başkan	: Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı	İmza:
Üye	: Doç. Dr. Ümit ARSLAN Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı	İmza:
Üye	: Prof. Dr. Cihat TÜRK BEN Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri Arslan
Enstitü Müdürü
21/06/2011

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

21/06/2011

Ragıp Özkan

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOMATESİN HASAT SONRASI HASTALIKLARINA KARŞI KİMYASAL SAVAŞIMA ALTERNATİF OLABİLECEK YÖNTEMLER ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Ragıp ÖZKAN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT

Son zamanlarda hasat sonrası dönemde gerçekleşen ürün kayıplarının engellenmesi ve güvenilir ürünlerin insan tüketimine sunulması; gıda sektöründe artan rekabet koşulları ve tüketici hassasiyetleri nedeni ile büyük önem kazanmıştır. Bu çalışmada, genellikle güvenli olarak kabul edilen (GRAS) uçucu yağlar timol ve ögenolün farklı dozları, Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu modifiye atmosfer paketler (MAP) ile kombine edilerek domates meyvesinin hasat sonu hastalıklarını engellemek amacı ile uygulanmıştır. Domates meyveleri 11°C'de 14 gün boyunca timol ve ögenol ile kombine edilmiş MAP'lar içerisinde muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza dönemi sonunda timol ve ögenol uygulamalarına maruz kalmış meyvelerin yüzeyindeki toplam mikroorganizma, fungus, bakteri popülasyonlarındaki değişim ve çürük meyve yüzdesi tespit edilmiştir. Bunun yanında denemenin 7. Gününde MAP'lar içerisindeki timol ve ögenol oranları GC (Gaz kromatografisi) analizleri ile belirlenmiştir. Timol ve ögenol, doz artışına paralel olarak meyve yüzeyindeki toplam mikroorganizma, fungus, bakteri popülasyonu ve meyve çürüme yüzdesinde düşüşe neden olmuştur. Timolün 0,5 g/7g parafin dozu ve ögenolün 350 µl/7g parafin uygulamaları, meyvelerde toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonunu azaltmada en etkili sonuçları verirken, meyve çürümesini engelleme açısından da aynı uygulamalar en etkili olmuştur. Ancak, tüm timol uygulamalarında doz artışına paralel olarak meyvelerde fitotoksisite gözlenmiştir. Ayrıca denemenin 7. ve 14. günlerinde MAP'lar içerisindeki O₂ ve CO₂ ölçümleri yapılmış ve uygulamalarda genel olarak 7. günün sonunda paketlerdeki O₂ (%) oranında düşüş ve CO₂ (%) oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak uçucu yağlar timol ve ögenolün MAP ile kombine edilerek uygulanmasının domates meyvelerinde hasat sonrası görülen hastalıkların engellenmesinde etkili oldukları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Domates, hasat sonrası hastalıkları, uçucu yağlar, modifiye atmosfer paketleme (MAP), güvenli olarak kabul edilen maddeler (GRAS), timol, ögenol,

2011, viii+52 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATIONS ON ALTERNATIVE CONTROL METHODS AGAINST POSTHARVEST DISEASES OF TOMATOES

Ragıp ÖZKAN

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof Dr. Özgür Akgün KARABULUT

Recently, due to increasing competitive conditions of late years in food sector and consumer satisfaction; prevention of occurring postharvest losses and introduction of reliable and unhazardous products to human consumption have come into great prominence. In this study different dosages of essential oils which are generally recognized as safe (GRAS), thymol and eugenol were applied on tomato fruits in combination with Lifepack® Class and Lifepack® Etb labelled modified atmosphere packages (MAP) in order to impede the postharvest diseases. Tomato fruits were stored at 11°C for 14 days in thymol and eugenol combined MAPs. At the end of the storage, variation of the total microorganism, fungi and bacteria population on the surface of thymol and eugenol treated fruits. and percentage of fruit decay were determined. In addition, on the 7th day of the experiment the rate of thymol and eugenol in MAPs were determined by GC (Gas Chromatography) analysis. According to the results, the increase in thymol and eugenol dosages correspondingly caused a decrease in the total microorganism, fungi and bacteria population on the surface of the fruits, and the percentage of the fruit decay. Among all the treatments, thymol 0,5 g/7g parafin and eugenol 350 µl/7g parafin application demonstrated the most effective results in depletion of the total microorganism, fungi and bacteria population while the same treatments showed the best effect on prevention of fruit decay as well. Besides, for all the thymol treatments, phytotoxicity was observed on the fruits in parallel with the increase of dosage. Moreover, on the 7th and 14th days of the experiment, O₂ and CO₂ rates in MAPs were measured, and over all at the end of the 7th day a decrease in O₂(%) rate and an increase in CO₂(%) rate were obtained. In conclusion, application of essential oils, thymol and eugenol in combination with MAP was found effective in prevention of post harvest diseases of tomato fruits.

Key Words: Tomato, postharvest diseases, essential oils, modified atmosphere packaging (MAP), generally recognized as safe (GRAS), thymol, eugenol

2011, viii+52 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol göstererek katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT'a ve Sayın Öğr. Gör. Dr.. Kadir İLHAN'a çok teşekkür ederim. Tez yapım ve yazım aşamasında yardımını gördüğüm Arş. Gör. Canan VARDAR'a Zir. Yük. Müh. Burcu YAVUZ'a ve Zir. Müh. Cem YALÇIN'a teşekkür ederim. Ayrıca üniversite eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini gördüğüm ve çalışmalarım süresince de sabır ve ilgisini sürekli yanımda hissettiğim aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Araştırma Alanı.....	17
3.1.2. Meyve Materyali	17
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Maddeler	18
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Paketleme Materyalleri.....	18
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Besi Yerleri.....	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Meyve Materyalinin Uygulamaya Hazırlanması	18
3.2.2. Uçucu Yağların Meyve Materyaline Uygulanması	19
3.2.3. Gaz Kompozisyonu.....	22
3.2.4. Muhafaza Sürecinde MAP'lar İçerisindeki Uçucu Yağ Oranlarının Belirlenmesi	22
3.2.5. Uygulamaların Etkilerinin Belirlenmesi ve İstatistiksel Değerlendirmeler	23
4. BULGULAR.....	24
4.1. Modifiye Atmosfer Paketler (MAP) İçerisindeki Gaz Kompozisyonu	24
4.2. Modifiye Atmosfer Paketler İçerisindeki Timol ve Ögenol Oranlarının Belirlenmesi	26
4.3. Uygulamaların Meyve Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısına Etkisi	27
4.4. Muhafaza Sonrasında Timol ve Ögenolün Meyve Çürümesi ve Fitotoksisite Üzerine Etkisi.....	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	41

KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklamalar

°C	Santigrad derece
CO ₂	Karbon dioksit
g	Gram
lt	Litre
mg	Miligram (1×10^{-3} g)
ml	Mililitre (1×10^{-3} l)
µl	Mikrolitre (1×10^{-3} l)
O ₂	Oksijen
ppm	Milyonda bir (1×10^{-6})

Kısaltmalar

Açıklamalar

EPA	Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı
FAO	Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım Örgütü
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Yönetimi
GC	Gaz Kromatografisi
GC/MS	Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
MAP	Modifiye Atmosfer Paket
PDA	Patates Dekstroz Agar
PDA-ANT	Patates Dekstroz Agar- Antibiotik
TSA	Tryptone Soya Agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Denemelerde kullanılmak üzere laboratuara getirilen domates meyveleri ...vi7	
Şekil 3.2. Denemede kullanılan MAP'ların ve meyvelerin uygulamaya hazırlanması ..19	
Şekil 3.3. Denemede kullanılan kimyasalların uygulamalara hazırlanması20	
Şekil 3.4. Hazırlanmış kimyasal maddelerin meyvelere uygulanması21	
Şekil 3.5. Denemede kullanılan uygulama meyvelerinin 11 °C'de 14 gün soğuk hava deposunda muhafaza edilmesi.....21	
Şekil 3.6. Denemelerin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki gaz kompozisyonları taşınabilir gaz analizörü ile belirlenmesi ...22	
Şekil 3.7. MAP'lar içerisindeki timol veya ögenol oranlarının denemenin 7. gününde GC cihazı ile belirlenmesi.....22	
Şekil 3.8. Meyvedeki mikroorganizma popülasyonunun belirlendiği çalışmalar.....23	
Şekil 4.1. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi33	
Şekil 4.2. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi33	
Şekil 4.3. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi.....34	
Şekil 4.4. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi35	
Şekil 4.5. Timol uygulaması yapılmış meyvelerdeki fitotoksisite belirtileri35	
Şekil 4.6. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi39	
Şekil 4.7. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi39	
Şekil 4.8. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi40	
Şekil 4.9. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi.....40	

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme)	24
Çizelge 4.2. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme)	25
Çizelge 4.3. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme)	26
Çizelge 4.4. Denemenin 7. gününde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde gaz kromatografi (GC) cihazı ile belirlenen timol ve ögenol oranları	27
Çizelge 4.5. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (1. Deneme)	30
Çizelge 4.6. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (1. Deneme)	30
Çizelge 4.7. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (2. Deneme).	31
Çizelge 4.8. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (2 Deneme).	31
Çizelge 4.9. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (3.Deneme).	32
Çizelge 4.10. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (3.Deneme).	32
Çizelge 4.11. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (1.Deneme)	37
Çizelge 4.12. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (2.deneme).	38
Çizelge 4.13. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (3.deneme).	38

1. GİRİŞ

Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ülkemizde ve dünyada yetiştiriciliği yapılan ve oldukça fazla tüketilen önemli sebzelerden biri olup, *Solanaceae* familyasının *Solanum* cinsine ait otsu, yenebilen tek yıllık bir sebze türüdür. Anavatanının Güney ve Orta Amerika olduğu bilinmektedir (Anonim 2005).

Domates tüm dünyada ve ülkemizde taze olarak tüketilmesinin yanı sıra konserve, salça ve domates suyu olarak da tüketilmektedir. İçeriğinde bulunan likopen, fenol bileşikleri, flavanoidler ile A ve B vitaminleri sayesinde yüksek antioksidan etkinliğe sahiptir (Leonardi ve ark. 2000). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucu domates tüketiminin, insanda bazı kanser türlerini engellediği saptanmıştır (Franceschi ve ark. 1994). Ayrıca, domates tüketen kişilerin iskemik kalp rahatsızlıklarına yakalanma riskinin daha az olduğu tespit edilmiştir (Gerster 1997).

Dünyada domates üretimi 2009 verilerine göre yaklaşık 141 400 629 ton ve Türkiye'nin bu üretimdeki payı 10 745 572 ton ile %7,59'dur. Türkiye bu üretim payı ile dünyada 3. sırada iken, birinci sırada 34 120 040 ton üretim miktarı ile Çin Halk Cumhuriyeti, 2. sırada ise 14 141 850 ton üretim miktarı ile Amerika Birleşik Devletleri bulunmaktadır (Anonim 2009a).

Domates üretimi Türkiye'nin tüm bölgelerinde mümkün olmakla birlikte, sofralık domates üretimi daha çok Antalya ve Muğla, sanayi tipi domates üretimi ise Bursa, Manisa ve İzmir illerimizde yoğunlaşmıştır. Türkiye'de yetiştirilen domatesin %70-80'i taze tüketime gönderilmekte olup geri kalan kısım gıda sanayinde işlenmektedir (Sarısacılı 2009).

Dünyada gerçekleşen domates ihracatı 2008 yılında yaklaşık 5 700 000 ton ve parasal karşılığı 7 245 078 000 Amerikan Doları seviyesinde gerçekleşmiştir. Ülkeler bazında 2008 yılı dünya taze domates ihracatına bakıldığında, miktar açısından en büyük ihracatçı ülkenin 1 042 730 ton ile Meksika, parasal açıdan ise 1 735 650 000 Amerikan Doları ile Hollanda olduğu görülmektedir. Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım Örgütü (FAO)'nün verilerine göre Türkiye, 439 729 ton ihraç miktarı, 388 584 000

Amerikan Doları ihraç değeri ve 0,88 \$/kg (yaklaşık 1,4 TL) birim ihraç değeri ile dünyada 4. sırada yer almıştır (Anonim 2008a).

Türkiye’de 2010 yılı sofralık yaş sebze de en fazla ihracatı yapılan ürün değerde 483 178 574 Amerikan Doları ve miktarda 575 305 ton ile domates olmuştur. Türkiye’nin domates ihraç ettiği ülkeler incelendiğinde Rusya Federasyonu’nun en büyük pazar payına sahip olduğu görülürken, bu ülkeyi sırasıyla Bulgaristan, Romanya ve diğer Avrupa Birliği yesi ülkeler takip etmektedir (Anonim 2010).

Türkiye’de ihracata yönelik domates üretiminin büyük bir kısmı Antalya ilinden gerçekleşmektedir. Antalya’dan hedef pazarlara domatesin sevkiyatı yaklaşık 1-2 hafta sürmekte ve bu süre hasat sonrası hastalıkların gelişimi için yeterli olmaktadır. Özellikle domatesin Türkiye’den ihraç edilen yaş sebze miktarının yarısından fazlasını oluşturduğu düşünüldüğünde, ürünün hedef pazarlara sorunsuz sevk edilebilmesi gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Aynı zamanda Türkiye’nin global anlamda rekabetçi koşullara ayak uydurabilmesi ve yerini sağlamlaştırması açısından, ucuz ve pratikte kullanılan yöntemlerle domatesin muhafazası ve nakliyesi sırasında ortaya çıkan patolojik kayıpların en alt düzeye çekilmesi gerekmektedir.

Hasat sonrası hastalıklardan meydana gelen ürün kayıpları tüm dünyada önemli bir sorun teşkil etmektedir. Özellikle büyük ölçekli kayıpların, daha çok ürünlerin hasat edilmesi, depolanması veya taşınması ile ilgili yeterli teknik bilgi ve teçhizata sahip olmayan ülkelerde görüldüğü bilinmektedir (Narayanasamy 2006). Hasat sonrası hastalıklara neden olan patojenler ilk enfeksiyonlarını arazi koşullarında gerçekleştirebildikleri gibi depolama veya taşıma esnasında meyvedeki yaralardan da gerçekleştirebilirler (Mahovic ve ark. 2004). Bu alışma kapsamında kullanılan domates meyvesinde de hasat sonrası dönemde yüksek ürün kayıplarına neden olan birçok hastalık görülmektedir (Delahut ve Stevenson 2004). Yaygın olarak görülen hastalıklar, kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr), siyah rklk (*Alternaria alternata* sp. *lycopersici* Fr.:Fr Keissl) ve Rhizopus rklğdr (*Rhizopus stolonifer* Ehrenb.:Fr). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıklara neden olan patojenlerin engellenmesi amacı ile kullanılan en yaygın ve etkili yöntemin kimyasal savaş olduğu

düşünülmektedir. Yaygın olarak kullanılan fungusitler; benzimidazoller, aromatik hidrokarbonlar ve sterol biyosentez inhibitörleridir (Daferera ve ark. 2002). Ancak, son yıllarda birçok gelişmiş ülkede hasat sonrası dönemde tüketim aşamasındaki ürünlerde kimyasalların kullanımı, toplum sağlığını tehlike altına aldığı düşünülerek sınırlandırılmıştır (Serrano ve ark. 2005). Bununla birlikte Avrupa Birliği üyesi ülkelerde kabuğu ile yenilen meyve ve sebzelerde fungusit kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Ayrıca, kullanılan kimyasallara karşı patojenlerin dayanıklılık mekanizması geliştirdiği ve bu nedenle kimyasalların etkinliklerinin azaldığı tespit edilmiştir (Çakır ve ark. 2005). Bu sebeple hasat sonrası hastalıkların engellenebilmesi için kimyasal savaşıma alternatif olabilecek, insan sağlığına zararsız, çevreye duyarlı ve etkinlik sorunu yaratmayan yeni savaşım yöntemlerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir (Duru ve ark. 2003).

Hasat sonrası hastalıkların engellenmesinde kimyasal savaşıma alternatif olabilecek savaşım yöntemleri üzerinde çalışmalar devam etmektedir (Ben-Yehoshua ve ark.1988). Bunlar; biyolojik savaş, fiziksel savaş ve güvenli olarak kabul edilen maddelerin (GRAS) kullanımı olarak sıralanabilir (Golan, 2001).

Amerikan Gıda ve İlaç Yönetimi (FDA), bazı kimyasal ve gıda katkı maddelerinin belirli şartlarda ve doz aralıklarında kullanıldığı zaman genel olarak güvenilir ve zararsız olduğunu kabul etmektedir. Bu maddelere de güvenli olarak kabul edilen maddeler denilmektedir (Anonim 2008b). FDA, uçucu yağları ve bileşenlerini GRAS kategorisinde sınıflandırmaktadır. Bu tez kapsamında kullanılan timol ve ögenol gıda katkı maddesi olarak kullanılmakta ve FDA tarafından GRAS olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı (EPA) tarafından çevreye ve insan sağlığına zararlı olmayan maddeler olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2008c, Anonim 2009b).

Uçucu yağlar, uzun yıllardır antimikrobiyal ve antioksidant maddeler kapsamında kabul edilmekle birlikte bu maddelerin kullanım alanlarının belirlenip uygulanması henüz son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Appendini ve Hotchkiss 2002, Burt 2004). Özellikle bu tez kapsamında kullanılan ögenol (karanfil yağının ana bileşeni, *Syzygium*

sp.) ve timolün (kekik ve kekik otunun ana bileşeni, *Thymus* ve *Origanum*) antioksidant ve antimikrobiyal maddeler oldukları tespit edilmiştir (Lee ve Shibamoto 2001, Kulisic ve ark. 2004). Timol ve ögenolün bakterilere (Periago ve ark 2004), funguslara (V'azquez ve ark. 2001) ve mayalara (Arora ve Kaur 1999) karşı antimikrobiyal etkileri de yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Bunların yanı sıra, uçucu yağların gıda maddeleri üzerinde doğal koruyucu maddeler olarak kullanımı da araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu konuda peynir (Smith ve ark. 2001), ekmek (Guynot ve ark. 2003) ve et ürünlerinin (Quintavalla ve Vicini 2002) patojenler tarafından bozulmasını engellemek için yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca uçucu yağlar, birçok meyve ve sebze türünün hasat sonrası dönemde çürümelerinin engellenmesi amacı ile kullanılmışlar ve bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Timol, ögenol veya mentolün modifiye atmosfer paketeleme (MAP) teknolojisi ile kombine edilerek kirazda (Serrano ve ark. 2005) ve farklı sofralık üzüm çeşitlerinde (Valverde ve ark. 2005, Valero ve ark. 2006) hasat sonrası hastalıkların engellenmesine yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda MAP teknolojisinin (Kader ve ark. 1989) geliştirilerek aktif paketelemeye yönelimin gerekliliği ortaya çıkarılmıştır.

Bu tezin amacı, domatesin hasat sonrası hastalıklarına karşı timol veya ögenolün MAP teknolojisi ile kombine edilerek etkinliklerinin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda domates gibi ülkemiz ekonomisi için yüksek önem arz eden bir ürünün hasat sonrası hastalıklarının engellenerek yurt içi ve yurt dışında daha güvenilir ve rahat bir şekilde pazarlanabilmesine katkıda bulunmak istenmiştir. Türkiye'de ve dünyada bu konuda yapılan çalışmaların eksikliği de bu tez konusunun önemini daha belirgin biçimde ortaya çıkarmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Domateslerde görülen hasat sonrası hastalıklara ait, bu çalışma ile ilgili konuları içeren yerli ve yabancı literatürün büyük bir kısmı gözden geçirilmiştir. Bu bölümde yararlanılan kaynakların yayımlanma tarihlerine göre özetlenmesi uygun görülmüştür.

Ögenol ve anetol uçucu yağlarının, *Aspergillus parasiticus*'a ait iki farklı ırkın fungal gelişimi ve aflatoksin üretimi üzerine etkisi incelenmiştir. Ögenolün 300 µg/ml'lik dozunun *A. parasiticus*'a ait iki ırk üzerinde de gelişimi engelleyici etkisi olduğu saptanmıştır. Ancak ögenolün 200 µg/ml'de daha düşük dozlarının ise *A. parasiticus* NRRL 299 ırkı tarafından üretilen aflatoksin miktarında artışa neden oldukları gözlenmiştir (Karapınar 1989).

Botrytis cinerea Pers:Fr ve *Penicillium italicum* Wehmer'un 10'ar µl'lik spor çözeltileri patates dekstroz agar (PDA) ortamına karıştırılmış ve kekik yağının bu sporlar üzerindeki toksik etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, *B. cinerea* ve *P. italicum* funguslarının gelişimini engellemek için gerekli olan fungusit dozları sırasıyla 25 ve 50 ppm iken uçucu yağda sırasıyla 12 ve 25 ppm olarak belirlenmiştir (Arras ve ark. 1993a).

Narenciye meyvelerinde *Penicillium digitatum* (Pers) Sacc.'dan kaynaklanan çürümelerin farklı vakum koşullarında kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağ ile engellenmesi amaçlanmıştır. *P. digitatum*'un 10⁵ spor/ml'lik çözeltisi ile spreylene limon ve satsuma meyveleri 20°C'de, 10lt'lik kavanozlara yerleştirilmişlerdir. Kavanoz içerisinde 10⁻¹ bar'lık bir ortam oluşturulmuş ve içeride bulunan portakallarda *P. digitatum* gelişimini engellemek için kekik yağı buhar şeklinde 5 farklı dozda (25, 50, 100, 200 ve 300 µl/10lt) uygulanmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra portakal meyvelerinin yüzeyi durulanmış ve elde edilen 100 ml'lik durulama suları petri kaplarına aktarılmıştır. Hiçbir uygulama yapılmamış portakal meyvelerinden elde edilen durulama sularında %80 oranında canlı *P. digitatum* sporu belirlenirken bu oran uygulama yapılan meyvelerden (300 µl/10lt) elde edilen durulama sularında %10 olarak saptanmıştır (Arras ve ark. 1993b).

Çilekte hasat sonrası dönemde çürümelere neden olan *B. cinerea* ve *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr) Vuill funguslarına karşı kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağın antifungal etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu kekik yağının ana bileşenlerinden bir tanesinin timol olduğu saptanmış ve elde edilen sonuçlara göre kekik yağının, *B. cinerea* gelişimini %75,8, *R. stolonifer* gelişimini ise %74,8 oranında engellediği bildirilmiştir (Reddy ve ark. 1997).

Sardunya bölgesinde (İtalya) yetiştirilen kekik bitkisi türlerinden elde edilen uçucu yağlar ve bu yağların içerdiği bileşiklerin, işlenmiş gıdalarda oluşan bakteriyel kaynaklı bozulmalar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kekik yağındaki bileşikler Gas Cromotography/Mass Spectometry (GC/MS) kullanılarak incelenmiş ve yapılan analizler sonucu kekik yağında fenolik bileşiklerin yüksek miktarda bulunduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyal analizler sonucu kekik yağındaki en önemli iki bileşik olan karvakrol ve timol'ün işlenmiş gıdalarda oluşan bakterileri engellemek açısından en yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Cosentino ve ark. 1999).

Aralarında timol, karvakrol ve ögenol'ün bulunduğu 22 adet monoterpenin, *in vitro* koşullarda meyvelerde hasat sonrası dönemde çürümelere neden olan *Monilinia fructicola* (G. Wint) Honey ve *B. cinerea*'ya karşı antifungal etkileri incelenmiştir. Buna göre besi yerine eklenen 100 g/ml'lik timol dozunun her iki fungusunda gelişimini tamamen engellediği gözlenmiştir. 48 saat boyunca 10 g/ml (0,25 mg/petri kabı) dozundaki timol buharının besiyeri ortamına uygulanması sonucu *B. cinerea* ve *M. fructicola* funguslarının gelişiminin sırasıyla %82 ve 57 oranında engellendiği bildirilmiştir (Tsao ve Zhou 2000).

Tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağların, *P. digitatum*, *P. italicum*, *B. cinerea* ve *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler'ya karşı antifungal etkileri değerlendirilmiştir. *In vitro* koşullarda yapılan denemelerde en kuvvetli antifungal etkinin *Thymus capitatus* (L.) Hofmngg bitkisinden elde edilen ve içinde timol ve karvakrol içeren uçucu yağda olduğu tespit edilmiştir. Her bir fungus için toksik olan dozun 250 ppm olduğu bulunmuştur. *In vitro* koşullarda elde edilen sonuçlar doğrultusunda *T. capitatus*'dan elde edilen uçucu yağ, farklı basınç koşullarında daha önceden *P. digitatum* ile inokule

edilmiş portakal meyvelerine uygulanmıştır. Denemede kullanılan uçucu yağ dozları 75, 150 ve 250 ppm'dir. Elde edilen sonuçlara göre atmosferik basınç altında her üç uçucu yağ dozunun da *P. digitatum*'a karşı antifungal etkilerinin zayıf olduğu (%3-10 oranında engelleme) tespit edilmiştir. Ancak, bu durum vakum koşullarında (0,5 bar) uçucu yağ ile muamele edilen meyvelerde farklılık göstermiş olup, antifungal etkinin her üç doz içinde %90-97 oranlarına kadar yükseldiği saptanmıştır. Uçucu yağlar kullanılarak elde edilen antifungal etkinin, portakallarda hasat sonrası thiabendazole kullanılarak yapılan uygulamalarla elde edilen etki ile istatistiksel olarak farklılık göstermediği gözlenmiştir. Son olarak elektron mikroskobu ile yapılan çalışmalarda,, uçucu yağ buharlarının *P. digitatum*'un hif ve konidileri üzerinde morfolojik değişikliklere neden olduğu saptanmıştır (Arras ve Usai 2001).

M. fructicola ve *Penicillium expansum* Link. ile inokule edilen "Hedelfigen" cinsi kirazlar depolanmadan önce 10 dakika boyunca farklı dozlarda timol ve asetik asit ile fumige edilmişlerdir. Sonuç olarak 10 mg/L timol dozunun, 10°C'de 13 gün boyunca depolanan kiraz meyvelerinde *M. fructicola*'dan kaynaklanan kahverengi çürüklük hastalığının görülme oranını %21'den %12'ye düşürdüğü gözlenmiştir. Bununla beraber aynı timol dozunun kiraz meyvelerinde *P. expansum*'dan kaynaklanan mavi çürüklük hastalığını engellemediği ve bu duruma ek olarak meyve sapında kahverengileşmeye neden olduğu belirlenmiştir (Chu ve ark. 2001).

B. cinerea, *Fusarium solani* var. *coruleum* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Smith'e karşı kekik (*Thymus vulgaris* L. Hofmagg), kekik otu (*Origanum vulgare* L.) gibi tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağların *in vitro* koşullarda etkinliği incelenmiştir. Yapılan GC/MS analizleri sonucu bitkilerden elde edilen uçucu yağlardaki en önemli bileşiğin timol olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 85 ila 350 µg/ml arasındaki uçucu yağ dozlarının denemelerde kullanılan mikroorganizmaların gelişimini neredeyse tamamen engellediği bildirilmiştir (Daferera ve ark. 2002).

Timol ve asetik asit buharı uygulamalarının daha önce *M. fructicola* ile inokule edilmiş kayısı ve erik meyvelerindeki kahverengi çürüklük hastalığına etkisi incelenmiştir. Buna göre 5 mg/L'lik timol ile fumige edilen kayısı meyvelerinde *M. fructicola*'dan

kaynaklanan hastalık oranı %3 olarak tespit edilirken bu oran kontrol grubu meyvelerde %64 olarak bulunmuştur. Erik meyvelerinde yapılan uygulamalarda ise kontrol grubu meyvelerin %88'inde kahverengi çürüklük görülür iken bu oran 8 mg/L dozunda timol ile fumige edilen meyvelerde %24 olarak belirlenmiştir (Liu ve ark. 2002).

Timol, ögenol, sitral, sineol, vanilya, sodyum hipoklorit, asetik asit, potasyum sorbat, hidrojen peroksit gibi farklı kimyasal maddeler *in vitro* koşullarda, elmada *P. expansum*'un neden olduğu çürüklükleri engellemek amacı ile denenmiştir. Yapılan uygulamalar sonunda timol ve sitralin *P. expansum*'a karşı toksik etki açısından en etkili bileşikler olduğu saptanmıştır (Venturuni ve ark. 2002).

Origanum compactum L. ve *Thymus glandulosus* Lag. Ex H del Villar bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkileri araştırılmıştır. Temel bileşenleri GC/MS analizleri sonucu belirlenmiş her iki uçucu yağında en önemli ana bileşiklerinin timol ve karvakrol olduğu tespit edilmiştir. Her iki bitkiden elde edilen yağların 100 ppm'lik dozlarının *B. cinerea*'nın misel gelişimini %100 oranında engellediği saptanmıştır (Bouchra ve ark. 2003).

Domates meyvelerinde, hasat sonrası dönemde çürümelere neden olan fungal etmenlere karşı bazı tıbbi bitki yağlarının ve bu yağlarda bulunan bileşiklerin toksik etkisi *in vitro* ve *in vivo* koşullarda incelenmiştir. Kekik otu, kekik, limon otu ve çin maydanozu bitkilerinin uçucu yağlarındaki ana bileşiklerin sırasıyla karvakrol, timol, sitral ve trans-2-decenal olduğu tespit edilmiştir. Bu bitkilerden elde edilen yağların ve bu yağlardaki ana bileşiklerin buhar şeklinde *in vitro* koşullarda *B. cinerea* ve *Alternaria arborescens* Simmons funguslarının spor çimlenmesini tamamen engellediği saptanmıştır. Ancak aynı koşullarda *R. stolonifer* sporlarının çimlenmesini sadece timol buharının engellediği saptanmıştır. Uçucu yağların buharına maruz bırakılan ve yapay inokulasyon yapılmış domates meyvelerinde, bu uygulamaların fungal etmenlerin neden olduğu hastalıkları engellemediği ve aynı zamanda uzun süreli buhar uygulamalarının da meyvelerde fitotoksiteyi tetiklediği gözlenmiştir. Aynı çalışmada 5000 ppm kekik yağı çözeltisine daldırılan domates meyvelerinde *B. cinerea* ve *A. arborescens*'den kaynaklanan hastalıkların engellendiği saptanmıştır (Plotto ve ark. 2003).

Kekik yağında bulunan timol ve karanfil yağında bulunan ögenolün antifungal etkilerinin mekanizması incelenmiştir. Denemede *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C Hansen mayası kullanılmıştır. Maya hücrelerinin bu bileşenler ile muamelesi, 260 nm’de absorbe edilen maddelerin salınımı ile gösterildiği gibi hücre erimesine öncülük etmiştir. Buna ek olarak elektron mikroskobu gözlemleri sonucu denemede kullanılan maya hücrelerinin neredeyse tamamının zarara uğradığı saptanmıştır. Sonuç olarak timol ve ögenolün antifungal etkisinin mikroorganizmaya ait hücre zarı ve duvarında meydana getirdiği geri dönüşümsüz değişikliğe bağlı olduğu tespit edilmiştir (Bennis ve ark. 2004).

Domateste bakteriyel solgunluk etmeni (*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi)’ne karşı bitkisel uçucu yağlardan timol ve palmarosa yağının %0,7’lik dozları arazi koşullarında uygulanmıştır. Deneme yapılacak parseller, denemeden önce hastalık etmeni ile yapay olarak inokule edilmiştir. İnokulasyondan 2 saat sonra timol ve palmarosa yağları belirlenen parsellere uygulanmış ve uygulama yapılan parseller plastik malçlarla 3-6 gün süre ile örtülmüştür. Plastik örtülerle kaplı parsellere, uygulamadan 7 gün sonra domates fideleri dikilmiştir. Kontrol parsellerinde bulunan domates fidelerinin (çeşit Equinox) %92’sinde *R. solanacearum*’dan kaynaklanan bakteriyel solgunluk gözlemlenirken timol ve palmarosa yağları uygulanan parsellerde hastalık önemli ölçüde engellenmiştir. Timolün, palmarosa yağına oranla hastalığı engelleme açısından daha güçlü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Timol veya palmarosa yağları ile muamele edilen parsellerdeki fidelerde gözlemlenen bakteriyel solgunluk hastalığı oranları sırası ile %33,1 ve %48,1 olarak belirlenmiştir. Bir sonraki yıl tekrarlanan denemede yalnızca timol, bakteriyel solgunluk hastalığına duyarlı “Solar Set” çeşidinde kullanılmıştır. Yapılan uygulamanın, bu çeşitte görülen bakteriyel solgunluk hastalığının görülme oranını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol grubunda hastalıklı fide oranı %62,5 iken timol uygulananlarda %12 olarak belirlenmiştir (Ji ve ark. 2005).

Thymus eriocalyx (Ronnige) Jalas ve *Thymus X-parlock* türü kekik bitkilerinden hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağlar elde edilmiştir. Bu yağların *A. parasiticus*’un gelişimi ve aflatoksin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. GC/MS analizleri sonucu

yağlardaki en önemli bileşenin timol olduğu tespit edilmiştir. İki farklı kekik türünden elde edilen yağların *A. parasiticus*'un gelişimini baskılamak için gerekli minimum dozunun 50 ppm olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fungus tarafından gerçekleştirilen aflatoksin üretiminde aynı doz kullanılarak engellenmiştir. Fungus gelişimi üzerine öldürücü dozların, *T. eriocalyx* için 500 ppm *T. X-parlock* için ise 1000 ppm olduğu bulunmuştur. Minimum engelleyici doza (250 ppm) maruz bırakılan *A. parasiticus* elektron mikroskopunda incelendiğinde, fungusa ait hücre membranında ve hücre duvarında onarılamaz zararlar saptanmıştır (Rasooli ve Owlia 2005).

Kiraz meyvesinde hasat sonrası dönemde fungal gelişime bağlı çürümeler ve duyuşal özelliklerdeki kayıpları engellemek amacı ile kirazlar, içerisine timol, ögenol veya mentol ilave edilen modifiye atmosfer paketlerde (MAP) 1°C'de %90 oransal nem koşullarında 16 gün boyunca depolanmışlardır. Uçucu yağlar ile kombine edilmiş MAP'larda depolanan kirazların mikrobiyal analiz sonuçlarına göre meyve yüzeyindeki fungusların ve mayaların ve toplam aerobik mezofilik bakteri kolonilerinin sadece MAP'larda depolanan kontrol grubu meyvelerine göre sırasıyla 4 ve 2-log CFU oranında engellediği saptanmıştır. Meyveler kalite açısından karşılaştırıldığında ise kontrol grubuna göre uygulama yapılan meyvelerde ağırlık kaybının daha az, daha sert ve sapların daha yeşil olduğu tespit edilmiştir (Serrano ve ark. 2005).

Sofralık üzümün 56 gün boyunca MAP içerisinde timol veya ögenol eklenmesi ile aktif paketleme yöntemi geliştirilmiştir. Kontrol grubu üzüm danelerinde niteliksel kayıplar tespit edilmiştir. Bunlar; duyuşal, besinsel ve yapısal kayıplardır. Bu kayıplar ögenol veya timol eklenmiş MAP ortamında bulunan danelerde büyük ölçüde engellenmiştir. Bu duruma ek olarak kontrol grubuna oranla uygulama grubundaki danelerde daha az mikrobiyal bozulma olduğu bildirilmiştir (Valero ve ark. 2006).

Doğu Akdeniz bölgesinde yetişen ak kekik (*Origanum onites* L.), Suriye kekiği (*Origanum syriacum* var. *bevanii* Holmes.) ve karabaş kekik (*Thymbra spicata* L.), türlerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkileri depolanmış turuncuğil meyvelerinde sorun olan fungal hastalık etmenlerinden *A. alternata* (kahverengi leke hastalığı), *P. digitatum* (yeşil küf çürüklüğü), *B. cinerea* (kurşuni küf) ve *A. niger* (siyah

çürüklük)’e karşı *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Fungal etmenlerin misel, spor çimlenmesi ve çim borusu gelişiminin engellenmesinde uçucu yağların buhar etkisinin, değme etkisine göre daha düşük dozlarda olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağların fungal etmenlerin hif ve sporları üzerinde neden olduğu morfolojik değişiklikler, ışık ve elektron mikroskobu ile araştırılmıştır. Uçucu yağların buharına maruz kalmış fungusların hiflerinde sitoplazmik pıhtılaşma, protoplastlarında vakuol oluşumu, hiflerde erime ve sitoplazmik boşalma şeklinde gözlenen önemli yapısal deformasyonlar gözlenmiştir (Köse 2007).

İki farklı çilek çeşidinde hasat sonrası bozulmalara neden olan funguslara karşı, ögenol bakımından zengin tarçın yağı ile kaplanmış paketleme materyalinin etkisi incelenmiş ve sonuç olarak 4°C’de 7 gün depolanan çileklerde depolama sonunda herhangi bir çürüme saptanmamıştır (Rodriguez ve ark. 2007)

Sert çekirdeklielerde *M. fructicola* (kahverengi çürüklük)’ya karşı hasat sonrası dönemde meyvelere timol buharı uygulanmıştır. Timol buharının fungus üzerindeki öldürücü etki mekanizması tam olarak bilinmemesine rağmen öldürücü etkinin fungusun sporları veya yüzeysel miselleri üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Hasat edilen erikler, *M. fructicola* konidileri ile inokule edildikten sonra sporulasyonun gerçekleşmesi için 21°C’de 4-6 gün inkübe edilmişlerdir. Sporulasyon gözlenen meyvelere, 0 ile 8 g/ml timol buharı uygulanmıştır. Timol uygulaması yapılan veya yapılmayan meyvelerdeki kahverengi lezyonlardan *M. fructicola*’ya ait konidiler daha sonra dört adet vital stain yardımı ile yaşayabilirliklerinin saptanması amacı ile izole edilmişlerdir. Sonuç olarak 2 g/ml dozunda timol buharı uygulanan *M. fructicola*’ya ait konidilerin % 50’si canlı kalırken, 8 g/ml doz uygulana konidilerde ise bu oran % 17 olarak bulunmuştur (Svircev ve ark. 2007).

Domates meyvesinde hasat sonrası dönemde görülen siyah çürüklük etmeni *A. alternata* ve antraknoz etmeni *Colletotrichum coccodes* (Wall) S.J. Hughes’e karşı ozon(O₃) gazının etkisi incelenmiştir. Domates meyveleri, ozon gazı uygulamaları öncesinde veya sonrasında denemede kullanılan hastalık etmeni funguslar ile inokule edildikten sonra 13 gün 13°C’de depolanmışlardır. Denemede kullanılan ozon gazı dozları, kontrol ve

uygulama grubu için sırası ile 0,005 ve 5 µmol/mol olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak depolama koşullarında düşük değerlerdeki ozon gazı dozunun artışının bile meyvedeki fungal lezyon gelişimini engellediği ve ortamdaki ozon gazı dozunun artması ile bu engelleyici etkinin daha da belirgin şekilde ortaya çıktığı belirlenmiştir (Tzortzakakis ve ark. 2007).

Elma patojenleri *Phylectema vagabunda*, *P. expansum*, *B. cinerea* ve *Monilinia fructigena* Honey'e karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda ögenolün etkisi incelenmiştir. Ögenol, malt ekstrat agar ortamına karıştırıldığında, fungal gelişimi engellemek için gerekli olan minimum konsantrasyonun 2 mg/ml olarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılan bütün patojenlerin miseliyal gelişimini engellemek için 150 µl/l ögenol dozunun yeterli olduğu tespit edilmiştir. *P. vagabunda*, *P. expansum*, *M. fructigena* ve *B.cinerea*'nın konidileri 2 mg/ml'lik 50°C'ye ısıtılmış ögenol çözeltisinde 2 dakika bekletilmiş ve konidilerin çimlenme oranları sırasıyla % 19, 37, 38 ve 39 olarak bulunmuştur. *In vivo* koşullarda ise elmadaki fungal patojenlere karşı içerisinde ögenol ile birlikte Tween 80, etoksilat veya lesitin içeren 3 farklı formülasyon hazırlanmıştır. Etoksilat ve Tween 80–ögenol formülasyonlarının elmadaki patojenlerin gelişimini engellemede önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bu iki formülasyon 50°C'ye ısıtılıp elmalara uygulandığında meyvede fitotoksik etki olduğu gözlenmiştir. Ancak ögenolden kaynaklanan aynı fitotoksik etkinin, 50 mg/ml soy lesitin ve 2 mg/ml ögenol içeren formülasyonda gözlenmediği tespit edilmiştir. Soy lesitin ve ögenol içeren ve 50°C'ye ısıtılmış formülasyon ile uygulama yapılmış elmalar, 2°C'de 6 ay depolanmış ve depolama sonunda *P. expansum*, *P. vagabunda*, *B. cinerea* ve *M. fructigena* funguslarından kaynaklanan hastalık oranlarının sırası ile % 7, 6, 4 ve 2 oranlarında olduğu bulunmuştur (Amiri ve ark. 2008).

Çeri domateslerde hasat sonrası dönemde görülen *A. alternata* kaynaklı çürümelerin engellenmesi amacı ile tarçın yağının tek başına veya magnezyum sülfatla kombine edilerek kullanımı incelenmiştir. Elde edilen verilere göre 500 µl/l tarçın yağı ve %0,25'lik magnezyum sülfat içeren çözeltiliye daldırılan çeri domateslerde *A. alternata* kaynaklı çürümelerin kontrol grubu meyvelere oranla daha az olduğu tespit edilmiştir (Feng ve ark. 2008).

Türkiye’de yetişen *Origanum acutidens* (Hund. Murr.) Iestwaart bitkisinden elde edilen uçucu yağdaki karvakrol, timol ve β -cymen bileşiklerinin antifungal, herbisidal ve böcekler üzerindeki toksik etkisi incelenmiştir. Antifungal etkinliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan denemeler sonucunda, karvakrol ve timol bileşiklerinin denemelerde kullanılan ve bitkilerde hastalık etmeni 17 farklı tür fungusun gelişimini neredeyse tamamen engellediği saptanmıştır. Aynı zamanda bu bileşiklerin sahip olduğu antifungal etkinin ticari olarak kullanılan benomyl etken maddesinden daha etkili olduğu saptanmıştır. Karvakrol ve timolün yabancı ot tohumları üzerindeki toksik etkisi incelendiğinde ise bu bileşiklerin, *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L., *Rumex crispus* L. tohumlarının çimlenmesini engellediği saptanmıştır. Aynı zamanda ergin *Sitophilus granarius* (Hustache A.) ve *Tribolium confusum* Jacquelin du Val böcek türlerinde sırasıyla %68,3 ve 36,7 oranlarında ölüme neden olmuştur (Kordali ve ark. 2008).

Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) filmlerin üzeri, %4 veya %2’lik timol-ögenol karışımları ve etilen vinil asetat (EVA) kombinasyonu ile kaplanmıştır. Antimikrobiyal örtü ile kaplanmış filmlerin, işlenmiş gıdalarda bozulmalara neden olan *Listeria monocytogenes* Murray et. al., *Bacillus cereus* Frankland & Frankland, *S. aureus* ve *E. coli* gibi mikroorganizmaların gelişimi üzerine engelleyici etkisi agar disk difüzyon tekniği kullanılarak incelenmiştir. Buna göre %4’lük timol-ögenol ve EVA karışımı ile kaplanan filmlerin, denemede kullanılan bütün mikroorganizmaların gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir (Tippayatum ve ark. 2009).

Inula hupehensis (Ling) Ling. bitkisinin köklerinden türetilen timolün antibakteriyel ve antifungal etkileri incelenmiştir. Uygulamada kullanılan timolün *Staphylococcus aureus* Rossenbach, metisiline dirençli *S.aureus* ve *Escherichia coli* T. Eescherich bakterilerini engellemek için gerekli olan minimum dozlarının sırası ile 62,3, 62,8 ve 250 $\mu\text{g/ml}$ olduğu tespit edilmiştir. Bitki patojeni *Rhizoctonia solani* Kühn., *Phytophthora melonis* Katsura ve *Peronophythora litchi* Chen fungusları için gerekli EC_{50} (miseliyal gelişmeyi %50 engelleyen doz) değerlerinin ise sırasıyla 157, 180, 141 $\mu\text{g/ml}$ olduğu hesaplanmıştır (Zhao ve ark. 2009).

Yapılan bir çalışmada, mısır anasonu, rezene ve kimyon bitkilerinden uçucu yağlar elde edilmiş ve yapılan GC/MS analizleri sonucu elde edilen uçucu yağların en önemli bileşiminin timol (%63) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların, domatesin en önemli hasat sonu hastalık etmenlerinden *A. alternata* ve *P. digitatum* funguslarına karşı antifungal etkileri incelenmiştir. Denemelerin sonunda bu iki fungusa karşı *in vitro* ve *in vivo* koşullarda en yüksek toksik etkinin mısır anasonu bitkisinden elde edilen ve içeriğinde yüksek miktarda timol bulunduran uçucu yağda olduğu tespit edilmiştir (Abdollahi ve ark. 2010).

In vitro koşullarda ögenolün *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinsi funguslar üzerindeki toksik etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada fungusların minimum ortaya çıkma zamanı (fungal koloni çapının 1 cm'ye ulaşması için gerekli zaman) ve kinetik parametreler değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toksik etkiye sahip ögenol dozunun, fungus cinsi ve türü gibi etmenlere göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Buna göre 100 mg/l oranında besiyerine ilave edilen ögenolün, *P. expansum*, *P. glabrum*, *P. italicum* ve *A. niger* için toksik açıdan kritik doz olduğu belirlenmiştir. Bu doz aşıldığında ögenolün denemede kullanılan funguslar üzerinde fungostatik etkisi ortaya çıkmıştır. *A. terreus* ve *F. avenaceum*'un radyal gelişimi ögenolün 140 mg/l'lik dozu ile tamamen engellenmiş olup *F. oxysporum* için ise bu dozun 150 mg/l olduğu saptanmıştır (Campaniello ve ark. 2010).

Aralarında timol ve ögenol'ün bulunduğu 18 farklı bileşiğin *in vitro* koşullarda hasat sonrası dönemde *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum gleosporioides* (Penz) Penz & Sacc., *Alternaria citri* (Penz.) Mussat, *B. cinerea* ve *P. digitatum* funguslarının gelişimleri üzerine engelleyici etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan fungusların gelişimini engelleme açısından en etkili bileşiğin timol olduğu saptanmıştır. Bu sonuca göre her bir patojenin *in vitro* koşullardaki gelişimi 100 µl/l timol dozu ile tamamen engellenmiştir. Timol dışında ögenol bileşiği de denemede kullanılan hasat sonrası hastalık etmenlerinin gelişimini engellediği gözlenmiştir (Combrincka ve ark. 2010).

Kekik yağının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda fumigant ve kontakt uygulamalar şeklinde kullanılarak *A. alternata* fungusunun gelişimini engelleyici etkisi araştırılmıştır. *In vitro* koşullarda kekik yağının farklı dozlarının *A. alternata*'ya fumigant ve kontakt olarak uygulandığında toksik etkisi olduğu saptanmıştır. Kekik yağının fumigant olarak 500 µl/l'lik dozunun 6 ve 12 gün süre ile uygulanması, fungal gelişimi geri dönüşsüz olarak engellemiştir. Ayrıca, *A. alternata* sporlarının patates dekstroz broth (PDB) ortamında 6 saat inkübe edildikten sonra 2000 µl/l'lik kekik yağı uygulaması ile edilmesi sporların çimlenmesi tamamıyla engellenmiştir. *In vivo* çalışmalarda ise kekik yağının fumigant olarak 66,7 µl/l'lik dozunun, 25⁰C'de 5 gün depolanan çeri domateslerde *A. alternata*'dan kaynaklanan çürümelere büyük ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda 500 µl/l'lik kekik yağı dozunun çeri domates yüzeyindeki *A. alternata* üzerinde kontakt engelleme etkisinin olduğu saptanmıştır (Feng ve ark. 2010).

Thymus kotschyanus Boiss. & Hohenn. ve *Carum copticum* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, *in vitro* koşullarda *B. cinerea* ve *P. digitatum*'un gelişimleri üzerine ve "Rish Baba" üzüm çeşidinde depolama esnasında görülen kurşuni küf hastalığına karşı etkileri incelenmiştir. Elde edilen uçucu yağların GC/MS analizleri sonucu ana bileşenlerinin timol (%63,18) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak uçucu yağların 300 ve 500 µl/l'lik dozlarının *in vitro* koşullarda *B. cinerea* ve *P. digitatum*'un gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Aynı dozların, depolanan üzümlerde *B. cinerea*'dan kaynaklanan kurşuni küf hastalık oranını azalttığı saptanmıştır (Marandi ve ark. 2010).

Domates meyvelerinde *B. cinerea*'dan kaynaklanan kurşuni küf hastalığına karşı birçok uçucu yağın etkisi incelenmiştir. *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*'den elde edilen ve ana bileşeni timol olan yağın, *in vitro* koşullarda 0,2 µg/ml'lik buhar uygulamasının *B. cinerea*'nın gelişimini tamamen engellediği gözlenmiştir. Ayrıca *Origanum*'dan elde edilen uçucu yağın, sera koşullarında *B. cinerea*'ya duyarlı domates meyvelerinde oluşan hastalık şiddetini engellediği gözlenmiştir (Soylu ve ark. 2010).

Son yıllarda domates meyvesinde hasat sonrası dönemde ekonomik kayıplara neden olan *Salmonella enterica* Le Minor & Popoff bakterisine karşı bazı antimikrobiyal

maddelerin etkileri araştırılmıştır. Daha önceden *S. enterica* ile inokule edilmiş domates meyveleri %4'lük etanol, 200 ppm klor ve 0,4 mg/ml oranında timol içeren çözeltilerde 5 veya 10 dakika yıkanmışlardır. Uygulamalar sonunda meyve yüzeyindeki *S. enterica* popülasyonunu azaltmada en etkili uygulamanın, domates meyvelerini 0,4 mg/ml'lik timol içeren çözeltide yıkama işlemi olduğu tespit edilmiştir. Buna göre 0,4 mg/ml'lik timol çözeltisinde 5 veya 10 dakika yıkanan domateslerin yüzeyindeki *S. enterica* popülasyonunun sırasıyla >4,1-log ve >4,3-log oranında azaldığı saptanmıştır (Yingjian ve Changqing 2010).

Timol ve karvakrol bileşikleri ile kaplanmış plastik filmler, işlenmiş gıdalarda bozulmalara neden olan *E. coli*, *S. aureus*, *Listeria innocua* Seeliger ve Schoofs 1979, *S. cerevisiae* ve *A. niger* gibi patojenlerin gelişimi engellemek amacı ile kullanılmıştır. Plastik filmlerden timol ve karvakrol bileşiklerinin salınımı esasına dayanılarak yapılan uygulamalardaki sonuçlara göre, ambalajlanan gıdalarda zamanla oluşan mikroorganizmaların gelişimini engellemek için gerekli olan minimum timol dozunun 125-250 ppm olduğu tespit edilmiştir. Her iki bileşik kombine edilerek yapılan denemelerde en yüksek sinerjistik etkinin %50 timol %50 karvakrol bileşiklerinin kullanıldığı uygulamalarda olduğu görülmüştür (Guarda ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma, 2010 yılında Bursa'da Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Necati Baykal Fitopatoloji Laboratuvarı ve U.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne ait soğuk hava depolarında yürütülmüştür.

3.1.2. Meyve Materyali

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda bitkisel materyal olarak sofralık domates meyvesi (cv. Alinda) kullanılmıştır. Yapılan her üç denemede de kullanılan sofralık domatesler pembe olum evresinde olup, Antalya bölgesindeki seralardan temin edilmiştir. Soğuk hava sistemli araçlarla getirilen meyveler, hasat edildikten yaklaşık 10 saat sonra uygulamaya alınmıştır (Şekil 3.1). Meyveler, uygulama sıcaklığı olan 11°C'ye ulaşana kadar belirli bir süre bekletilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılmak üzere laboratuara getirilen domates meyveleri

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Kimyasal Maddeler

Domates meyvelerine, 7 gramlık eritilmiş parafinler (Mercan Kimya-Türkiye) içerisinde timolün (Sigma-Aldrich-Almanya) 0,1, 0,2 ve 0,35 gramlık, ögenolün (Sigma-Aldrich-Almanya) 150, 250 ve 350 µl'lik dozları, 25x35 boyutlarında kesilen kurutma kağıtlarının yüzeyi kaplanarak kullanılmıştır.

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Paketleme Materyalleri

Denemelerde, domates meyvesi için özel olarak geliştirilmiş ve farklı polimerlerden üretilmiş LifePack® Class ve LifePack® Etb (Aypek Ltd. Şti, Bursa) kodlu iki adet modifiye atmosfer paket (MAP) kullanılmıştır.

3.1.5. Araştırmada Kullanılan Besi Yerleri

Uygulama yapılmış ve kontrol grubundaki meyvelerin yüzeyindeki mikroorganizma popülasyonlarındaki değişimin gözlenmesinde toplam mikroorganizma için Patates Dekstroz Agar (PDA, Difco), fungus için Patates Dekstroz Agar + 0,1 g/l Streptomycin sulfatı (PDA-ANT, Fluka) ve bakteri için Tryptone Soya Agar + 0,2 g/l Actidione (TSA, Biolab, Fluka) besi yerleri kullanılmıştır. Besi yerleri otoklavda 121°C'de 15 dakika süre ile sterilize edilmiş ve sterilizasyonun ardından 60°C'ye soğutulmuştur. Soğutulmuş bazı besi yerlerine antibiyotik ilave edilmesinden sonra tüm besi yerleri petri kaplarına 10'ar ml olacak şekilde dağıtılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyve Materyalinin Uygulamaya Hazırlanması

Antalya bölgesindeki seralardan soğuk hava sistemli araçlarla getirilen meyveler hasat edildikten 10 saat sonra uygulamaya alınmıştır. Laboratuara getirilen meyvelerin, daha önceden 11°C'ye ayarlanmış soğuk hava depolarında randomizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygun çap ve renk seçimi yapılarak fiziki olarak hasarlı veya

enfekteli meyveler uygulamaya alınmamıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrürde 2 kilogram meyve kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan MAP'ların ve meyvelerin uygulamaya hazırlanması **A)** MAP'ların 30x40 boyutlarındaki kasalara yerleştirilmesi **B)** MAP'lar içerisine konulan meyve materyalinin uçucu yağ (timol veya ögenol) uygulamalarına hazır hale getirilmesi

3.2.2. Uçucu Yağların Meyve Materyaline Uygulanması

Deneme setine uygun meyveler iki farklı gruba ayrılarak birinci grup meyveler LifePack® Class, ikinci grup meyveler ise LifePack® Etb kodlu MAP'lar içerisine konulmuştur. Timol ve ögenolün farklı dozları daha önceden 70 °C etüvde eritilmiş parafinlerin içerisine karıştırılmış ve bu karışım 25x35 boyutlarındaki kurutma kağıtlarının üzerine homojen bir şekilde dağıtılmıştır. Meyvelerin üst kısmına, denemede kullanılan uçucu yağların meyve üzerinde oluşturabileceği düşünülen olası fitotoksik etkiyi en aza indirmek amacı ile kağıt havlu konulmuştur. Kağıt havlunun üzerine yüzeyi parafin içerisinde çözülmüş timol veya ögenol dozları ile kaplanmış kurutma kağıtları (25x35) konularak paketin ağzı hava almayacak şekilde bağlanmıştır. Denemede kontrol grubunu; hiçbir uygulama yapılmamış, parafinli kağıt bulunmayan kontrol (-) ve sadece parafinli kurutma kağıdı bulunan kontrol (+) meyveleri oluşturmuştur. Depolamaya hazır hale gelen meyveler, 30x40 boyutlarındaki karton kasalara yerleştirilerek 11°C'de 14 gün soğuk hava deposunda muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.3, 3.4, 3.5).



Şekil 3.3. Denemede kullanılan kimyasalların uygulamalara hazırlanması **A)** Parafinlerin 70 °C’de etüvde eritilmesi **B)** Uçucu yağların eritilmiş parafinler içerisine karıştırılması **C)** Parafin+uçucu yağ (timol veya ögenol) karışımının 25x35 boyutlarındaki kurutma kağıtlarının yüzeyine dökülmesi **D)** Parafin+uçucu yağ (timol veya ögenol) karışımının kurutma kağıdının yüzeyine homojen olarak dağıtılması



Şekil 3.4. Hazırlanmış kimyasal maddelerin meyvelere uygulanması A) MAP'lar içerisindeki meyvelerin üzerine kağıt havluların yerleştirilmesi B) ve C) Kağıt havlular üzerine daha önceden parafin+uçucu yağ (timol veya ögenol) karışımı içeren 25x35 boyutlarındaki kurutma kağıtlarının yerleştirilmesi D) MAP'ların ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak uygulamaların muhafaza için hazırlanması



Şekil 3.5. Denemede kullanılan uygulama meyvelerinin 11 °C'de 14 gün soğuk hava deposunda muhafaza edilmesi

3.2.3. Gaz Kompozisyonu

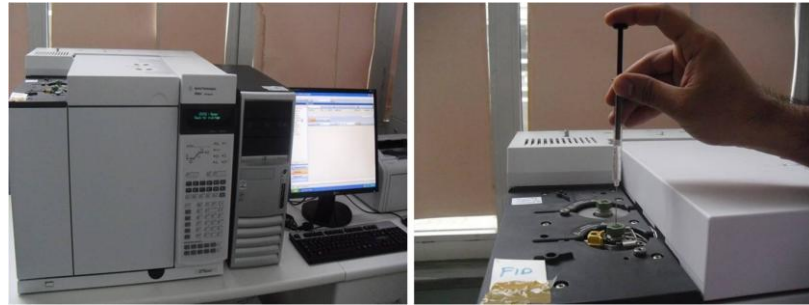
Denemelerin 7. ve 14. günlerinde, uygulamalarda kullanılan Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki O₂ (%) ve CO₂ (%) değerleri taşınabilir gaz analizörü (PBI- Dansensor A/S, Danimarka) ile ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Denemelerin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki gaz kompozisyonları taşınabilir gaz analizörü ile belirlenmesi.

3.2.4. Muhafaza Sürecinde MAP'lar İçerisindeki Uçucu Yağ Oranlarının Belirlenmesi

Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki timol ve ögenol oranları, denemenin 7. gününde gaz kromatografisi (Agilent GC Systems 7890A, ABD) cihazı vasıtası ile belirlenmiştir. (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. MAP'lar içerisindeki timol veya ögenol oranlarının denemenin 7. gününde GC cihazı ile belirlenmesi

3.2.5. Uygulamaların Etkilerinin Belirlenmesi ve İstatistiksel Değerlendirmeler

Muhafaza sonunda, soğuk hava deposundan çıkartılan kontrol grubu ve her dozda yapılan uygulamalardan, meyvedeki mikroorganizma sayısını belirlemek için tesadüfi 2 adet meyve alınmıştır. Alınan meyveler steril kilitli poşetlere konulmuş ve üzerlerine 200 ml steril saf su ilave edilerek otomatik dairesel çalkalayıcıda 200 r.p.m. hızda 15 dakika süre ile çalkalanmıştır. Bu işlemde elde edilen sudan örnek alınarak uygun seyreltmeler yapılmış ve her bir seyreltmeden 50 µl alınıp besi yerlerine bırakılmıştır (Şekil 3.8). Ayrıca, depolama sonunda kontrol grubu ve uygulamaya tabii tutulmuş meyvelerdeki hastalık yüzdesini belirlemek için enfekteli meyveler sayılmış ve çürük kabul edilmişlerdir.

Deneme sezon boyunca 3 defa tekrarlanmış olup, deneme grupları arasında ki farklılığın belirlenmesinde JMP 6.0 istatistiksel veri analizi programı kullanılmıştır. Tüm istatistiksel kontroller $P < 0,05$ olasılık düzeyinde LSD testine göre yapılmıştır.



Şekil 3.8. Meyvedeki mikroorganizma popülasyonunun belirlendiği çalışmalar.

4. BULGULAR

4.1. Modifiye Atmosfer Paketler (MAP) İçerisindeki Gaz Kompozisyonu

Denemenin 7. ve 14. günlerinde tüm uygulamalarda kullanılan Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki gaz kompozisyonları belirlenmiştir. Buna göre, denemenin sonunda (14. gün) her iki MAP içerisinde elde edilen gaz kompozisyonlarında genel olarak 7. günde belirlenen O₂ (%) değerine göre azalma, CO₂(%) değerine göre ise artma tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3).

Çizelge 4.1. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme).

1. Deneme	MAP İçindeki Gaz Kompozisyonları (%)							
	7. gün				14. gün			
	Lifepack® Class		Lifepack® Etb		Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
Uygulamalar	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Kontrol								
Parafinsiz (-)	18,2	1,9	17,5	2,7	15,0	3,2	7,6	5,3
Parafinli (+)	17,3	2,2	16,8	2,3	14,1	4,7	12,3	4,5
Ort./Std. Sapma	17,8±0,6	2,1±0,2	17,2±0,5	2,5±0,3	14,6±0,6	4,0±1,0	10,0±3,3	4,9±0,6
Timol (g/7g parafin)								
0,2	17,1	2,2	17,2	1,9	16,5	4,8	13,7	5,1
0,35	16,9	2,9	16,3	2,0	14,7	3,8	11,5	5,0
0,5	17,7	2,5	14,9	2,8	17,0	3,5	15,1	3,4
Ort./Std.Sapma	17,2±0,4	2,5±0,4	16,1±1,2	2,2±0,5	16,1±1,2	4,0±0,7	13,4±1,8	4,5±1,0
Ögenol (g/7g parafin)								
150	16,5	2,2	15,4	2,3	15,3	5,4	14,5	3,2
250	17,3	2,8	16,9	2,0	16,4	4,0	14,6	2,3
350	18,8	1,6	17,5	2,5	17,1	3,5	13,6	3,7
Ort./Std. Sapma	17,5±1,2	2,2±0,6	16,6±1,1	2,3±0,3	16,3±0,9	4,3±1,0	14,2±0,6	3,1±0,7

Çizelge 4.2. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme).

2. Deneme	MAP İçindeki Gaz Kompozisyonları (%)							
	7. gün				14. gün			
	Lifepack® Class		Lifepack® Etb		Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
Uygulamalar	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Kontrol								
Parafinsiz (-)	18,0	1,8	16,6	1,2	17,3	3,8	13,9	4,3
Parafinli (+)	17,4	2,4	17,8	1,4	14,6	3,6	14,0	4,2
Ort./Std. Sapma	17,7±0,4	2,1±0,4	17,2±0,8	1,3±0,1	16,0±1,9	3,7±0,1	14,0±0,1	4,3±0,1
Timol (g/7g parafin)								
0,2	18,6	2,4	17,2	1,7	17,8	3,7	17,1	2,0
0,35	18,6	2,6	18,3	1,4	18,6	2,4	14,6	3,0
0,5	18,1	2,5	17,7	1,5	17,3	2,3	14,5	2,9
Ort./Std.Sapma	18,4±0,3	2,5±0,1	17,7±0,6	1,5±0,2	17,9±0,7	2,8±0,8	15,4±1,5	2,6±0,6
Ögenol (g/7g parafin)								
150	18,9	2,3	17,5	1,5	18,5	3,5	14,6	3,2
250	19,0	2,5	17,0	1,6	17,8	3,7	16,4	4,2
350	18,7	2,3	17,0	1,6	18,1	2,9	17,5	2,9
Ort./Std. Sapma	18,9±0,2	2,4±0,1	17,2±0,3	1,6±0,1	18,1±0,4	3,4±0,4	16,2±1,5	3,4±0,7

Çizelge 4.3. Denemenin 7. ve 14. günlerinde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme).

3. Deneme	MAP İçindeki Gaz Kompozisyonları (%)							
	7. gün				14. gün			
	Lifepack® Class		Lifepack® Etb		Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
Uygulamalar	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Kontrol								
Parafinsiz (-)	18,5	1,9	17,6	2,1	15,6	3,5	11,2	5,6
Parafinli (+)	17,6	1,6	16,8	1,9	14,7	4,2	14,3	4,8
Ort./Std. Sapma	18,1±0,6	1,8±0,2	17,2±0,6	2,0±0,1	15,2±0,6	3,9±0,5	12,8±2,2	5,2±0,6
Timol (g/7g parafin)								
0,2	18,3	2,6	18,7	1,2	16,7	4,2	13,7	5,0
0,35	18,5	2,4	18,2	1,3	15,2	3,8	12,6	4,7
0,5	18,3	2,2	17,4	1,5	16,3	3,5	14,7	3,8
Ort./Std.Sapma	18,4±0,1	2,4±0,2	18,1±0,7	1,3±0,2	16,1±0,8	3,8±0,4	13,7±1,1	4,5±0,6
Ögenol (g/7g parafin)								
150	18,1	1,3	19,0	2,4	14,7	5,4	13,8	4,3
250	18,0	1,4	19,0	2,2	16,0	4,5	14,2	2,7
350	18,2	1,4	18,2	2,6	17,4	3,1	15,0	3,7
Ort./Std. Sapma	18,1±0,1	1,4±0,1	18,7±0,5	2,4±0,2	16,0±1,4	4,3±1,2	14,3±0,6	3,6±0,8

4.2. Modifiye Atmosfer Paketler İçerisindeki Timol ve Ögenol Oranlarının Belirlenmesi

Denemenin 7. gününde tüm uygulamalarda kullanılan Lifepack® Class ve Lifepack® Etb kodlu MAP'lar içerisindeki timol ve ögenol oranları gaz kromatografi (GC) cihazı vasıtası ile belirlenmiştir. Yapılan her üç denemede MAP'lar içerisinde tespit edilen timol ve ögenol oranları, GC alan ölçümleri şeklinde Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemenin 7. gününde Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar içerisinde gaz kromatografi (GC) cihazı ile belirlenen timol ve ögenol oranları.

Uygulamalar	GC Alan Verileri (7. gün)					
	1. Deneme		2. Deneme		3. Deneme	
	Lifepack® Class	Lifepack® Etb	Lifepack® Class	Lifepack® Etb	Lifepack® Class	Lifepack® Etb
Timol (g/7g parafin)						
0,2	25,5	21,5	35,5	20,9	12,7	16,1
0,35	60,9	39,0	65,5	34,0	31,1	27,0
0,5	101,9	73,8	91,7	93,8	42,3	33,1
Ögenol (µL/7g parafin)						
150	18,5	19,7	21,3	19,7	18,6	17,4
250	28,0	24,7	33,0	27,2	31,0	26,7
350	43,9	30,0	38,9	30,5	40,9	28,6

4.3. Uygulamaların Meyve Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısına Etkisi

Yapılan denemelerde domates meyvesine LifePack® Class ve LifePack® Etb kodlu modifiye atmosfer paketler (MAP) ile kombine edilerek uygulanan timol veya ögenolün, doz artışına paralel olarak meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Yapılan her üç deneme incelendiğinde Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen uygulama meyvelerinde [kontrol grubu (-, +) dahil] toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonlarının genel olarak Lifepack Etb MAP'lardakine göre daha az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10).

Birinci denemede, LifePack® Class kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol'ün 0,35, ve 0,5 g/7g parafin dozları ve ögenolün 250, ve 350 µl/7g parafin dozlarının meyve üzerindeki toplam mikroorganizma sayısını azaltmada istatistiksel olarak aynı etkiyi gösterdikleri belirlenmiştir. Buna göre, uygulama yapılmamış [kontrol (-)] ve sadece parafin uygulanmış kurutma kağıdı içeren [kontrol (+)] meyveler üzerindeki toplam mikroorganizma sayısı sırasıyla $8,1 \times 10^5$ ve $7,9 \times 10^5$ cfu olarak hesaplanırken, timolün 0,35, ve 0,5 g/7g parafin dozları uygulanmış meyvelerde sırasıyla $6,7 \times 10^4$ ve $1,3 \times 10^4$ cfu olarak, ögenolün 250, ve 350 µl/7g parafin dozları uygulanmış meyvelerde ise sırası ile $6,3 \times 10^4$ ve 1×10^4 cfu olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada meyve yüzeyindeki fungus popülasyonunun engellenmesinde en etkili dozların timolün 0,5 g/7g parafin ve ögenol'ün 350 µl/7g parafin oldukları saptanmıştır. Bakteri popülasyonunun

engellenmesinde ise timol'ün 0,5 g/7g parafin, ve ögenolün 250, 350 µl/7g parafin dozlarının istatistiksel olarak aynı etkiye sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

LifePack® Etb kodlu MAP'lar kullanılarak yapılan birinci denemede meyvelerdeki toplam mikroorganizma sayıları kontrol (-) ve kontrol (+)'da sırasıyla $9,9 \times 10^5$ ve $9,7 \times 10^5$ cfu olarak hesaplanırken bu sayılar timolün 0,5 g/7g parafin ve ögenolün 350 µl/7g parafin dozları ile sırasıyla $8,4 \times 10^4$ ve $7,8 \times 10^4$ cfu'ya indirilerek istatistiksel olarak aynı etkiyi vermişlerdir. Aynı denemede, kontrol grubu [(-), (+)] ile karşılaştırıldığında timol 0,35, 0,5g/7g parafin ve ögenol 250, 350 µl/7g parafin dozlarının meyvelerdeki toplam fungus sayısını istatistiksel olarak aynı oranda engellediği tespit edilmiştir. Meyvedeki bakteri sayısının engellenmesinde ise en etkili uygulamaların timol 0,5g/7g parafin ve ögenol 350 µl/7g parafin dozlarının kullanıldığı uygulamalar olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7'deki sonuçlar incelendiğinde kontrol grubu [(-), (+)] meyveler üzerindeki toplam mikroorganizma sayısını timolün 0,35 ve 0,5 g/7g parafin dozları sırası ile $7,1 \times 10^4$ ve $8,1 \times 10^3$ cfu'ya, ögenol'ün 250 ve 350 µl/7g parafin dozları ise sırası ile $7,6 \times 10^4$ ve $7,8 \times 10^3$ cfu'ya geriletir iken bu uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. Uygulama yapılan meyvelerde, fungus ve bakteri popülasyonunu azaltmada ise timol'ün 0,5 g/7g parafin ve ögenolün 250 ve 350 µl/7g dozlarının istatistiksel olarak aynı etkiye sahip iken kontrol grubu ve diğer uygulamalar ile karşılaştırıldıklarında en etkili uygulamalar oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.8'deki ikinci denemenin sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde Lifepack® Etb ile kombine edilmiş timol ve ögenol uygulamalarında meyvedeki toplam mikroorganizma sayısı kontrol grubunda [(-), (+)] sırasıyla $9,5 \times 10^5$ ve $8,8 \times 10^5$ cfu iken bu sayı timolün 0,5 g/7g parafin ve ögenolün 350 µl/7g parafin dozlarında sırası ile $9,0 \times 10^4$ ve $8,5 \times 10^4$ cfu'ya indirilmiştir. Meyvedeki toplam fungus ve bakteri popülasyonunu engellemede açısından timolün 0,5 g/7g parafin ve ögenolün 350 µl/7g parafin dozlarının diğer tüm uygulamalardan istatistiksel olarak farklılık göstererek en etkili uygulamalar oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.9 ve 4.10'da 3. denemenin sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.9'da meyvelerdeki toplam mikroorganizma popülasyonunun $1,6 \times 10^6$ ve $1,3 \times 10^6$ cfu'dan, timolün 0,35 ve 0,5 g/7 parafin dozları ile sırasıyla $7,1 \times 10^4$ ve $1,2 \times 10^4$ cfu'ya, ögenolün 250 ve 350 µl/7g parafin dozları ile de sırasıyla $6,3 \times 10^4$ ve $1,1 \times 10^4$ cfu'ya düşürüldüğü belirlenmiş olup bu uygulamaların istatistiksel olarak aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Aynı çizelgede fungus popülasyonunu engellemede ise timol 0,5 g/7g parafin dozu ile ögenolün 250, 350 µl/7g parafin dozlarının istatistiksel olarak aynı etkinlikte oldukları saptanmıştır. Aynı denemede meyve yüzeyindeki bakteri sayısını engelleme açısından, timolün 0,35, 0,5 g/7g parafin ve ögenolün 250, 350 µl/7g parafin dozlarında diğer tüm uygulama ve kontrol grubuna [(-), (+)] göre istatistiksel olarak daha fazla etki belirlenmiştir.

Çizelge 4.10'daki sonuçlar incelendiğinde ise kontrol grubunda [(-), (+)] sırasıyla $1,9 \times 10^6$ ve $1,7 \times 10^6$ cfu olarak belirlenen meyvedeki toplam mikroorganizma sayısını timolün 0,35, 0,5 g/7g parafin dozlarının sırası ile $3,6 \times 10^5$ ve $9,5 \times 10^4$ cfu'ya, ögenolün 250, 350 µl/7g parafin dozlarının ise sırası ile $3,0 \times 10^5$ ve $6,5 \times 10^4$ cfu'ya düşürdüğü belirlenmiş olup bu uygulamaların etkinliklerinde istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Uygulama yapılan meyvelerdeki toplam fungus ve bakteri popülasyonunun engellenmesinde ise en etkili dozların timol 0,5 g/7g parafin ve ögenol 350 µl/7g olduğu belirlenmiş ve bu uygulamaların aynı istatistiksel grupta yer aldıkları belirlenmiştir.

Lifepack® Class ve Etb MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvesinde mikroorganizma sayısına etkisi Şekil 4.1, 4.2 ve Şekil 4.3, 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (1. Deneme).

Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	8,1x10 ⁵ a	1,6x10 ⁵ a	9,9x10 ⁵ a
Kontrol Parafinli (+)	7,9x10 ⁵ a	1,6x10 ⁵ a	9,6x10 ⁵ a
Timol (g/7g parafin)			
0,2	3,4x10 ⁵ b	1,1x10 ⁵ bc	5,0x10 ⁵ b
0,35	6,7x10 ⁴ bc	7,0x10 ⁴ c	9,4x10 ⁴ c
0,5	1,3x10 ⁴ c	1,0x10 ⁴ d	5,0x10 ⁴ d
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	3,7x10 ⁵ b	1,1 x10 ⁵ bc	4,6 x10 ⁵ b
250	6,3x10 ⁴ bc	7,5 x10 ⁴ c	8,8x10 ⁴ cd
350	1,0x10 ⁴ c	9,5 x10 ³ d	4,9x10 ⁴ d

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi p≤0.05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.6. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (1. Deneme).

Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	9,9x10 ⁵ a	2,8x10 ⁵ a	9,0x10 ⁵ a
Kontrol Parafinli (+)	9,7x10 ⁵ a	2,7x10 ⁵ a	8,8x10 ⁵ ab
Timol (g/7g parafin)			
0,2	7,7x10 ⁵ b	2,0x10 ⁵ b	8,2x10 ⁵ ab
0,35	2,4x10 ⁵ c	1,2x10 ⁵ c	3,3x10 ⁵ c
0,5	8,4x10 ⁴ de	8,0x10 ⁴ c	9,0x10 ⁴ d
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	7,3x10 ⁵ b	2,1x10 ⁴ b	7,8x10 ⁵ b
250	2,1x10 ⁵ c	1,4x10 ⁵ c	2,5x10 ⁵ c
350	7,8x10 ⁴ e	8,3x10 ⁴ c	8,5x10 ⁴ d

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi p≤0.05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.7. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (2. Deneme).

Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	7,2x10 ⁵ a	2,1x10 ⁵ a	9,7x10 ⁵ a
Kontrol Parafinli (+)	6,9x10 ⁵ a	2,0x10 ⁵ a	9,4x10 ⁵ a
Timol (g/7g parafin)			
0,2	1,9 x10 ⁵ b	1,6 x10 ⁵ ab	1,8 x10 ⁵ b
0,35	7,1 x10 ⁴ bc	6,5 x10 ⁴ cd	5,3 x10 ⁴ cd
0,5	8,1 x10 ³ c	9,0 x10 ³ e	8,4 x10 ³ e
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	2,2 x10 ⁵ b	1,5 x10 ⁵ ab	1,2 x10 ⁵ bc
250	7,6 x10 ⁴ bc	6,0 x10 ⁴ de	3,0x10 ⁴ de
350	7,8 x10 ³ c	9,5 x10 ³ e	7,1 x10 ³ e

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi p≤0.05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.8. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (2. Deneme).

Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	9,5x10 ⁵ a	2,7x10 ⁵ a	9,1x10 ⁵ a
Kontrol Parafinli (+)	8,8x10 ⁵ a	2,4x10 ⁵ ab	8,6x10 ⁵ a
Timol (g/7g parafin)			
0,2	7,6x10 ⁵ b	2,0x10 ⁵ bc	7,4x10 ⁵ b
0,35	3,4x10 ⁵ c	9,5x10 ⁴ d	3,1x10 ⁵ d
0,5	9,0x10 ⁴ d	1,8x10 ⁴ e	8,5x10 ⁴ e
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	7,2x10 ⁵ b	1,8 x10 ⁵ c	6,7x10 ⁵ c
250	3,4x10 ⁵ c	8,2 x10 ⁴ d	2,3x10 ⁵ d
350	8,5x10 ⁴ d	1,7 x10 ⁴ e	7,9x10 ⁴ e

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi p≤0.05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.9. LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (3. Deneme).

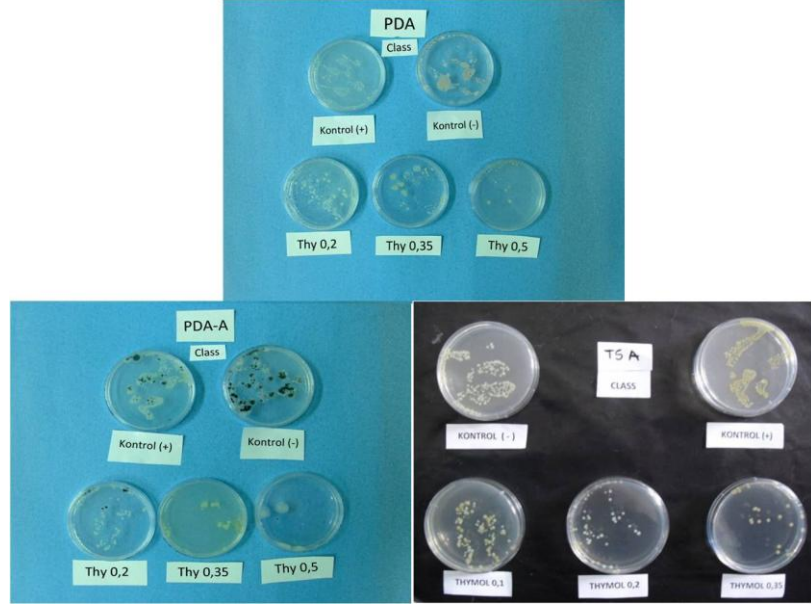
Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	1,6x10 ⁶ a	1,3x10 ⁵ a	1,1x10 ⁶ a
Kontrol Parafinli (+)	1,3x10 ⁶ a	1,3x10 ⁵ a	1,4x10 ⁶ a
Timol (g/7g parafin)			
0,2	5,9x10 ⁵ b	7,0x10 ⁴ b	6,0x10 ⁵ b
0,35	7,0x10 ⁴ cd	3,5x10 ⁴ c	9,6x10 ⁴ bc
0,5	1,6x10 ⁴ d	7,5x10 ³ d	6,3x10 ⁴ c
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	5,3x10 ⁵ bc	8,5x10 ⁴ b	5,7x10 ⁵ b
250	6,8x10 ⁴ cd	3,0x10 ⁴ cd	8,9x10 ⁴ bc
350	1,2x10 ⁴ d	6,0x10 ³ d	5,8x10 ⁴ c

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi p≤0.05 kullanılmıştır.

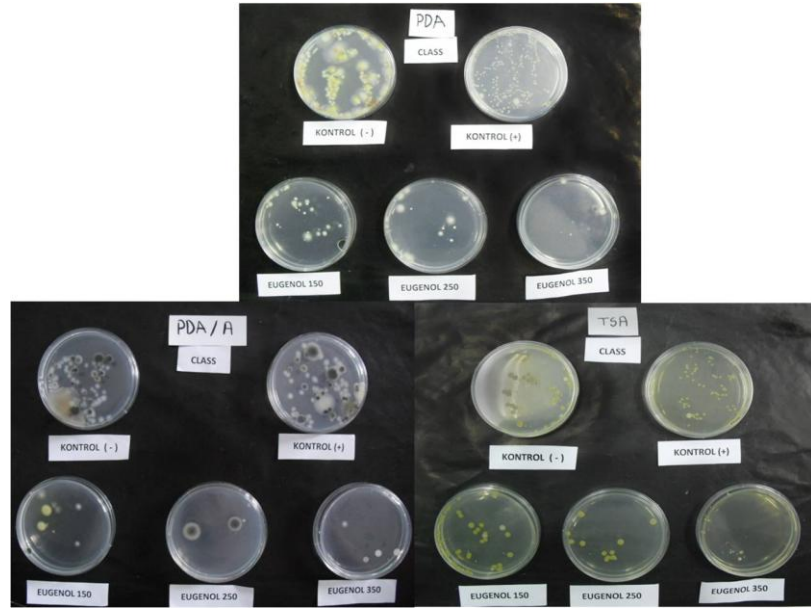
Çizelge 4.10. LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkileri (3. Deneme).

Meyve Mikroorganizma Sayısı (cfu)			
	Toplam Mikroorganizma (PDA)	Fungus (PDA-ANT)	Bakteri (TSA)
Kontrol Parafinsiz (-)	1,9x10 ⁶ a	2,5x10 ⁵ a	1,8x10 ⁶ a
Kontrol Parafinli (+)	1,7 x10 ⁶ a	1,0 x10 ⁵ ab	1,6 x10 ⁶ a
Timol (g/7g parafin)			
0,2	8,1 x10 ⁵ b	7,1 x10 ⁴ b	6,5 x10 ⁵ b
0,35	3,6 x10 ⁵ bcd	1,9 x10 ⁴ c	3,8 x10 ⁵ c
0,5	9,5 x10 ⁴ d	7,5 x10 ³ d	8,5 x10 ⁴ d
Ögenol (µL/7g parafin)			
150	6,7 x10 ⁵ bc	9,3 x10 ⁴ ab	6,1 x10 ⁵ b
250	3,0 x10 ⁵ cd	2,2 x10 ⁴ c	3,9 x10 ⁵ c
350	6,5 x10 ⁴ d	6,3 x10 ³ d	8,2 x10 ⁴ d

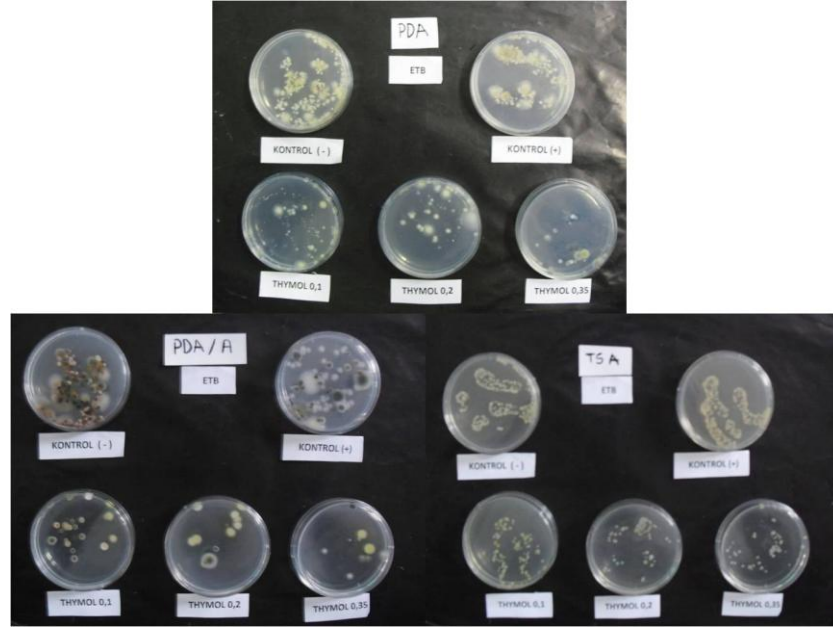
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0.05 kullanılmıştır.



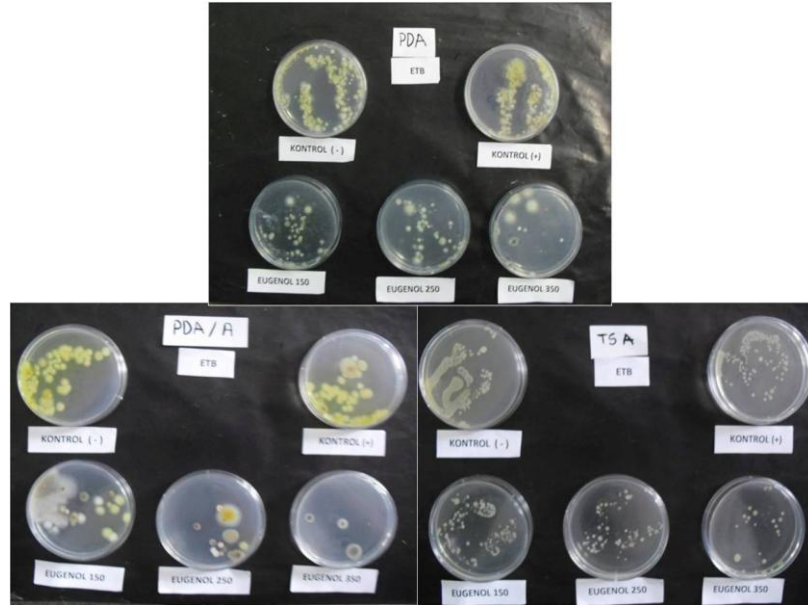
Şekil 4.1. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi **A)**Toplam mikroorganizma sayısına etkisi **B)** Toplam fungus sayısına etkisi **C)** Toplam bakteri sayısına etkisi



Şekil 4.2. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi **A)**Toplam mikroorganizma sayısına etkisi **B)** Toplam fungus sayısına etkisi **C)** Toplam bakteri sayısına etkisi



Şekil 4.3. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi **A)** Toplam mikroorganizma sayısına etkisi **B)** Toplam fungus sayısına etkisi **C)** Toplam bakteri sayısına etkisi



Şekil 4.4. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamalarının meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi **A)** Toplam mikroorganizma sayısına etkisi **B)** Toplam fungus sayısına etkisi **C)** Toplam bakteri sayısına etkisi

4.4. Muhafaza Sonrasında Timol ve Ögenolün Meyve Çürümesi ve Fitotoksisite Üzerine Etkisi

Deneme kapsamında 11°C’de 14 gün boyunca muhafaza edilen domates meyvelerinde muhafazanın hemen sonunda çürük meyve ve fitotoksisite yüzdesi değerlendirilmiş, timol ve ögenolün doz artışlarına paralel olarak meyve çürümesini azaltmada etkili oldukları saptanmıştır. Ancak, tüm timol uygulamalarında doz artışına paralel olarak meyvelerde fitotoksisite artışı gözlenir iken ögenol uygulamalarında ise fitotoksisiteye rastlanmamıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Timol uygulaması yapılmış meyvelerdeki fitotoksisite belirtileri

Meyvede muhafaza sonrası yapılan meyve çürüme analizlerinde Lifepack® Class kodlu MAP’lar ile kombine edilen uygulama meyvelerinde görülen çürüme yüzdesi, Lifepack® Etb MAP’lar ile kombine edilenlere oranla daha az olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11, 4.12, 4.13).

Çizelge 4.11’de yürütülen birinci denemenin sonuçları incelendiğinde istatistiki olarak kontrol [(-) ve (+)] grubundaki meyvelerde çürük meyve yüzdesi sırasıyla %61,5, 58,6 iken, timol 0,35, 0,5 g/7g parafin ve ögenol 350 µl/7g parafin uygulamalarında bu oranın sırasıyla, %22,3 17,8 ve 12,9’a düştüğü görülmüştür. Ancak, timol 0,35 ve 0,5

g/7g parafin dozunun kullanıldığı uygulamalarda meyvelerde sırası ile %38,9 ve 55,9 oranında fitotoksisite tespit edilmiştir.

Birinci denemenin LifePack® Etb kodlu MAP ile kombine edilerek yapılan timol ve ögenol uygulamalarında, kontrol grubu [(-), (+)] meyvelerinde çürüme yüzdesi sırasıyla %79,6 ve 75,7 olarak belirlenir iken, bu oran timol 0,35 g/7g parafin dozu ile %42,6'ya, timol 0,5 g/7g parafin dozu ile %32,1'e ve son olarak ögenol'ün 350 µl/7g dozu ile de %34,6'ya düşürüldüğü saptanmıştır. Bu uygulamaların istatistiksel olarak meyve çürümesini engellemede aynı etkiye sahip oldukları bulunmuştur. Ancak, timol 0,35 ve 0,5 g/7g parafin uygulamalarında sırasıyla meyvelerin %38,7'si ve 62,4'ünde fitotoksisite saptanmıştır (Çizelge 4.11).

İkinci denemede LifePack® Class kodlu MAP ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarında meyvedeki çürüme yüzdesinin engellenmesi açısından kontrol grubuna [(-), (+)] göre istatistiksel olarak en etkili uygulamaların timol'ün 0,35 ve 0,5 g/7g parafin ve ögenol'ün 250 ve 350 µl/7g parafin dozlarının olduğu saptanmıştır. Ancak, timol'ün 0,35 ve 0,5 g/7g parafin dozlarının meyvede sırası ile %41,9 ve 71,8 oranlarında fitotoksisiteye neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamaları verilmiştir. Buna göre kontrol grubu [(-), (+)] meyvelerde sırası ile %86,1 ve 80,3 oranlarında çürüme belirlenirken, timolün 0,5 g/7g parafin, ögenolün 250 ve 350 µl/7g parafin dozlarında çürüme yüzdesi sırası ile %32,9, 43,2 ve 30,1 oranlarında belirlenmiştir. Bu uygulamaların meyvede çürüme yüzdesini azaltmada aynı istatistiksel grupta yer aldıkları saptanmıştır. Bununla birlikte, timolün 0,5 g/7g parafin dozunun kullanıldığı uygulama meyvelerinde %46,05 oranında fitotoksisiteye rastlanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.15'de üçüncü denemenin sonuçları verilmiştir. Lifepack® Class ile kombine edilen uygulamalarda kontrol grubu [(-) ve (+)] meyvelerde sırasıyla%65,6 ve 65,2 oranlarında çürüme belirlenir iken, bu oran timol 0,5 g/7g parafin ve ögenol 350 µl/7g parafin dozlarında sırası ile %21,5 ve 21,2'ye indirilmiştir ve uygulamaların aynı

istatistiksel grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Ancak, timol 0,5 g/7g parafin dozu meyvelerin % 66,0'sında fitotoksisite belirlenmiştir.

Üçüncü denemenin çizelge 4.15'deki LifePack® Etb ile yürütülen sonuçları değerlendirildiğinde meyvede görülen çürüme yüzdesini azaltmada en etkili dozların timol 0,35, 0,5 g/7g parafin ve ögenol 350 µl/7g parafin olduğu belirlenmiştir. Buna göre kontrol grubundaki [(-), (+)] meyvelerde sırasıyla %70,7 ve 67,9'unda çürüme tespit edilirken timol 0,35, 0,5 g/7g parafin ve ögenol 0,5 g/7g parafin dozlarında bu oran sırası ile %35,8 ve 26,9 ve 30,7'ye indirilmiştir. Ancak, timol 0,35 ve 0,5 g/7g parafin uygulamalarında bulunan meyvelerin %42,1 ve 69,8'ında fitotoksisite gözlenmiştir.

Lifepack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının meyvedeki çürüme yüzdesine etkisi Şekil 4.6, 4.7 ve Şekil 4.7, 4.8' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (1.deneme).

Uygulamalar	Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)
Kontrol				
Parafinsiz (-)	61,5 a	0,0 d	79,6 a	0,0 d
Parafinli (+)	58,6 a	0,0 d	75,7 ab	0,0 d
Timol (g/7g parafin)				
0,2	38,4 bc	23,5 c	59,9 c	21,0 c
0,35	22,3 de	38,9 b	42,6 de	38,7 b
0,5	17,9 e	55,9 a	32,1 e	62,4 a
Ögenol (µL/7g parafin)				
150	44,1 b	0,0 d	65,1 bc	0,0 d
250	28,3 cd	0,0 d	47,5 d	0,0 d
350	12,9 e	0,0 d	34,6 e	0,0 d

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $p \leq 0.05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.12. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (2.deneme).

Uygulamalar	Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)
Kontrol				
Parafinsiz (-)	62,1 a	0,0 d	86,1 a	0,0 d
Parafinli (+)	58,9 a	0,0 d	80,3 a	0,0 d
Timol (g/7g parafin)				
0,2	40,5 b	32,1 c	59,3 b	26,2 c
0,35	29,1 bcd	41,9 b	46,7 cd	34,1 b
0,5	17,3 d	71,8 a	32,9 ef	46,1 a
Ögenol (µL/7g parafin)				
150	41,7 b	0,0 d	56,1 bc	0,0 d
250	30,7 bc	0,0 d	43,2 de	0,0 d
350	16,5 d	0,0 d	30,1 f	0,0 d

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $p \leq 0.05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.13. LifePack® Class ve Etb kodlu MAP'lar ile kombine edilen timol ve ögenol uygulamalarının domates meyvelerindeki çürüme ve fitotoksisite yüzdesine etkisi (3.deneme).

Uygulamalar	Lifepack® Class		Lifepack® Etb	
	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)	Çürük Meyve (%)	Fitotoksisite (%)
Kontrol				
Parafinsiz (-)	65,6 a	0,0 d	70,7 a	0,0 d
Parafinli (+)	65,2 a	0,0 d	67,9 a	0,0 d
Timol (g/7g parafin)				
0,2	45,9 b	19,7 c	50,0 b	28,0 c
0,35	31,8 c	43,5 b	35,8 cd	42,1 b
0,5	21,5 d	66,0 a	26,9 d	69,8 a
Ögenol (µL/7g parafin)				
150	43,0 b	0,0 d	51,7 b	0,0 d
250	33,4 c	0,0 d	41,3 bc	0,0 d
350	21,2 d	0,0d	30,7 cd	0,0 d

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $p \leq 0.05$ kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi **A)** Kontrol parafinsiz (-) **B)** Kontrol parafinli (+) **C)** Timol 0,5 g/7g parafin dozu



Şekil 4.7. Lifepack® Class MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi **A)** Kontrol parafinsiz (-) **B)** Kontrol parafinli (+) **C)** Ögenol 350 µl/7g parafin dozu



Şekil 4.8. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen timol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi **A)** Kontrol parafinsiz (-) **B)** Kontrol parafinli (+) **C)** Timol 0,5 g/7g parafin dozu



Şekil 4.9. Lifepack® Etb MAP'lar ile kombine edilen ögenol uygulamasının meyvelerdeki çürüme yüzdesine etkisi **A)** Kontrol parafinsiz (-) **B)** Kontrol parafinli (+) **C)** Ögenol 350 µl/7g parafin dozu

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Domates meyvesinin hasat sonrası ömrünü kısıtlayan en önemli sorunlardan biri bu dönemde görülen hastalıklardır. Domateste hasat sonrası hastalıklara neden olan en yaygın mikroorganizmaların *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* ve *Rhizopus stolonifer* olduğu bilinmektedir (Delahut ve Stevenson 2004). Bu hastalıklar domates meyvesinin depolama süresinde ve raf ömründe önemli kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları engellemek amacı ile diğer meyve ve sebzelerde olduğu gibi domates meyvesinde de hasat sonrası dönemde birçok kimyasal madde kullanılmaktadır (Daferera ve ark. 2002).

Son yıllarda hasat edilmiş ürünlerde fungusit kullanımına ilişkin artan kamuoyu baskısı ve bu konuda getirilen sınırlandırmalar nedeniyle kimyasal savaşıma alternatif bulma arayışları hız kazanmıştır. Bu kamuoyu baskısının başlıca nedeni, kullanılan fungusitlerin insan sağlığı açısından oluşturduğu olumsuz etkilerdir. Alternatif yöntemler bulma arayışlarının diğer nedenlerinden biri de, patojenlerin kullanılan fungusitlere karşı hızla dayanıklılık kazanmaları ve yakın bir gelecekte bu fungusitlerin birçoğundan beklenen düzeyde başarı sağlanamayacağı endişesidir. Bursa ilinde 2009 ve 2010 yıllarında yürütülen bu araştırma ile domatesin hasat sonrası hastalıklarına karşı kimyasal savaşıma alternatif olabilecek savaşım yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, meyve ve sebzelerde hasat sonrası dönemde kullanılan sentetik kimyasallara alternatif olarak timol ve ögenol maddeleri kullanılmıştır. Timol, kekik (*Thymus vulgaris*) ve kekik otu (*Origanum vulgare*) yağlarının, ögenol ise karanfil (*Syzygium* sp.) yağının temelini oluşturan fenol yapılı bileşiklerdir (Serrano ve ark. 2008). Son yıllarda timol ve ögenolün mikroorganizmalar üzerindeki etkileri (Lee ve Shibamoto 2001, Burt 2004, Kulisic ve ark. 2004), hasat sonu dönemde meyve ve sebzelerin korunması (Serrano ve ark. 2005, Valverde ve ark. 2005) ve gıda katkı maddesi (Smith ve ark. 2001, Quintavalla ve Vicini, 2002, Guynot ve ark. 2003) olarak kullanımı ile ilgili birçok çalışma yayınlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, domates meyvesine LifePack® Class ve LifePack® Etb kodlu modifiye atmosfer paketler (MAP) ile kombine edilerek uygulanan timol veya

ögenol dozlarının, meyvedeki mikroorganizma sayısına etkisi incelenmiştir. Buna göre, yapılan 3 deneme sonucunda her iki MAP’da kullanılan timol ve ögenolün doz artışına paralel olarak meyvedeki toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonunu azalttığı ve en etkili dozlarının genel olarak timol 0,35, 0,5 g/7g parafin ve ögenol 250,350 µl/7g parafin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10). Serrano ve ark. (2005), kiraz meyvesini, Valverde ve ark. (2005), “Crimson Seedless” çeşidi sofralık üzümüleri timol, ögenol ve mentol ile, Valero ve ark. (2006), “Autumn Royal” çeşidi sofralık üzümüleri ögenol ve timol ile zenginleştirilmiş MAP ortamında depolamışlardır. Sonuç olarak sadece MAP ortamında saklanan meyveler yüzeyindeki epifitik mikroorganizma popülasyonunun, timol, ögenol veya mentol ile zenginleştirilmiş MAP’larda muhafaza edilen meyvelerin yüzeyine göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma kapsamında da elde edilen verilerle uyumluluk gösteren sonuçlar, MAP teknolojisinin tek başına, depolanan meyve ve sebzelerin yüzeylerinde gelişen epifitik mikroorganizmaları öldürmek için yeterli olmadığı görüşünü de kuvvetlendirmektedir (Serrano ve ark. 2008). Bununla birlikte Yingjian ve Changqing (2010), domateslerde bakterilere, Feng ve ark. (2010) domateslerde funguslara karşı timol kullanımının patojenlerin gelişimini önemli ölçüde baskıladığını saptamışlardır. Ayrıca Rojas ve ark. (2007) timolün, Raybaudi ve ark. (2008) ise ögenolün taze kesilmiş elmalarda, Ponce ve ark. (2004), pazı sebzesinde ögenol’ün epifitik mikroorganizma popülasyonunu azalttığını tespit etmişlerdir. Bu tez kapsamındaki bulgular önceki çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, LifePack® Class ve LifePack® Etb kodlu MAP’lar ile kombine edilen timol veya ögenol dozlarının, denemede kullanılan domates meyvelerindeki çürük meyve yüzdesine etkisi ve oluşturdukları fitotoksisite düzeyleri incelenmiştir. Yapılan 3 deneme değerlendirildiğinde, kullanılan her iki uçucu yağların da doz artışına paralel olarak meyve çürümesini azaltmada etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11, 4.12, 4.13). Tüm uygulamalar arasında timol 0,5 g/7g parafin ve 350 µl/7g parafin dozlarının kullanıldığı uygulamaların en etkili oldukları belirlenmiştir. Uçucu yağlar timol ve ögenolün meyvede çürüme yüzdesini azalttığını destekleyecek birçok çalışma bulunmaktadır: Örneğin Liu ve ark. (2002) kayısı ve erik meyvelerinde timolün buhar şeklinde uygulanması ile hasat sonrası dönemde görülen kahverengi

çürüklük (*Monilinia fructicola*) hastalığına karşı etkisini incelemişler ve sonuç olarak timol buharı uygulanmış kayısı ve erik meyvelerinde hastalık oranlarının sırası ile %3 ve 22'ye gerilediğini belirlemişlerdir. Rodriguez ve ark. (2007), ana maddesi ögenol olan tarçın yağını çilek meyvelerinin depolanmasında kullanılan paketleme materyalleri ile kombine ederek bu meyvelerde depolama süresi boyunca herhangi bir çürüme olmadığını saptamışlardır. Marandi ve ark. (2010), üzümde kurşuni küf (*Botrytis cinerea*), Feng ve ark (2010), çeri domateslerde siyah çürüklük (*Alternaria alternata*) hastalıklarını timol uygulamalarının büyük ölçüde engellediğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Amiri ve ark. (2008), ögenol'ü farklı formülasyonlar şeklinde uygulayarak elmada görülen hasat sonrası hastalıkları büyük ölçüde engellemişlerdir.

Ayrıca bu tez kapsamında kullanılan yöntem ile önemli benzerlik gösteren çalışmalarda; örnekte Serrano ve ark. (2005), kiraz meyvelerini, Valverde ve ark. (2005), "Crimson Seedless" çeşidi sofralık üzümünü timol, ögenol veya mentol ile, Valero ve ark. (2006), "Autumn Royal" çeşidi sofralık üzümünü ögenol veya timol ile zenginleştirilmiş MAP ortamında depolamışlardır. Sonuç olarak timol veya ögenol ile kombine edilmiş MAP ortamında saklanan meyvelerde çürüme yüzdeleri, sadece MAP ortamında saklanan meyvelerdekine göre büyük ölçüde engellenmiştir. Bulgularımız benzer yöntemlerle yapılan çalışmalar ile meyvelerdeki çürümenin engellenmesi açısından uyumluluk göstermektedir.

Domates meyvelerinde epifitik mikroorganizma popülasyonunu ve meyve çürüme yüzdesini azaltmada en etkili uygulamalardan biri olarak belirlenen timol 0,5 g/7g parafin uygulaması dahil olmak üzere tüm timol dozları, meyvenin uçucu yağlar ile temas ettiği üst kısımlarında fitotoksositeye neden olmuştur (Şekil 4.5). Ancak, ögenol dozlarının kullanıldığı hiçbir uygulamada fitotoksik etki belirlenmemiştir. Bununla birlikte timol'ün fitotoksik etki gösterdiğini belirten bazı çalışmalar da bulunmaktadır; Chu ve ark. (2001), kirazda, Plotto ve ark. (2003), domateste buhar şeklinde yapılan timol uygulamalarının, meyvelerde hasat sonrası dönemde görülen hastalıkları engellediğini ancak bazı fitotoksik etkileri olduğunu belirlemişlerdir. Ancak, Serrano ve ark. (2005), kiraz meyvelerini, Valverde ve ark. (2005), "Crimson Seedless" çeşidi sofralık üzümü timol, ögenol veya mentol ile, Valero ve ark. (2006), "Autumn

Royal’’ çeşidi sofralık üzümüleri ögenol veya timol ile zenginleştirilmiş MAP ortamında depolanmışlar ve timol uygulanan meyvelerde fitotoksik etkiye neden olmadığını belirlemişlerdir. Bu durumun yapılan çalışmalardaki deneme yöntemlerinde timol ihtiva eden materyalin, meyvelere temas etmeyecek şekilde MAP içerisine yerleştirilmesi ile elde edildiği düşünülmektedir. Bu tez kapsamında da meyveler ile uçucu yağ içeren kurutma kağıtlarının arasına kağıt havlular yerleştirilmiş ve muhtemelen meyvelerde görülebilecek daha şiddetli fitotoksik etkinin önüne geçilmiştir ancak tamamen engellenememiştir. Sonuç olarak timolün meyveler ile temasının daha fazla engellenerek ve/veya daha düşük dozları ile çalışılarak fitotoksik etkisinin tamamen engellenebileceği düşünülmektedir.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda Lifepack® Class ile kombine edilen timol ve ögenol dozlarının kullanıldığı uygulamaların domates meyvelerinde epifitik mikroorganizma ve meyve çürüme yüzdesini engelleme açısından Lifepack® Etb ile kombine edilen uygulamalara göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Aynı durum hiçbir uygulama yapılmamış parafinsiz (-) veya parafinli (+) kontrol grubu meyvelerde de belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13). Domates için özel olarak üretilmiş Lifepack® Class ve Lifepack® Etb MAP’larının farklı polimerlerden üretilmesi dolayısı ile farklı gaz geçirgenliklerine ve nem tutma kapasitelerine sahip olmaları, hasat sonrası patojenlerin meyve yüzeyinde gelişimini ve meyveyi enfekte etme derecelerinde de farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre domates meyvesinde timol veya ögenol ile zenginleştirilmiş MAP ortamında depolanarak yapılan uygulamaların tümünün meyve yüzeyindeki toplam mikroorganizma, fungus, bakteri popülasyonunu azaltılmış ve meyvedeki çürümelere önemli ölçüde engellenmiştir. Sonuç olarak uçucu yağlar, timol ve ögenolün MAP teknolojisi ile birlikte kullanımının domates meyvesinin hasat sonrası hastalıklarını engellemede etkili olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçların ışığı altında ülkemiz ekonomisi için çok önemli olan domatesin, hasat sonrası hastalıklarını engellemede gösterdiği başarının gelecek açısından ümit verici olduğunu düşünmekteyiz. Gelecekte yürüteceğimiz araştırmalar ile bu uçucu yağların

farklı ürünlerin hasat sonrası hastalıklarının engellenmesi pratikte kullanılabilir hale getirilmeye çalışılacaktır. Ayrıca uçucu yağların MAP teknolojisi ile kombine edilerek kullanımı ile ilgili sınırlı sayıdaki bilimsel çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda yaptığımız çalışmanın geleceğe yönelik yeni açılımlar getireceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abdollahi, A., Hassani A., Ghosta, Y., Javadi, T., Meshkatalasadat, M. H. 2009. Essential oils as control agents of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. *Journal of Food Safety*, 30: 341-352.

Amiri, A., Dugas, R., Pichot, A. L., Bompeix, G. 2008. *In vitro* and *in vivo* activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. *International Journal of Food and Microbiology*, 126: 13-19.

Anonim, 2005. Tomato. <http://www.wikipedia.com>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Anonim, 2008a. Dünyada domates ihracat rakamları ve  lkere dağılımları. <http://www.fao.org> -(Erişim tarihi: 18.02.2011)

Anonim, 2008b. Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım  rg t  (FAO)' n n GRAS madde tanımı. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/grasguid.htm>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Anonim, 2008c. FDA gıda katkı maddeleri listesi ve SCOOGS GRAS listesi. <http://www.cfsan.fda.gov>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Anonim, 2009a. Dünyada domates üretim miktarı ve ülkelere dağılımları. <http://www.fao.org>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Anonim, 2009b. Amerikan  evre Koruma Teşkilatı (EPA)'nın  evre ve insan sağlığına zararlı olmayan maddeler listesi. <http://www.epa.gov>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Anonim, 2010. Türkiye'den 2010 yılında yapılan domates ihracat rakamları ve ihraç edilen ülkeler. <http://www.yms.org.tr>- (Erişim tarihi: 18.02.2011).

Appendini, P., Hotchkiss, J.H. 2002. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technology*, 3: 113-126.

Arora, D.S., Kaur, J. 1999. Antimicrobial activity of spices. *Int. J. Antimicrob. Agents*, 12: 257-262.

Arras, G., Agabbio, M., Piga, A., D'hallewin, G. 1993a. Fungicide effect of volatile compounds of *Thymus capitatus*. *International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre- and Post- Harvest Factors and Technology*, 20 September, 1993, Chania, Greece.

Arras, G., Piga, A., D'hallewin, G. 1993b. The use of *Thymus capitatus* essential oil under vacuum conditions to control *Penicillium digitatum* development on citrus fruit. *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants*, 1 November, 1993, Tiberias, Israel.

Arras, G., Usai, M. 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest pathogens: Chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, 64 (7): 1025-1029.

Ben-Yeoshua, S., Shapiro, B., Kim, J. J., Sharoni, J., Carmeli, S., Kashman, Y. 1988. Resistance of Citrus Fruit to Pathogens and It's Enhancement by Curing. In: Goren, R., Mendel, K. (Eds.) *Proc 6th Int. Citrus Congr.* Balaban Publishing, Rehovot, Israel, p.1371-1374.

Bennis, S., Chami1, F., Chami1, N., Bouchikhi, T., Remmal1, A. 2004. Surface alteration of *Saccharomyces cerevisiae* induced by thymol and eugenol. *Letters in Applied Microbiology*, 38: 454-458.

Bouchra, C., Achouri, M., Hassani, L.M.I., Hmamouchia, M. 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan *Labiatae* against *Botrytis cinerea* Pers: *Fr. Journal of Etnopharmacology*, 89: 165-169.

Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 94: 223–253.

Cakir, S., Kordali, H., Kilic, Kaya, E. 2005. Antifungal properties of essential oil and crude extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33: 245–256.

Campaniello, D., Corbo, M.R., Siniggaglia, M. 2010. Antifungal activity of eugenol against *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species. *J.Food. Prot.*, 73(6): 1124-8.

Chu, C.L., Liu, W.T., Zhou, T. 2001. Fumigation of sweet cherries with thymol and acetic acid to reduce postharvest brown rot and blue mold rot. *Fruits*, 56: 123-130.

Combrincka, S., Regniera,T., Kamatoub, G.P.P. 2010. *In vitro* activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. *Industrial Crops and Products*, 33: 344-349.

Cosentino,S., Tuberoso, C.I.G., Pisano1, B., Satta, M., Mascia1,V., Arzedi, E., Palmas, F. 1999. *In vitro* antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology*, 29: 130-135.

Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G. 2002. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection*, 22: 39-44.

Delahut, K., Stevenson, W. 2004. Tomato disorder: Post-Harvest fruit diseases. <http://www.cecommerce.uwex.edu>; (Erişim tarihi: 22.03.2011).

Duru, M.E., Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Harnandar, M., Izumi, S. 2003. Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, Volume: 74.

- Feng, W., Zheng, X., Chen, J., Yang, Y. 2008.** Combination of cassia oil with magnesium sulphate for control of postharvest storage rots of cherry tomatoes. *Crop Protection*, 27: 112-117.
- Feng, W., Chen, J., Zheng, X., Liu, Q. 2010.** Thyme oil to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo as fumigant and contact treatments. *Food Control*, 22: 78-81.
- Franceschi, S., Bidoli, E., Vecchia, C., L. 1994.** Tomatoes and risk of digestive-tract cancers. *Int. J. Cancer*, 59: 181-184.
- Gerster, H. 1997.** The potential role of lycopene for human health. *J. Am.Coll. Nutr.*, 16 (2): 109-126
- Golan, R.B. 2001.** Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. Elsevier Science, Amsterdam, pp.121-177.
- Guarda, A., Rubilara, J.F., Miltzb, J., Galottoa, M.J. 2011.** The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. *International Journal of Food Microbiology*, Accepted Manuscript.
- Guynot, M.E., Ramos, A.J., Set'o, L., Purroy, P., Sanch'is, V., Mar'in, S. 2003.** Antifungal activity of volatile compounds generated by essential oils against fungi commonly causing deterioration of bakery products. *J. Appl. Microbiol.*, 94: 893–899.
- Ji, P., Momol, M.T., Olson, S.M., Pradhanang, P.M. 2005.** Evaluation of thymol as biofumigant for control of bacterial wilt of tomato under field conditions. *Plant Disease*, 89: 497-500.
- Kader, A. A., Zagory, D., Kerbel, E. L. 1989.** Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 8: 1-30.
- Karapinar, M. 1989.** Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. *International Journal of Food and Microbiology*, 10: 193-200.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E. 2008.** Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresorce Technology*, 99: 8788-8795.
- Köse, F. 2007.** Turunçgillerde hasat sonrası patojenlere karşı bazı bitki uçucu yağlarının antifungal etkinliği. *Yüksek Lisans Tezi*, MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Hatay.
- Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., Milos, M., 2004.** Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chem.*, 85: 633–640.

- Lee, K.G., Shibamoto, T. 2001.** Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds [*Syzygium aromaticum* (L) Merr. et Perry]. *Food Chem.*,74: 443–448.
- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F., Fogliano, V. 2000.** Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *J. Agric. Food. Chem.*, 48(10): 4723-4727
- Liu, W.T., Chu, C.L., Zhou, T. 2002.** Thymol and acetic acid vapors reduce postharvest brown rot of apricots and plums. *HortScience*, 37: 151-156.
- Mahovic, M., Steven, A.S., Jerry, A.B. 2004.** Identifying and controlling postharvest diseases in Florida. <http://www.edis.ifas.ufl.edu>; (Erişim tarihi: 22.03.2011).
- Marandi, R.J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., Sefidkon, F. 2010.** Improving postharvest quality of table grape cv. ‘‘Rish Baba’’ using *Thymus kotschyanus* and *Carum copticum* essential oils. *Journal of Food Safety*, 31: 132-139.
- Narayanasamy, P. 2006.** Postharvest pathogens and disease management, Ed.: John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, Usa, pp:1-4.
- Periago, P.M., Delgado, B., Fernández, P.S., Palop, A. 2004.** Use of carvacrol and cymene to control growth and viability of *Listeria monocytogenes* cells and predictions of survivors using frequency distribution functions. *J. Food Prot.*, 67: 1408–1416.
- Ponce, A.G., Del Valle, C., Roura, S.I. 2004.** Shelf life of leafy vegetables treated with natural essential oils. *Journal of Food Science*, 69: 2.
- Plotto, A., Roberts, D.D., Roberts R.G. 2003.** Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture, 12 December, 2003, Toronto, Canada.
- Quintavalla, S., Vicini, L. 2002.** Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci.*, 62: 373–380.
- Rasooli, I., Owlia, P. 2005.** Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production. *Phytochemistry*, 66: 2851–2856.
- Raybaudi-Massilia, R.M., Rojas-Graü, M.A., Mosqueda-Melgar J., Martín-Belloso, O. 2008.** Comparative study on essential oils incorporated into an alginate-based edible coating to assure the safety and quality of fresh-cut Fuji apples. *J. Food Prot.*, 71: 1150–61.
- Reddy, M.V.B., Angers, P., Gosselin, A., Arul, J. 1997.** Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*, 47: 8 pp, 1515-1520.

- Rojas-Graü M.A., Raybaudi-Massilia R.M., Soliva-Fortuny R.C., Avena-Bustillos R.J., McHugh T.H., Martin-Belloso O. 2007.** Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf life of fresh-cut apples. *Postharvest Biol. Technol.* 45: 254–64.
- Rodriguez, A., Batlle, R., Nerin, C. 2007.** The use of natural essential oils as antimicrobial solutions in paper packaging Part II. *Progress in Paper Coatings.* 60: 33-38.
- Sarısaçlı, İ.E, 2009.** Salça. [http:// www.igeme.gov.tr](http://www.igeme.gov.tr); (Erişim tarihi: 20.04.2011).
- Serrano, M., Martinez R.D., Castillo, S., Guillen F., Valero, D. 2005.** The use of the natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage, *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.*, 6: 115–123.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Valero, D. 2008.** The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Food Science&Technology*, 19: 464-471.
- Smith-Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L., 2001.** The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food Microbiol.*, 18: 463–470.
- Soylu, E.M., Kurta, Ş., Soylu, S. 2010.** *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143: 183-189.
- Svircev, A. M., Smith, R. J., Zhou, T., Hernandez, M., Liu,W., Chu, C. L. 2007.** Effects of thymol fumigation on survival and ultrastructure of *Monilinia fructicola*. *Postharvest Biol. and Tech.*, 45: 228-233.
- Tippayatum, P., Fuongfuchat, A., Jangchud, K., Jangchud A., Chonhenchob V. 2009.** Development of antimicrobial EVA/LDPE films incorporated with thymol and eugenol. *International Food Information Service*, 2: 1-7.
- Tsao, R., Zhou, T. 2000.** Antifungal activity of monoterpenoids against postharvest pathogens *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*. *Journal of Essential Oil Research.* 12: 1pp 113-121.
- Tzortzakis, N., Singleton, I., Barnes J. 2007.** Impact of low-level atmospheric ozone-enrichment on black spot and anthracnose rot of tomato fruit. *Postharvest Biol. and Tech.*, 47: 1-9.
- Valero, D., Valverde J.M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Serrano, M. 2006.** The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes. *Postharvest Biol. and Tech.*, 41: 317-327.

Valverde, J.M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D. 2005. Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol or thymol. *J. of Agricultural and Food Chem.*, 53: 7458-7464.

Vázquez, B.I., Fente, C., Franco, C.M., Vázquez, M.J., Cepeda, A. 2001. Inhibitory effects of eugenol and thymol on *Penicillium citrinum* strains in culture media and cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 67: 157–163.

Venturini, M.E., Blanco, D., Oria, R. 2002. *In vitro* Antifungal activity of several antimicrobial compounds against *Penicillium expansum*. *Journal of Food Protection* 65: 834-839.

Yingjian, L., Changqing, W. 2010. Reduction of *Salmonella enterica* contamination on grape tomatoes by washing with thyme oil, thymol, and carvacrol as compared with chlorine treatment. *Journal of Food Protection*, 73: 12.

Zhao, J., Li, Y., Liu, Q., Gao, K. 2009. Antimicrobial activities of some thymol derivatives from the roots of *Inula hupehensis*. *Food Chemistry*, 120: 512–516.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ragıp ÖZKAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Hamburg/ALMANYA, 04. 11. 1984
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Mezuniyet Yılı)

Lise : Alaşehir Anadolu Lisesi/2002

Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği
Programı (2004-2008)

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma
A.B.D (2008-2011)

İletişim (e-posta) : ragpozkn@gmail.com