

**T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FUNGAL İNHİBİTÖRLER İLE HASAT SONRASI ELMA MEYVELERİNDE
Penicillium expansum FUNGUSUNUN GELİŞİMİNİN ENGELLENMESİ**

Mine KURT

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2019**

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ danışmanlığında, Mine KURT'un hazırladığı “**Fungal İnhibitörler İle Hasat Sonrası Elma Meyvelerinde *Penicillium expansum* Fungusunun Gelişiminin Engellenmesi**” konulu bu çalışma 19/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Üye: Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR

Üye: Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ

Bu Tezin Bitki Koruma Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17028

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Çalışmada kullanılan elma çeşitleri	16
3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Çalışmada kullanılan fungal materyaller	16
3.2.2. Fungusların yetiştirilmesi	17
3.2.3. Slope agar	18
3.2.4. Spor solüsyonunun hazırlanması	18
3.2.5. Çalışmada kullanılan kimyasalların dozları	18
3.2.6. Salisilik asit ve adaçayı/acı elma (<i>Salvia triloba</i>) yağının <i>P. expansum</i> 'a karşı antifungal etkileri	19
3.2.6.1. In vitro mikroskopik çalışmalar	19
3.2.6.2. In vitro makroskopik çalışmalar	19
3.2.7. Salisilik asit ve adaçayı/acı elma yağının koruyucu ve tedavi edici etkilerinin belirlenmeleri	23
3.2.7.1. Koruyucu etkinin belirlenmesi	24
3.2.7.2. Tedavi edici etkinin belirlenmesi	27
3.2.8. Doğal enfeksiyon aşaması	30
3.2.9. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi	30
3.2.10. Inkubasyon sonrası analizler	31
3.2.10.1. Simptom indeksi (meyvelerde)	31
3.2.10.2. % Meyve çürüklüğünün saptanması	32
3.2.10.3. Lezyon ölçümü	32
3.2.10.4. Meyve ağırlığı	32
3.2.10.5. Meyve çapı/Meyve uzunluğu	33
3.2.10.6. pH ölçümü	33
3.2.10.7. Meyve sertliği	34
3.2.10.8. BRİX (Toplam çözünen katı madde içeriği)	34
3.2.10.9. TA (Titretable asit)	35
3.2.11. KI (Potasyum iyodür) Nişasta-Şeker ilişkisi	35
3.2.12. RGB ölçümü (Red Green Blue)	36
3.2.13. Enfeksiyon sonrası meyvelerin protein içeriğinin belirlenmesi	36
3.2.14. Proteaz aktivitesi	38
3.2.15. İstatiksel analiz	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	40
4.1. Araştırma Bulguları	40
4.1.1. <i>P. expansum</i> 'un kullanılan kimyasal maddelere tepkileri	40
4.1.2. Meyve görsel değerleri ve meyve biyolojik parametreleri	42
4.1.2.1. Meyve ağırlığı	42
4.1.2.2. Meyve çapı	43
4.1.2.3. pH	48
4.1.2.4. Titretable asit (TA)	48
4.1.2.5. BRİX (Toplam çözünen katı madde içeriği)	48
4.1.2.6. Meyve sertliği	49

4.1.2.7. Meyve çürüklüğü	49
4.1.2.8. Lezyon çapı.....	50
4.1.2.9. Simptom indeks.....	50
4.1.2.10. RGB ölçümü (Red Green Blue)	53
4.1.2.11. Doğal enfeksiyon aşaması	56
4.1.2.12. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi	56
4.1.2.13. Muamele edilen meyvelerin proteaz enzim değerleri	57
4. 2. Tartışma	59
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	75



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FUNGAL İNHİBİTÖRLER İLE HASAT SONRASI ELMA MEYVELERİNDE *Penicillium expansum* FUNGUSUNUN GELİŞİMİNİN ENGELLENMESİ

Mine KURT

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ
YIL: 2019, Sayfa: 85

Patojenler gıdaların bozulmasına, kalite ve kantite parametrelerinin düşmesine ve hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle gıdaların muhafazasında fiziksel ve kimyasal birçok yöntem kullanılmaktadır. Tüketicilerin kimyasal koruyuculara karşı olumsuz düşüncelerinden dolayı doğal antimikrobiyal maddelerin kullanımı öne çıkmıştır. Esansiyel yağların doğal olmaları, aroma verici özellikleriyle birlikte mikrobiyal gelişimi önlemesi ve toksisite göstermemeleri esansiyel yağlara ilgiyi arttırmıştır. Bu çalışmada; hasat sonrası elma meyvelerinde depo çürüklüğüne neden olan fungal etmen *Penicillium expansum*’a karşı, salisilik asit (2.5 mmol L^{-1}) ve adaçayı/acı elma (*Salvia triloba*) yağının ($1000 \mu\text{l/1 mg ml}^{-1}$) antifungal ve antimikrobiyal etkileri araştırılmış, hasat sonrasında hastalıkla mücadelede tavsiye edilen fungusit ($135 \mu\text{g ml}^{-1}$) ile karşılaştırma yapılmıştır. Deneme 2 farklı elma çeşidinin (Granny Smith ve Starking) hastalık öncesi (koruyucu etki) ve hastalık sonrası (tedavi edici) olmak üzere 6 farklı uygulama grubu ile ölçümler yapılmıştır. SA ve adaçayı/acı elma yağı uygulamasının koruyucu özelliği ön plana çıkmış, SA ve AY uygulamalarının fungus miselleri üzerine herhangi bir inhibe edici özelliği bulunmamasına rağmen, enfeksiyon öncesindeki başarısı, SA’nın meyve dokusunu güçlendirerek dayanıklılık sağladığı adaçayı/acı elma yağının ise antimikrobiyal (mikrobiyal gelişimi önleyici) özelliklerinden dolayı meyvenin dayanıklılığını arttırmada önemli bir koruma sağladığı belirlenmiştir. SA+AY uygulaması dokuda proteaz enzim seviyesini düşürmede de etkili bulunduğu elmaların raf ömrünü de uzatmıştır. Her iki elma çeşidi de hastalığa dayanıklı olarak göze çarpmasına rağmen Starking elma çeşidi Granny Smith elma çeşidinden daha dayanıklı olarak teyit edilmiştir. SA+AY uygulaması ile dayanıklı meyvelerin hem doğal enfeksiyondan hem de patojene maruz kalmaları durumunda savunma kapasitesini arttırması bakımından etkili bir yöntem olarak sunulmuştur. Adaçayı/acı elma yağının SA gibi diğer metotlarla beraber kombinasyonu sağlandığında etkinliği arttığı için önemli bir bitki koruma stratejisi olacağı ve böylelikle fungusit kullanımının önemli oranda azaltılacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: *Penicillium expansum*, elma, salisilik asit, adaçayı (acı elma) yağı, hasat sonrası depolanmış meyve hastalıkları.

ABSTRACT

MSc Thesis

INHIBITION OF *Penicillium expansum* FUNGUS IN POSTHARVEST APPLES WITH FUNGAL INHIBITORS

Mine KURT

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

Supervisor: Assoc. Prof. Murat DİKİLİTAŞ
Year: 2019, Page: 85

Pathogens cause reductions in quality and quantity parameters of food products and result in diseases. Therefore, physical and chemical approaches have been made. Due to negative issues made by consumers, substances with antimicrobial properties have commonly been used. Due to having aromatic and antimicrobial characteristics with natural specialties as well as non-toxic properties, essential oils have been popular. In this study, effects of salicylic acid (SA, 2.5 mmol L⁻¹) and *Salvia triloba* essential oil (1000 µl/1 mg ml⁻¹) were tested and compared with that of a commercial fungicide (135 µg ml⁻¹) against postharvest decay agent of *Penicillium expansum* in terms of antifungal and antimicrobial properties. The study was made with 6 different treatment groups in two apple varieties (Granny Smith and Starking) before (prophylactic) and after fungal inoculations (treatment). Prophylactic properties of SA and essential oil applications were found beneficial although SA and essential oil applications had no inhibitory effects on mycelial growth of the fungus. The success of this approach had been explained with the strength of apple tissues and antimicrobial properties of the essential oil. The combination of both application reduced the level of protease enzyme levels and increased the shelf life of fruits. Although both apple cultivars were found as resistant, the variety of Starking was found more resistant. Via this approach, resistance of the resistant varieties of apples were increased naturally upon natural or artificial inoculations by the pathogen. The essential oil along with the application of SA increased the efficacy of prophylactic effects and it could be suggested that as a new plant protection strategy as they are thought to be able to reduce the use of fungicide applications considerably.

KEYWORDS: *Penicillium expansum*, apple, salicylic acid, *salvia triloba* essential oil, postharvest diseases.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunun belirlenmesinde yürütölüp, sonuçlanmasında bana çalışma imkanı sunan, tezimin tüm aşamasında uzman görüşleri ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, sahip olduğu deneyimlerle gelişmeme katkıda bulunan, azimli ve çalışkan tutumuyla her zaman yeniliklere açık olan Harran Üniversitesi Öğretim Üyelerinden danışman hocam sayın Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ'a en derin saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın yürütölmesi için gerekli olan Laboratuvar analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Harran Üniversitesi Öğretim Üyelerinden sayın Dr. Öğr. Üyesi Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'a, doktora öğrencisi Havva GÜMÜŞ'e, yüksek lisans öğrencisi Gülbahar KILIÇ'a ve arkadaşım Fatma AYDIN MİSKAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde maddi, manevi ve bana olan inanç ve destekleriyle yanımda olan aileme ve sözlüm Halil CAN'a teşekkürü borç bilirim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. PDB (20 ml) nin kaplara alınması	20
Şekil 3.2. PDB (20 ml) nin üzerine fungus konidileri ilavesi	21
Şekil 3.3. Mikropipet yardımı ile adaçayı/acı elma yağı ilavesi	21
Şekil 3.4. PDB üzerine SA ilavesi	22
Şekil 3.5. PDB ortamına fungal disk ilavesi	23
Şekil 3.6. Elma meyvelerinin % 0.5 klor içeren NaOCI ile dezenfekte edilmesi	24
Şekil 3.7. Elma meyvelerinin kurutma kağıtlarında kurutulması.....	24
Şekil 3.8. Adaçayı/acı elma yağının cam Petri kabına aktarılması	26
Şekil 3.9. Plastik saklama kutularında adaçayı/acı elma yağı uygulanmış elma meyvelerinin inkubasyonu	26
Şekil 3.10. Elma meyvelerine fungal miselyal disk yerleştirme işlemi.....	26
Şekil 3.11. Elma meyvelerinin <i>P. expansum</i> çözeltisinde 30 dakika bekleme işlemi.....	29
Şekil 3.12. Salisilik asit +Adaçayı/acı elma yağı uygulanmış elma meyvelerinin saklama kutularında bir hafta boyunca inkube edilmesi	29
Şekil 3.13. Fungusit çözeltisinin elma meyvelerine spreş şeklinde uygulanması	29
Şekil 3.14. Elma meyvelerinin eşkenar üçgen olacak şekilde (5 mm derinlik × 1 mm çap) hasarlandırılması	30
Şekil 3.15. Altı saat aralıklarla elma çeşitlerinin renk değıştirmesi ve fenol birikimi (Her bir resimde sol sütundaki elmalar Granny Smith, sağ sütundaki elmalar ise Starking elma çeşididir) A) Saat 13:30, B) Saat 14:30, C) Saat 15:30, D) Saat 16:30, E) Saat 17:30, F) Saat 18:30	31
Şekil 3.16. Elma meyvelerinin hassas terazide tartılması.....	32
Şekil 3.17. Elma meyvelerinin mezure yardımı ile uzunluklarının ölçölüp çaplarının hesaplanması ..	33
Şekil 3.18. Elma meyvelerinin pH metre ile ölçölümü	33
Şekil 3.19. Elma meyvelerinin penetrometre ile sertliğinin ölçölmesi.....	34
Şekil 3.20. Refraktometre ile brix ölçölümü.....	34
Şekil 3.21. Solüsyonun pH değeriinin 8.2 olana kadar NaOH ile titre edilmesi.....	35
Şekil 3.22. Potasyum iyodürün elma meyvelerine uygulanma işlemi.....	36
Şekil 3.23. Santrifuj işlemi.....	37
Şekil 3.24. Protein supernatantlarının mikropilaka okuyucuda okutulması	38
Şekil 3.25. Proteaz ölçölümü işlemleri A) Proteaz supernatantlarının flasklara aktarılması B) Proteaz supernatantlarının mikropilaka okuyucuda okutulması	39
Şekil 4. 1. Enfeksiyon sonrası koruyucu etki deneme grubundaki elma çeşitleri A). Koruyucu etki pozitif kontrol uygulama grubu elma meyveleri (Granny Smith ve Starking), B). Koruyucu etki SA+AY uygulanmış Starking elma çeşidi, C). Koruyucu etki SA+AY uygulanmış Granny Smith elma çeşidi	45
Şekil 4. 2. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki SA uygulanmış Granny Smith elma meyveleri	47
Şekil 4. 3. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki SA+AY uygulanmış Starking elma meyveleri	47
Şekil 4. 4. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki pozitif kontrol grubu Starking ve Granny Smith elma meyveleri	47
Şekil 4. 5. Hasarlandırılmış elma çeşitlerinin (Starking ve Granny Smith) oda sıcaklığında bir hafta boyunca inkubasyona bırakılıp doğal enfeksiyon aşamasında fizyolojik değışimlerinin izlenmesi.....	56
Şekil 4. 6. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi	57
Şekil 4. 7. Granny Smith elma çeşidinin koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama grubunun işlem öncesi proteaz değeri.....	58
Şekil 4. 8. Starking elma çeşidinin koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama grubunun işlem öncesi proteaz değeri.....	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Patates Dekstroz Agar (PDA).....	17
Çizelge 3.2. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin konidileri ile oluşan çözeltinin <i>P. expansum</i> 'a karşı antifungal etkileri	20
Çizelge 3.3. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin miselleri ile oluşan çözeltinin <i>P. expansum</i> 'a karşı antifungal etkileri	22
Çizelge 3.4. Koruyucu etki (inokulasyon öncesi) Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin hastalık aşamalarına ait deneme planları	25
Çizelge 3.5. Tedavi edici etki (inokulasyon sonrası) Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin hastalık aşamalarına ait deneme planları	28
Çizelge 4. 1. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin konidileri ile oluşan solüsyonun <i>P. expansum</i> 'a karşı antifungal etkileri.....	41
Çizelge 4. 2. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin miselleri ile oluşan solüsyonun <i>P. expansum</i> 'a karşı antifungal etkileri.....	42
Çizelge 4. 3. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki uygulama gruplarındaki ilk, son ortalama ve % Kayıp ağırlık ve çap değerleri	44
Çizelge 4. 4. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici uygulama gruplarındaki ilk, son ortalama ve % Kayıp ağırlık ve çap değerleri	46
Çizelge 4. 5. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama gruplarında 1'nci ve 7'nci günlerdeki pH, TA, BRİX, meyve sertliği, meyve çürüklüğü, lezyon çapı ve simptom indeksi değerleri.....	51
Çizelge 4. 6. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama gruplarında 1'nci ve 7'nci günlerdeki pH, TA, BRİX, meyve sertliği, meyve çürüklüğü, lezyon çapı ve simptom indeksi değerleri.....	52
Çizelge 4.7. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama gruplarının uygulama öncesi, uygulama sonrası ve % Kayıp CIEL*a*b değerleri	54
Çizelge 4.8. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama gruplarının uygulama öncesi, uygulama sonrası ve % Kayıp CIEL*a*b değerleri	55

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	Sıcaklık(Santigrad derece)
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
µl	Mikrolitre
µM	Mikromolar
%	Yüzde oranı

KISALTMALAR

AY	Adaçayı (acı elma) yağı
Fngst	Fungusit
HCl	Hidroklorür
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
KI	Potasyum iyodür
NaH ₂ PO ₄	Sodyum fosfat monobazik
Na ₂ HPO ₄	Sodyum fosfat dibazik
NaOCL	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit
PDA	Patates Dekstrozo Agar
PDB	Patates Dekstrozo Broth
SA	Salisilik asit
SA+AY	Salisilik asit+Adaçayı (acı elma) yağı
TA	Titretable Asit
TCA	Trichloro acetic acid

1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica* Borkh.) uzun yıllardan beri yetiştirilen ılıman iklim meyvelerinden biridir ve milattan birkaç yüzyıl öncesinden beri kültürü yapılmaktadır (Burak ve ark., 1994; Anonymous, 2012). Elma, Rosaceae familyasından *Malus* cinsine ait bir türdür. Ülkemiz sahip olduğu iklim bakımından pek çok sebze ve meyve türünün yetiştirilebildiği bir ekolojiye sahiptir. İlman iklim meyvelerinden olan elma ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilmektedir. Elma, üretim bakımından yumuşak çekirdekli meyve türleri içinde ilk sırada yer almaktadır. Bugün dünyadaki elma çeşitlerinin sayısı 10000'i aşmış olup, Türkiye'de bu sayı 500 çeşit civarındadır (Özongun ve ark., 2014; Coşkun ve ark., 2016).

Elma, beslenme ve sağlık açısından yararlı bir meyvedir. Bileşiminde % 85 su, % 12 şeker bulunan elmada ayrıca pektin, organik asitler, soda, fosfor, tanen, potasyum ile bolca vitaminler (A, B1, B2, C ve E) bulunmaktadır (Temur, 2012). Sağlık için çok faydalı olan elma, genellikle meyve olarak tüketilmekle birlikte sirke, şarap ve meyve suyu olarak da kullanılmaktadır. Besin değeri yüksek bir meyvedir. Yıl boyu tüketilebilen elma, farklı ekolojik koşullara adaptasyon sağlayabilir ve çok geniş coğrafik alanlarda yetişme imkanı bulabilir. Elma sahip olduğu zengin gen kaynakları sayesinde yetiştiricilikte önemli bir meyve türüdür (Şimşek ve ark., 2004).

Tüketiciler meyve veya sebze alırken; ürünlerin fiziksel görünüşüne, kokusuna, tadına ve raf ömrüne bakarak kalitesi hakkında bilgi edinip satın almaya karar verirler. Meyve ve sebzelere ait kalite göstergeleri tüketiciyi sürekli müşteri haline getirmek için oldukça önemlidir. Ürünlerin kalite parametrelerini; renk, sululuk oranı, tatlılık, lezzet, tat/lezzet dengesi, ürünün büyüklüğü/küçüklüğü ve tüketim ömrü etkilemektedir. Ürünlerin hasat sonrası kalitesi ise ürünün yetiştiği yerdeki gelişim sürecinde saptanır. Belirli bir bölge içerisindeki ürünün yetişmesine en uygun alanın belirlenmesi kalite sürecinin başlangıcıdır. Uygun alan seçiminden sonra başlayan büyüme süreci ve bitkinin genetik yapısı, ürünün gelişiminde kritik öneme

sahiptir. Meyveler üzerinde bulunan hücre duvarları önemli bir fiziksel kalkan olmasına rağmen birçok mikroorganizma hücre duvarında bulunan pektin ve hemiselüloz gibi yapı elementlerini parçalayarak enzim üretme kabiliyetine sahiptirler. Özellikle mikroorganizmalar tarafından üretilen enzimler ile bu yapılar daha hızlı ve kolay parçalanmaktadır (Lahlali ve ark., 2004; Demirdöven ve Baysal, 2008; Cantu ve ark., 2008). Bu aşamada gerçekleşecek fiziksel bir hasar, hastalık etmeninin daha hızlı ilerlemesine sebep olacaktır.

Sebze ve meyveler, hasat sonrası enerji ihtiyaçlarını solunum yolu ile sağlayan organizmalardır. Bu metabolizma mekanizması olgunlaşma aşamasından sonra hızlı bir yaşlanma sürecinin başlamasına da yol açar. Gıdayı tüketim için daha elverişli hale getirme konusunda olumlu olan bu işlemin dezavantajı ise ürünü hastalıklara karşı dayanıksız ve korunmasız hale getirmesidir. Hasat sonrası gelişme özelliği gösteren yani klimakterik özellik taşıyan meyveler çok daha erken dönemde hasat edildikleri için bu özelliklerinden dolayı depolanmaları daha uzun sürebilir ve hastalık sonrası fungal ve bakteriyel etmenlere karşı kısmen korunma sağlamış olurlar. Ancak bu mekanizma hasat sonrası meyveleri tüketim için elverişli hale getirirken hastalıklara karşı da daha dayanıksız ve korunmasız hale getirebilir. Bu olgunlaşma sürecinde, meyve ve sebzeler; üzerlerinde bulunan mikroorganizmalar tarafından çürük oluşumu için uygun birer konukçu haline gelmeye daha elverişli olurlar. Çürüme oluşumunda görev alan mikroorganizmalar; ürünün olgunlaşmasını hızlandırır, iç ve dış görünümüne zarar verir, koku oluşumuna yol açar, mikotoksin (mantar zehiri) üretir ve çevredeki diğer gıdalara da bulaşarak aynı değişimlerin komşu ürünlerde de oluşmasına sebep olurlar. Üreme hız ve kapasiteleri yüksek olduğu için daha hızlı yayılarak depolanmış ürünlere ciddi zarar verirler. Salgılanan enzimlerin çoğunluğu fungal kökenli olmasına rağmen, funguslar tarafından tetiklenerek bitkilerde de aynı tür enzimin sentezlenmesi mümkün olmaktadır. Bu enzimler, meyvelerin olgunlaşmaya başlaması ile kendiliğinden de artış göstermektedirler (Srivastava ve Dwivedi, 2000). Klimakterik özellik gösteren meyvelerin hasat sonrası gelişmesi hastalık etmenlerine dayanıklılık kazandırmada önemli bir faktör olarak da kullanılabilir. Bu aşamada kullanılacak kimyasal veya fiziksel uyarıcılar hastalık etmeninin ilerlemesini durdurabilir. Bu tip meyvelerin

özelliklerinden dolayı hastalık yapan mikroorganizmaların uzaklaştırılması yerine konukçu dokunun güçlendirilerek ve hastalık yapıcı etmenlerin çoğalması engellenerek hasat sonrası depolama süresi uzatılabilir (Pekmezci, 1975; Srivastava ve Dwivedi, 2000).

Tarımsal ürünlerin hasat edilmesi, paketlenmesi, pazara taşınması ve depolanması sırasında bazı hastalıklar ve bu hastalıklara bağlı olarak birçok kayıplar ortaya çıkmaktadır. Taze meyve ve sebzelerin depo ömrünü kısaltan en önemli sebeplerden biri hasat sonrası hastalıklardır. Bu hastalıkların depolanan ürününün çeşidine ve depolama koşullarına bağlı olarak % 20-50 düzeyinde kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (Klein ve Lurie, 1991).

Ürünlerde hasat sonrası ortaya çıkan hastalıkların nedenlerini iki grup altında toplamak mümkündür. Bunlardan birincisi; besin elementlerinin eksikliği veya fazlalığı, ürünün bulunduğu ortamın nemi ve sıcaklığı, kimyasal ve fiziksel hasarlar gibi hasattan sonra ürünlerin bozulmasına sebep olan abiyotik faktörlerdir. İkincisi ise biyotik etmenlerdir ve bu etmenlerin en önemli kısmını funguslar oluşturmaktadır. Funguslar ürün daha gelişme döneminde iken kutikula ve epidermisi delerek stoma, lentisel veya çeşitli yaralardan girerek enfeksiyona neden olmak suretiyle meyve ve sebzelerde hasat sonrasında kaliteyi düşüren ve raf ömrünü azaltan hastalık etmenleridir. Funguslar depolarda yaygın olarak görülürler ve ciddi kayıplara sebep olurlar (Benli, 2003; Ajayi ve Olasehinde, 2009).

Hasattan sonra ürünlerde çürüklük oluşturan *Penicillium* gibi saprofit funguslar yara dokularından ya da meyveler üzerinde bulunan lentisel adı verilen kanallardan dokuya girerek konukçular üzerinde salgıladıkları hücre dışı enzimler ile ürünün kalite ve kantitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır (Srivastava ve Dwivedi, 2000). Hasat sonrası hastalık etmenlerinden olan *Penicillium expansum* elma meyvelerinde zarara neden olan en önemli patojendir. Fungal etmen meyve kabuğunun yaralanması ile ürün içine girebilen bir yara patojenidir. Patojen uygun ortamda çimlenir ve hastalığa neden olur (Jones ve Aldwinckle, 1990).

P. expansum fungusunun sebep olduğu mavi çürüklük (blue mold) hastalığı; sebze ve meyvelerde hasat sonrasında meydana gelen ve ekonomik zararı yüksek en önemli bitki hastalıklarındandır. Bu fungal etmen tarafından üretilen patulin toksini ise insan sağlığı açısından önemli risk oluşturmaktadır. Depolanmış ürünlerde ciddi kayıplara neden olan *P. expansum* çok geniş bir konukçu kitlesine sahip önemli bir küf hastalığıdır. *Penicillium* türleri, genel olarak yara dokularından konukçu dokuya girerek depolanmış ürünlerde çürüklüğe neden olabildikleri gibi dokuların olgunlaşması ile yumuşayan konukçu dokuya kendiliğinden penetre edebilme yeteneğine de sahiptirler (Miedes ve Lorences, 2006; Lawley ve ark., 2008; Koçkaya ve ark., 2009; Welke ve ark., 2010; Bonerba ve ark., 2010; Health Canada, 2013).

Penicillium türlerinin çoğu doğadaki organik maddelerin geri dönüşüm aşamalarında görev alırlar ve organik maddelerin çürümmesine yol açan, hava yoluyla bulaşma yeteneğine sahip, kendisine karşı savunmasız konukçularda ise alerjik reaksiyonlara yol açan fungal etmenlerdir (Houbraken ve ark., 2011). Hastalığın mavi çürüklük olarak isimlendirilmesinin sebebi; *P. expansum* tarafından üretilen konidi renginin dokuda baskın olmasıdır. Bu hastalık başlangıçta şeffaf renkli görünümlüdür ve hastalık dokuda ilerledikçe mavi rengini almaktadır. Çürümüş dokularda zamanla yumuşak çürüklük meydana getirmektedir (Rosenberger, 1990; Snowdon, 1990; Tiwari ve ark., 2011; HemaMoorthy ve Prakasam, 2013).

Çürümüş dokulardaki hücreler sağlıklı dokudaki hücrelere çok kısa sürede temas ederek çanak şeklinde beliren yüzeyler oluşturur. Çürümüş meyveler etrafa topraksı, küflü koku yayarlar. Ürün üzerindeki çürümüş dokuda bulunan mavi-yeşil benekler ve çevreye yaydığı küflü koku maviküf hastalığının oluştuğunun bir göstergesidir. Hasat sonrası ürünlerde, mantar enfeksiyonları'nın yol açtığı ekonomik kayıplar kesin olarak belirlenemese de genellikle % 30-% 50 arasında olduğu düşünülmektedir. Bazı durumlarda ürünlerde çürüme tamamen oluştuğunda ürünler ekonomik değerlerini kaybederek yok olmaktadır. Fungal ve bakteriyel etmenlerin her ikisi de çürümeye yol açmasına rağmen, fungal etmenler hasat sonrası ürün zincirinde daha yüksek oranlarda ürün kaybına yol açmaktadırlar. Fungal etmenin gelişimini engelleyecek çevre dostu yaklaşımlar hem patojenin kontrolünü sağlarken

hem de insan ve çevre açısından önemli katkı sağlayacaktır (Petro-Turzo, 1987; Ajayi ve Olasehinde, 2009; Ahmadi-Afzadi ve ark., 2013).

P. expansum fungusunun sebep olduğu mavi çürüklük ve patulin depolama aşamalarında önemli kayıplara yol açar (Coulombe, 1993). Hasat sonrasında görülen ekonomik kayıplar için kullanılan önleyici ilaçlar sayesinde fungus zararı önemli miktarda azaltılmıştır. Bu ilaçların etkinliğinde fungusun etki mekanizmasının bilinmesi önemli bir aşamadır. Kimyasal çözümler yanında *P. expansum*'a dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi ve çevre dostu yöntemler ile hastalığın etkinliğinin azaltılması son yıllarda artış göstermiştir (Rosenberger, 1990; Lugauskas ve ark., 2005; Know ve ark., 2006; Vilanova ve ark., 2012; Ahmedi-Afzadi ve ark., 2013). Dünya genelinde yapılan birçok çalışmada mavi çürüklük hastalığı ele alınmasına rağmen bu çalışmaların çok az bir kısmı ticari olarak kullanılmaktadır. Ürün yapısı ile patojen etkileşiminin bilinmesi ve türler arasındaki bu etki mekanizmalarının farklarının ortaya konulması hasat sonrası hastalıkların kontrolü açısından önemlidir. Örneğin, hasat öncesi ya da sonrasında uygulanan fungusitlerin etkinliği belirlenmiş olmasına rağmen, fungal etmenin patojenisitesi türlerin genetiğine ve çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Hasat sonrası uygulamalar ürünün toplanmasından hemen sonra, depolanmasından önce, ürünün paketlenmesinden önce, son depo aşamasında veya satış aşamasında gerçekleştirilebilir (Janisiewicz ve Korsten, 2002; Kazım ve Kasım, 2007; Lawley ve ark., 2008; Morales ve ark., 2010).

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası kayıplarının en aza indirilerek kontrol altında tutulması, üretim için ihtiyaç duyulan alanları azaltacak ya da bu alanların üretimde artışı için kullanımına olanak sağlayacaktır. Son yıllarda birçok uluslararası kuruluş, hasat sonrası hastalıkların azaltılmasının yollarını aktif olarak araştırmaktadır. Bu kayıpların önlenmesi veya azaltılması artan dünya nüfusunun ve sınırlı kaynakların dengelenmesi için oldukça önemlidir. Bu amaçla hastalık mekanizmasının durumu yeni çeşitler ve koşullar altında irdelenmelidir. Hastalık etmenleriyle mücadele etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir. Fungusitler hasat sonrası patojenlerin neden

oldukları kayıpları engellemede kullanılan sentetik koruyuculardır (Sing ve Sharma, 2007; Morales ve ark., 2010).

Hasat öncesinde yapılan fungusit uygulaması ile *P. expansum* populasyonunun azaldığı ve fungal gelişimin önlendiği görülmüştür. İlaç kalıntı sorunu da kısmen giderilmiştir (Xiao ve ark., 2011). Patojen populasyonunun düşük olduğu durumlarda ilaçların verimliliği daha yüksek olduğundan (Eckert ve Ogawa, 1988), fungal populasyonu düşürücü her türlü fiziksel ve kimyasal önlemler patojenin fungusitler ile kontrolünü kolaylaştırdığı gibi fungusitlere karşı direnç kazanımını da engelleyecektir. *P. expansum* fungusunun sporları sezondan sezona kolaylıkla etkin olabilir. Birçok ortamda fungus kolaylıkla gelişebilir ve çok miktarda spor üretebilir. Örnek olarak depolama ve saklı tutma işlemlerinde kullanılan paketlerin bahçe toprağı ile temas etmiş olması veya çürümüş meyve kalıntılarının bulaşmış olması *P. expansum* fungusunun çoğalmasına sebep olur.

Hasat sonrası kayıplara neden olan fungal hastalıklar için kullanılan fungusitler doku içlerine kadar nüfuz ettiklerinden, fungusit uygulanan meyve ve sebzelerin yüzeylerinde biriken kimyasal artıklar insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca yararlı organizmaların yok olmasına neden olup doğal dengenin bozulmasına da sebep olmaktadır (Benli, 2003; Singh ve Sharma, 2007; Sugar ve Basile, 2008; Sharma ve ark., 2009). Fungusitlerin etkinliklerinin arttırılmasıyla bu kimyasalların yan etkileri de her geçen gün artmaktadır (Sorour ve Larink, 2001). Böylelikle, hasat sonrası ürünlerde zarar yapan patojenlerde fungusitlere karşı direnç geliştirmekte, böylece bu fungusitlerin etkisi giderek azalmaktadır (Dianz ve ark., 2002). Kimyasal mücadelenin bu tür dezavantajlarından dolayı farklı mücadele yöntemlerine başvurulmaktadır. Fungal etmenin gelişimini engelleyecek çevre dostu yaklaşımlar hem patojenin kontrolünü sağlarken hem de insan ve çevre sağlığı açısından önemli katkı sağlayacaktır (Petro-Turzo, 1987). Bu nedenlerden dolayı, hasat sonrası süreçte depolama işlemi araştırmacıların ilgilendikleri en temel konu olmuştur. Genel olarak kimyasallar yanında soğuk hava deposu, modifiye atmosfer depolama, kontrollü atmosfer depolama, sıcak suya daldırma, nitrik oksit (NO), salisilik asit (SA) ve

bitkisel yağlar gibi yapılan uygulamalar hasat sonrası meyveleri korumak için önemli araçlar olmuştur.

Soğuk zincir sistemi hasat sonrasında meyve ve sebzeleri hastalık etmenlerinden korumak için kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Bitkilerin hasat sonrasında hemen soğutulması ve göreceli olarak düşük depolama sıcaklıklarında muhafaza edilmesi patojen gelişimini engelleyen önemli bir kriterdir. Örneğin elma, -1 ile -4°C, armut -1 ile -0.5°C sıcaklık aralıklarında depolanır. Fakat, bu koşullarda bile *P. expansum* normalden daha yavaş gelişim göstermesine rağmen büyüyebilir ve spor üretebilir (Hiçyakmaz ve ark., 1994; Karaçalı, 2002; Koyuncu ve ark., 2003; Lahlali ve ark., 2005). Patojenin düşük sıcaklık değerlerinde gelişim göstermesi ilave kontrol yöntemlerine gerek duyulduğunu ortaya koymuş, ancak bu yöntemin çevreye duyarlı bir yöntem olması hem meyve hem de insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. Örneğin, depo neminin düşük olması meyvelerde su kaybını arttıracak gibi çok yüksek olması da hastalık etmeninin çoğalmasına ve hızlı enfeksiyon yapmasına neden olacağından ürün kayıplarını artırır. Bu durum ayrıca meyvelerde kalite kayıplarına da neden olarak meyvelerin vitamin ve toplam antioksidant değerlerini düşürebilir (Koyuncu ve ark., 2003; Karaçalı, 2006; Yılmaz, 2010).

Elma yaş meyve kategorisinde olduğundan dolayı, soğukta muhafaza edilmeli ancak bu sıcaklık donma sıcaklığının üzerinde olmalıdır. Elma meyveleri uzun süreli muhafaza edildiğinde su ve diğer ağırlık kayıplarını azaltmak, meyvenin vitamin içeriği yanında antioksidant özelliklerini korumak ve buruşmasını önleyerek görüntüsünü muhafaza etmek için düşük sıcaklık ve nemde muhafaza edilmesi önerilmiştir. Örneğin, Starking çeşidi için bu değerler, sıcaklık, 0-1°C; nem, % 90-95 ve Granny Smith çeşidi için ise sıcaklık, 0-5°C, nem, % 90-95 olarak önerilmiştir (Karaçalı, 2006; Üçüncü, 2009; Kantarman, 2011). Ancak, % 95-100 nem aralığının fungus ve bakteri gibi mikroorganizmaların spor ve konidi gelişimi için önemli değerler olduğu da unutulmamalıdır. Yine, meyve ve sebzelerin muhafaza edildiği ortamın hava bileşenlerini (özellikle O₂ ve CO₂ oranlarını) değiştirerek muhafaza süresini uzatmak mümkündür (Alkan, 2013; Sargın ve Okudum, 2014). Çok daha

düşük sıcaklıklarda meyve ve sebzelerin muhafaza edilmeleri bitki koruma açısından değerlendirilse bile bu tip ürünler normal oda sıcaklığına getirildiğinde içeriğindeki karbonhidrat ve diğer şeker bileşenleri hızlıca değişeceğinden bu durum patojenler için önemli bir substrat olarak hizmet görecektir. Böyle durumlarda meyvelerin kalite ve kantitesi daha hızlı kaybolacaktır.

Son yıllarda sentetik kimyasallara alternatif olarak kullanılan doğal koruyucu maddeler giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Biyolojik bozulmayı kontrol altına almak ve depolama ömrünü uzatmak amacıyla doğal ürünlerin kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Bunlar arasında bitkisel uçucu yağlardan üretilen doğal pestisitlerin de hastalık etmenleriyle mücadelede önemli bir yeri bulunmaktadır (Ragsdale ve ark., 1993; Isman, 2000; Burt, 2004).

Lovang ve Wildt-Persson (1998) isimli araştırmacılar, bitkisel pestisitlerin kimyasal pestisitlere oranla daha ekonomik olduğunu, çünkü pestisit olarak kullanılacak bitkilerin çiftçiler tarafından yetiştirilerek uygulanabileceğini ve bitkisel pestisitlerin çevreye zararı olmadığını ileri sürmüştür. Bitkisel pestisit olarak kullanılan ürünlerden en önemlisi de bitkilerden elde edilen uçucu yağlardır. Bitkisel pestisit olarak kullanılan bitkilerin fungitoksik etkileri, içerdikleri uçucu yağlardan kaynaklanmaktadır (La Torre ve ark., 2014).

Uçucu yağlar, bitkilerin veya bitkisel kaynakların, kök, gövde, yaprak, meyve, kabuk ve çiçek gibi bölümlerinden çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. 24-25°C derecede sıvı halde bulunan, genellikle sarı renkli, uçucu, keskin kokulu ve yağimsı karışımlardır (Yaylı, 2013). Biyoaktif buhar fazına sahip olmaları depolanmış ürünlerin korunmasında önemli bir avantajdır (Singh ve ark., 2002).

Uçucu yağlar bakteri ve küf gibi çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterirler. Ayrıca aromatik koku özellikleri sebebiyle gıdaların korunmasında ve sakinleştirici, ağrı kesici, anti inflamatuvar olarak da tıpta kullanım alanları bulunmaktadır (Bakkali ve ark., 2008). FDA (Food and Drug Administration/Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından kolay ayrıştırılabilir, çevre

dostu olmaları ve fitotoksik olmamaları sebebiyle çoğunluğu GRAS (Generally Recognized as Safe/Genel olarak güvenilir zararsız kabul edilen) statüsünde yer alan uçucu yağlara karşı son yıllarda artan bir talep vardır (Cruz Cabral ve ark., 2013; Holley ve Patel, 2005). Uçucu yağların uçuculuk özellikleri ve kalıcılıklarının fazla olmaması gibi bazı dezavantajları da vardır. Bu özelliklerinden dolayı pratikte arazi şartlarında uygulanmaları mümkün olamamaktadır. Ancak son zamanlarda depo ve seralarda uygulanmalarına yönelik çalışmalar artmaktadır.

Bu çalışma, daha az teknik imkânlarla elma meyvelerinin oda sıcaklığında muhafazasına yönelik oluşabilecek muhtemel kayıpları, salisilik asit (SA) ve uçucu yağlardan olan adaçayı/acı elma (*Salvia triloba*) yağını kullanarak depolanmış ürünlerdeki ürün kaybını azaltmak amacı ile planlanmıştır. Uygun salisilik asit (SA) ve adaçayı/acı elma yağı konsantrasyonunu belirleyip bu dozu enfeksiyon öncesi ve sonrası (koruyucu etki ve tedavi edici etki) elma meyvelerinde kullanarak salisilik asit (SA) ve adaçayı/acı elma yağının koruyucu ve tedavi edici özelliğinin olup olmadığını araştırıp tespit etmektir. Ayrıca SA ve adaçayı/acı elma yağının *P. expansum* üzerinde toksik etkiye sahip olup olmadığını belirleyerek, elma üzerinde oluşabilecek etkinin dayanıklılıktan mı yoksa fungusun etkinliğinin azaltılmasından mı ileri geldiğini belirlemek amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gıda endüstrisi dünya ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle meyve ve meyve sularının son yıllarda hem bu sektörde sağladığı başarı hem de insan sağlığında önemli bir yer tutması, meyve ve meyve sularında gıda güvenliğinin de öne çıkmasına neden olmuştur. Elma içerdiği glikoz ve karbonhidratlar ile çok sayıda mikroorganizmanın konukçusudur. Özellikle patojenler tarafından üretilen pektinolitik enzimler elma dokularının parçalanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca, hasat sırasında oluşan mekanik zararlar, elma çürüklüğünün gelişiminde önemli nedenlerden biridir. Elma gibi meyveler soğuk koşullarda depolansalar bile, elma üzerinde gelişebilen hastalık etmenleri diğer meyvelerinde hastalanmasına neden olurlar. Mavi çürüklük hastalığı çok etkili ve yıkıcı bir hastalık olup kısa zamanda çok yüksek oranda konidi oluşturabilen ve hızlı yayılma kapasitesine sahip hasat edilmiş meyve ve meyve ürünlerinde önemli kayıplara neden olan *P. expansum* adlı fungal etmen tarafından oluşturulmaktadır (Coulombe, 1993; Karaçalı, 2006; Ahmadi-Afzadi ve ark., 2013). *P. expansum* ürettiği patulin adı verilen toksin ile insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkiye sahiptir.

Sentetik fungusitlerin, meyveler üzerinde kalıntı bırakması, sulama sularına ve tarım topraklarına karışması insan ve çevre sağlığının bozulmasına yol açmakta ve dolayısı ile dünya genelinde fungusit kullanımının azaltılması için alternatif yolların araştırılıp bulunması zorunlu hale gelmektedir. Pestisit kullanımının sınırlandırılması ve patojenlerin pestisitlere dayanıklı ırklarının türemesi, insan ve çevre sağlığı sorunlarını daha da ağırlaştırmıştır (Morales ve ark., 2010; Tosun ve ark., 2011). Alternatif yolların en etkin olanı patojen çoğalmasını engelleyen ve konukçu dokunun bütünlüğünü koruyarak ürünün raf ömrünü uzatan bir yol olmalıdır. Çünkü patojenin etkin bir biçimde kontrol edilebilmesi ancak zehirli kimyasal yani pestisit kullanımı ile mümkün olduğundan kullanılacak kimyasal ya da yöntemlerin toksik özellik göstermemesi ve pestisit etkinliğine yakın bir etki göstermesi istenmektedir. Böyle bir yöntemin yaygın olarak kullanılması pestisit uygulamasını tamamen bitirmese bile, pestisit doz ve miktarı yanında uygulama sıklığını da azaltacağından

önemli olarak kabul edilecektir. Örneğin, SA, prohexadione-calcium (Pro-Ca), ve selenyum bu alanda öne çıkan kimyasallardır (Çağlar ve Ağca, 2009; Ghiasi ve Razavi, 2013). Salisilik asit patojen gelişimini engellerken, konukçu dokuda savunma mekanizmasını harekete geçirerek hasat sonrası ürünleri korumada önemli başarı sağlamıştır (Zheng ve Zhang, 2004; Mo ve ark., 2008; Lu ve ark., 2011). Yine, Pro-Ca önemli bir bitki inhibitörü olarak, hem hastalıklı dokunun diğer dokulara yayılmasını engellemekte hem de patojen gelişimini inhibe etmektedir.

Srivastava ve Dwivedi (2000) muz meyvelerinin olgunlaşmasının geciktirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada, SA'nın muz meyvelerinde solunum hızını, hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin aktivitelerini, enzimatik antioksidantları (katalaz, peroksidaz) azaltarak muz meyvelerinin olgunlaşmasını geciktirdiği ve böylece raf ömrünü uzattığını belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2003)'da SA'nın kiwi meyvelerinde de olgunlaşmayı geciktirdiğini rapor etmişlerdir. Yine, *in vitro* koşullarda yapılan bir çalışmada SA ve iki farklı antagonistik mayanın kirazlarda *P. expansum* ve *Alternaria alternata*'ya karşı etkileri araştırılmıştır. Kiraz meyvelerinde SA uygulamasının polyphenoloxidase (PPO) ve phenylalanine ammonia-lyase (PAL) aktivitesini arttırdığı ve SA uygulaması ile antagonistik mayaların daha etkin rol oynayarak meyvelerde çürümeyi engellediği rapor edilmiştir (Qin ve ark., 2003).

Ponkan mandarini üzerinde yapılan bir çalışmada Zheng ve Zhang, (2004) hasat öncesi ve sonrası dönemdeki poliamin (PA) ve SA miktarlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Depolamadan önce SA çözeltisine daldırılan meyvelerin PA ve SA miktarı yükselmiş ve muhafaza ömrü uzamıştır. Salisilik asit uygulanan meyvelerde ağırlık kaybı azalmış, çürüme oranı kontrol meyvelerine göre önemli oranda düşmüştür. Bir diğer çalışmada ise yapılan sıcaklık uygulamasından sonra elma dokusuna inokule edilen *P. expansum*'un çürüklük oluşturmadağı tespit edilmiştir (Fallik, 2004; Kazım ve Kasım, 2007; Varit ve Songsin, 2011). Dokudan izole edilen *P. expansum* sporları potato dekstrozu agar (PDA) ortamında gelişmesine rağmen gelişme hızları yavaşlamış ve gelişen hiflerinin de kısa ve kalın olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, konukçu bitki dokusunda fungal penetrasyonun ne kadar zor olabileceğini göstermiştir. Gerçekleşen fizyolojik olay, sıcak suya maruz bırakılan

bitki dokusundan ekstre edilen sıvının PDA ortamına ilave edilerek kültür ortamı hazırlanması sonucu, besiyerine inokule edilen fungus gelişiminin engellenmesi ile de teyit edilmiştir (Fallik ve ark., 1995; Fallik ve ark., 2000; Porat ve ark., 2000). Yapılan başka bir çalışmada, hasat öncesi ve sonrası SA uygulanan ananas meyvelerinin içsel kızarması ve meyve kalitesinin devamlılığına etkisi araştırılmış, hasat öncesi SA sprey edilen meyvelerde içsel kızarma azalırken, çözünebilir element içeriği (SSC), titre edilebilir asit (TA) ve toplam fenol (TP) içerikleri etkilenmemiş, askorbik asit içeriğinin azalması da geciktirilmiştir (Lu ve ark., 2011).

Elma hasat edildikten sonra 0 °C’de 6 ay kadar soğuk hava deposu koşullarında depolanabilen bir meyvedir. Modern depolama tekniklerinin olmasına rağmen hasat sonrası elma meyvelerinde % 5-25 arasında kayıp gerçekleşmektedir (Bondoux, 1992). Elmalarda hasat sonu hastalıklarda en fazla olarak fungal kaynaklı patojenlerin sebep olduğu bildirilmektedir. Amerika’da yapılan bir çalışmada elma depolarında görülen başlıca fungal kaynaklı etmenlerin; *Penicillium* spp., *B. cinerea*, *Phialophora malorum* M. N. Kidd & A. Bea. McColloch, *Pezicula malicorticis*, *Mucarpiformis* Scop. olduğu saptanmıştır (Kupferman ve ark., 1992).

Yumuşak çekirdekli meyvelerde “Mavi küf” belirtisi gösteren meyvelerden yapılan izolasyonlarda en sık görülen patojenlerin; *P. expansum*, *P. solitum* Westling ve *P. commune* Thom olduğu belirlenmiştir. *P. expansum* türleri bu türler içinde en yaygın ve en geniş yara çapına sahip olanıdır. Bu patojen enfeksiyon için çoğunlukla yaraya ihtiyaç duymaktadır ama meyve üzerindeki sağlıklı dokuda bulunan lentiseller aracılığıyla da enfeksiyonu gerçekleştirebilmektedir (Jones ve Aldwinckle, 1990).

P. expansum ve *B. cinerea* düşük sıcaklıklarda gelişebilme yeteneklerinden dolayı en fazla zarar yapan türler olarak kabul edilmektedir. Bu hastalık etmenlerinden *P. expansum* elmalarda meydana getirdiği kayıpların yanı sıra patulin adında kanserojen olduğu bilinen bir mikotoksin de üretmektedir. Çürümüş elmalar meyve suyu üretiminde kullanıldığında bu mikotoksin insan hayatını tehdit etmektedir (Janisiewicz, 1998).

Amerika’da Red Delicious, Fuji ve Golden Delicious elma çeşitlerinde hasat sonrası meydana gelen elma hastalıkları üzerine yapılan bir çalışmada çürümelerin % 37.7’sinin *P. expansum*, % 28.1’inin *B. cinerea* ve % 16.9’unun *Sphaeropsis* çürüklüğü olduğu tespit edilmiştir (Kim ve Xiao, 2008).

Yapılan bir çalışmada, hasat sonrası hastalıklarla biyolojik mücadelede bakteri ve mayaların birlikte uygulanmalarının daha etkili olabileceği düşünülmüştür. Elmalarda yapılan bu çalışmada *Pseudomonas syringae* ve *Sporobolomyces roseus* birlikte kullanılarak *P. expansum*’un zararı % 100 engellenmiştir (Janisiewicz ve Bors, 1995).

Antimikrobiyal etkilerinden dolayı geçmişten günümüze kadar alternatif tıp alanında yaygın bir kullanım alanı bulan uçucu yağlar, çeşitli bitkilerden elde edilmektedir. Bunların mikroorganizmalar üzerindeki etkileriyle ilgili bilgiler geçmişte daha az olmasına rağmen, çok eski tarihlerden beri bulaşıcı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Rios ve Recio, 2005).

Rhizopus sp., *Mucor sp.* ve *Aspergillus sp.*’ nin misel gelişimi üzerine 40 farklı bitki uçucu yağının antifungal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sarımsak yağının 100 ppm’de söz konusu patojenlerin misel gelişimini tamamen engellediği ve denemede ele alınan bitkisel yağlar içinde en etkili olduğu belirlenmiştir (Tompson ve Canon, 1986).

Cymbopogon flexuosus (limonotu)’dan elde edilen uçucu yağın hasattan sonra çürüklüğe sebep olan 25 fungal patojene karşı antifungal etkinliği *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Araştırmacılar uçucu yağın fungisidal etkinliğinin fungus türlerine göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Limon otu uçucu yağının *Penicillium expansum*, *P. italicum*, *P. implicatum*, *P. digitatum*, *P. minioluteum*, *P. variable* için belirlenen etkin konsantrasyonu 0.4 µl olarak belirlenmiştir (Shahi ve ark., 2003).

Kekik, adaçayı, hindistan cevizi ve tarçın uçucu yağlarının *Alternaria alternata* etmenine karşı antifungal etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda tarçın ve kekik uçucu yağlarının *A. alternata*'ya karşı antifungal etkileri olduğu tespit edilmiştir. Tarçın yağı 300-500 ppm arasında etmenin gelişimini tamamen engellemiş, kekik ise 500 ppm'de % 62 oranında engellemiştir (Feng ve Zheng, 2007).

Elma meyvelerinde yapılan bir çalışmada, *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum*'a karşı, *Ocimum basilicum* (reyhan), *Foeniculum sativum* (rezene), *Lavandula officinalis* (lavanta), *Origanum majorana* (güvey otu), *Oreganum vulgare* (kekik), *Satureja montana* (zahter), *Mentha arvensis* (nane), *Rosmarinus officinalis* (biberiye), *Salvia officinalis* (adaçayı), *Thymus vulgaris* (kekik) uçucu yağlarının antifungal etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağlar uygulandıktan sonra 4±1 °C'de depolanan meyvelerde, *O. vulgare*, *S. montana* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının % 1'lik emülsiyonlarının yüksek antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. Uçucu yağların % 10'luk emülsiyonları ise meyvede fitotoksositeye sebep olmuştur (Lopez-Reyes ve ark., 2010).

Kekik yağı ve türevlerinin temel bileşeni olan Thymol'ün *Rhizoctonia solani*'ye karşı fungusit olarak aktivitelerine ilişkin yapılan bir çalışmada, bu bileşenin *R. solani* ve diğer fungal patojenlere karşı hem *in vitro* hem de sera-tarla koşullarında kullanım potansiyelinin olduğu bildirilmiştir (Chauhan ve ark., 2017). Thymol asetatın çok düşük kalıntı bırakması ve etkinliğinin yüksek olması nedeniyle bitki bazlı fungusit olabileceği belirtilmiştir.

Şeftali meyvelerinde kahverengi çürüklük (*Monilinia laxa*) üzerine kekik uçucu yağı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yağ uygulamasının fenilalanin amonyum-liyaz aktivitesini, katein, klorajenik ve kafeik asitlerin miktarını ve antioksidan etkisini artırdığı ve kahverengi kök çürüklüğü görülme sıklığını azalttığı rapor edilmiştir (Khumalo ve ark., 2017).

Kekik, biberiye ve altın çiçeğinin *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 ve 465 izolatların üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kekik ekstraktının küflerin

gelişimini engellediği fakat biberiye ve altın çiçeği ekstraktlarının etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Çeliktaş, 2010).

Ülkemizde yetişen adaçayı, yabani kekik, oregano türü kekik ve geyik otu ekstraktlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseoli*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *A. parasiticus* patojenlerine karşı antifungal etkilerinin incelendiği bir çalışmada, adaçayı ekstraktının antifungal aktivitesinin düşük olduğu belirtilmiştir (Özcan ve Boyraz, 2000) ancak yabani kekik, oregano türü kekik ve geyik otunun tüm patojenlerin gelişimini engelleyici etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan bütün test patojenlerinin yabani kekik ekstraktının bütün konsantrasyonların da gelişimlerinin durduğu ve küf mantarlarına karşı gelişimi engelleyici etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Özcan ve Boyraz, 2000).

Dunaevskii ve ark. (2007), miselyal fungusların salgıladığı proteazların, fungusların patojenitesini başlatma süreci üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada saprofit funguslarda olmayan ama fitopatojenik funguslarda olan tripsin aktivitesi dikkate alınarak fitopatojenik olan *Fusarium*'un farklı türü olan *F. sporotrichioides* ve *F. heterosporum* üstünde durmuşlardır. Her iki türün patojenitesi ve tripsin benzeri proteaz aktivitesinde açık bir protein korelasyonu ortaya çıkmıştır. Patojenitesi yüksek olan *F. sporotrichioides* diğerlerine göre daha yüksek oranda hücre dışı tripsin aktivitesi göstermiştir. Oluşan bu durum tripsin aktivitesinin saprofit ve patojen arasında fungusun patojenitesi açısından bir gösterge olabileceğini bildirip, tripsin benzeri proteazlar fitopatojenlerin patojenite süreci ile direkt ilgili olup fungusların dayanıklılık geni tarafından sentezleniyor olabileceğini bildirmişlerdir.

Korcan ve ark. (2007), Afyonkarahisar ilinin fungus faunasını yansıtan küf cinsi mantarlar üzerinde endüstriyel öneme sahip olan bazı enzim (proteaz, amilaz ve lipaz) aktivitelerinin belirlenmesi sırasında *Penicillium* cinsinde her 3 enzimin de aktifliğinin en fazla olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan elma çeşitleri

Bu çalışmada *Penicillium expansum*’a karşı farklı seviyelerde dayanıklılık gösteren elma çeşitleri (Granny Smith ve Starking) kullanılmıştır. Elma meyvelerinin temiz, sağlıklı, yaralanmamış ve aynı boyutlarda olmasına özen gösterilmiştir.

3.1.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar

Denemede kullanılan kimyasallar Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Laboratuvarı’ndan temin edilmiştir. Bunlar, % 2’lik sodyum hipoklorit (NaOCl), salisilik asit (SA), adaçayı/acı elma yağı (Defne ticari adı ile satılan adaçayı/acı elma yağı), fungusit (Syngenta QuiltXcel Fungicide ticari adı ile satılan ve aktif içeriği; Azoxystrobin 13.5 %, Propiconazole 11.7 % ve diğer içerikler 74.8 %), ethanol, sodyum hidroksit (NaOH), potasyum iyodür (KI), sodyum fosfat dibazik (Na_2HPO_4), sodyum fosfat monobazik (NaH_2PO_4), fosforik asit (H_3PO_4), Coomassie Brilliant Blue G-250, Hidroklorik asit (HCl), azocasein, trichloro acetic acid (TCA) tir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmada kullanılan fungal materyaller

Hastalık etmeni *P. expansum*, Dr. Murat Dikilitaş’ın kültür koleksiyonundan temin edilerek (University of Wales, Swansea-UK) elma meyvelerine inokule edilmiş ve Koch pastulate’ine göre tekrar elmadan izole edilerek patojenitesi test edilmiş, tanısı teyit edilmiş şekilde hazırlanmış ve bu çalışmada mikrobiyal patojen

olarak kullanılmıştır. Fungal etmen Çizelge 3.1’de belirtilen besi ortamında geliştirilerek inokulasyon için hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Fungusların yetiştirilmesi

Denemede kullanılan fungal materyal patates dekstroz agar (PDA) ve patates dekstroz broth (PDB) besi ortamında 10 gün süre ile geliştirilmiş ve bu süre zarfında yoğun spor oluşması için oda sıcaklığında karanlıkta inkube edilmiştir.

Çizelge 3.1. Patates Dekstroz Agar (PDA)

İçerik	Konsantrasyon(g/l)
Kabuğu soyulmuş doğranmış patates	200
Glukoz	20
OxoidAgar No:3	25

İki yüz gram soyulmuş patates küçük dilimlere ayrıldıktan sonra 1000 ml’lik saf su ile 1 saat kaynatılmıştır. Elde edilen kaynamış çözelti mira bezinden (Calbiochem) süzöldükten sonra çözeltiye 20 gram glukoz ilave edilmiş ve 250 ml hacim olacak şekilde 6.25 gram agar içeren (% 2.5 w/v) 4 ayrı 500 ml’lik konikal flakslara aktarılmıştır. Ortam, 121 °C’de 20 dakika 15 atm basınçta otoklav edildikten sonra Petri kaplarına 12 ml olacak şekilde boşaltılmıştır (Çizelge 3.1.). Petri kaplarına aktarılan ortamlar inkubatörde oda sıcaklığında katılaşması için yaklaşık 30 dakika kadar bekletilmiştir. Daha sonra bu Petri kaplarının (90 mm çapında) tam ortasına daha önceki stok kültürlerden alınan *P. expansum* konidisi içeren 3 mm çapında fungal miselyal disk yerleştirilmiş ve Petri kapları bir inkubatörde 7-10 gün süre ile oda sıcaklığında (23±2 °C) karanlıkta inkube edilmiştir.

Fungal kültürler deney aşamasında sıvı besin ortamında da yetiştirilmiştir. Bunun için patates dekstroz broth (PDB) kullanılmıştır. Bu ortam, PDA ortamı gibi hazırlanmış ancak otoklav aşamasında agar kullanılmadığı için sıvı besi yeri olarak hazırlanmıştır.

3.2.3. Slope agar

Stok kültür olarak kullanılacak olan funguslar, cam bir tüp içerisinde içeriği PDA olan 15 ml hacmindeki eğik agar kültürlerine inokule edilmişlerdir. Bu ortamda bulunan funguslar oda sıcaklığında gelişimlerini tamamladıktan sonra 4 ± 1 °C’de muhafaza edilmişlerdir.

3.2.4. Spor solüsyonunun hazırlanması

PDA ortamında geliştirilen *P. expansum* kültürleri spor sayımı için kullanılmıştır. Sporlar, Petri kaplarına dökülen 10 ml damıtılmış steril su ile serbest hale getirilmiştir. Bu işlemin hızlanması için steril bir cam çubuk ile miselyal yüzeye hafifçe dokunmalar yapılmış, elde edilen süspansiyon bir behere aktarılmış ve spor konsantrasyonu Neubauer heamaocytometer’de sayılarak spor sayımı konidi ml^{-1} olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Çalışmada kullanılan kimyasalların dozları

Çalışmada kullanılan kimyasalların dozları; salisilik asit (SA) için 2.5 mmol L^{-1} olarak belirlenmiştir (Akbulut, 2015). Bunun için 0.1 mol L^{-1} olarak hazırlanan stok çözeltiden hedef çözelti hazırlanmıştır. Hesaplanan SA miktarı birkaç damla etanol içinde çözündürülüp saf su ile 1 litreye tamamlanmış, daha sonra uygun dozlara seyreltilmiştir. Stok çözelti 4 °C’de muhafaza edilmiştir. Adaçayı/acı elma (*Salvia triloba*) yağı olarak da bilinen ve Defne ticari adı ile satılan uçucu yağ, $50 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyon olacak şekilde $1000 \text{ } \mu\text{l}$ (1 mg ml^{-1}) 20 ml hacmindeki PDB solüsyonu içinde hazırlanmıştır (Pinto ve ark., 2007; Dikbas ve ark., 2008; Ferdes ve ark., 2017). Pozitif kontrol olarak kullanılan fungusit için ise Syngenta QuiltXcel Fungicide ticari adı ile satılan ve aktif içeriği Azoxystrobin 13.5 %, Propiconazole 11.7 % ve diğer içerikler 74.8 % olarak ifade edilen fungusit kullanılmıştır. Fungusit çözeltisi, 1/1000 oranında seyreltildikten sonra 2.5 L hacim içinde hazırlanmıştır. Etkili madde $135 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bunun için 13.5 g/100 ml stok çözelti

kullanılmıştır (Kanetis ve ark., 2007). Bu dozlar deney aşamasından önce etkinliği test edilmiş dozlar olarak belirlenmiştir.

3.2.6. Salisilik asit ve adaçayı/acı elma (*Salvia triloba*) yağının *P. expansum*'a karşı antifungal etkileri

3.2.6.1. *In vitro* mikroskobik çalışmalar

Bu çalışma, 2 aşamadan oluşmuş, birinci aşamada fungal etmenin konidileri, ikinci aşamada ise miselleri kullanılmıştır. Birinci aşamada, 1000 µl kimyasal (SA, adaçayı/acı elma yağı, fungusit) ile 25 µl hacminde 1×10^5 konidi ml^{-1} *P. expansum* konidileri içeren çözelti bir çukur lam içinde karıştırılarak bir hafta boyunca 25 ± 1 °C'de inkube edilmiştir. Negatif kontrol grubu için ise saf su kullanılmıştır. Çalışma iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

İkinci aşamada ise, fungal misellerin tepkileri PDB besi ortamında test edilmiştir. Her bir uygulama grubu için 2 tekrar yapılmıştır.

3.2.6.2. *In vitro* makroskobik çalışmalar

Çalışma 2 grup olarak yapılmıştır. Birinci grup için PDB (20 ml) ortamına *P. expansum* konidileri (1×10^5 konidi ml^{-1}) inokule edilmiş ve 6 farklı uygulama 2 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Çizelge 3.2'de uygulama detayları verilmiştir.

Daha sonra PDB ortamı içine 1 ml olacak şekilde ayrı ayrı veya kombine olarak adaçayı/acı elma yağı, SA ve fungusit ilave edilmiş ve çözelti 1 dakika süre ile otomatik çalkalayıcıda karıştırılmıştır (100 devir/dakika). Kaplar 1 hafta süre ile karanlıkta oda sıcaklığında inkube edilmiştir.

Çizelge 3.2. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin konidileri ile oluşan çözeltilinin *P. expansum*'a karşı antifungal etkileri

Uygulama Grupları	Tanımlamalar
PDB=Negatif kontrol	Ortam, herhangi bir mikroorganizma içermeden steril olarak inkube edilmiştir
PDB+F=Pozitif kontrol	PDB ortamına fungal etmenin konidileri ilave edildi
FSA=F+SA	Fungus konidileri ortama verildi sonra salisilik asit ilave edildi
FAY=F+AY	Fungus konidileri ortama verildi sonra adaçayı/acı elma yağı ilave edildi
FSAAY=F+SA+AY	Fungus konidileri ortama verildi sonra salisilik asit ve adaçayı/acı elma yağı ilave edildi
FFngst=F+Fngst	Fungus konidileri ortama verildi sonra fungusit ilave edildi

PDB: Patates dekstroz broth, F: Fungus, SA: Salisilik asit, AY: Adaçayı/acı elma yağı, Fngst: Fungusit



Şekil 3.1. PDB (20 ml) nin kaplara alınması



Şekil 3.2. PDB (20 ml) nin üzerine fungus konidileri ilavesi



Şekil 3.3. Mikropipet yardımı ile adaçayı/acı elma yağı ilavesi



Şekil 3.4. PDB üzerine SA ilavesi

İkinci grupta ise miselyal disk (1 cm çapında) yukarıda tarif edilen PDB ortamına aynı deney düzeni içinde inokule edilmiştir. Ortamlara yine yukarıda bahsedildiği gibi ilgili kimyasallar ilave edilmiş ve çözelti 1 dakika süre ile otomatik çalkalayıcıda karıştırılmıştır (100 devir/dakika). Kaplar 1 hafta süre ile karanlıkta oda sıcaklığında inkube edilmiştir. Çizelge 3.3’de uygulama detayları verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin miselleri ile oluşan çözeltinin *P. expansum*’a karşı antifungal etkileri

Uygulama Grupları	Tanımlamalar
PDB=Negatif kontrol	Ortam, herhangi bir mikroorganizma içermeden steril olarak inkube edilmiştir
PDB+F=Pozitif kontrol	PDB ortamına fungal etmenin miselleri ilave edildi
FSA=F+SA	Fungus miselleri ortama verildi sonra salisilik asit ilave edildi
FAY=F+AY	Fungus miselleri ortama verildi sonra adaçayı/acı elma yağı ilave edildi
FSAAAY=F+SA+AY	Fungus miselleri ortama verildi sonra salisilik asit ve adaçayı/acı elma yağı ilave edildi
FFngst=F+Fngst	Fungus miselleri ortama verildi sonra fungusit ilave edildi

PDB: Patates dekstroz broth, F: Fungus, SA: Salisilik asit, AY: Adaçayı/acı elma yağı, Fngst: Fungusit



Şekil 3.5. PDB ortamına fungal disk ilavesi

3.2.7. Salisilik asit ve adaçayı/acı elma yağının koruyucu ve tedavi edici etkilerinin belirlenmeleri

Çalışmada kullanılan elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) temiz, sağlıklı, yaralanmamış ve aynı boyutlarda olmasına dikkat edilmiştir. Meyveler, denemeye başlamadan önce % 0.5 klor içeren NaOCI (sodyum hipoklorit) ile 2 dakika sterilize edildikten sonra saf su ile yıkanıp oda sıcaklığında steril kurutma kağıtları kullanılarak inokulasyona hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6. ve Şekil 3.7.). Dezenfekte edilen elma meyveleri ekvatoryal bölgeden eşkenar üçgen oluşturacak şekilde 3 ayrı noktadan (5 mm derinlik x 1 mm çap) hasarlandırılmıştır.



Şekil 3.6. Elma meyvelerinin % 0.5 klor içeren NaOCI ile dezenfekte edilmesi



Şekil 3.7. Elma meyvelerinin kurutma kağıtlarında kurutulması

3.2.7.1. Koruyucu etkinin belirlenmesi

Koruyucu etki olarak meyveler, kimyasal çözeltilere (SA, adaçayı/acı elma yağı, fungusit) batırılarak 30 dakika boyunca inkube edildi. Sonra oda sıcaklığında 24 saat boyunca kurutuldu. Meyveler daha sonra, 1×10^5 konidi ml^{-1} *P. expansum* çözeltilisine 30 dakika süre ile daldırılıp inokule edilmiş ve yukarıda tarif edilen 3 ayrı noktadan hasarlandırılan yerlere aynı zamanda fungal miselyal disk yerleştirilmiştir. Meyveler 25 ± 1 °C sıcaklıkta ve % 90 ± 5 nem ortamında bir hafta boyunca karanlıkta inkube edilmiştir. Deneme planı Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'deki gibi burada da aynı uygulamalara tabi tutulmuştur. Hastalık aşmalarına ait deneme planı Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Koruyucu etki (inokulasyon öncesi) Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin hastalık aşamalarına ait deneme planları

Uygulama Grupları	Yapılan aşamalar
Negatif kontrol	Meyveler uygun şekilde dezenfekte edilip kurutulduktan sonra başka bir işleme tabi tutulmamıştır
Pozitif kontrol	Dezenfekte edilip kurutulan meyveler, eşkenar üçgen şeklinde (5 mm derinlik X 1 mm çap) hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip bir hafta boyunca inkubasyona bırakılmıştır
SAF=SA+F	Meyveler hazırlanan SA çözeltisinde 30 dakika boyunca bekletilip çıkartıldıktan sonra 24 saat steril kurutma kağıtlarında kurumaya bırakıldı ve daha sonra hasarlandırılıp hasarlı olan bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirildi ve 30 dakika <i>P. expansum</i> çözeltisine bırakıldı. Yaklaşık 30 dakika sonunda meyveler çıkarılıp steril kurutma kağıtlarında bir hafta boyunca inkubasyona bırakılmıştır
AYF=AY+F	Adaçayı/acı elma yağı uygulaması için hazırlanmış olduğumuz 10 litrelik plastik saklama kutuları dezenfekte edildi. Sonra 1000 µl adaçayı/acı elma yağı cam Petri kaplarına aktarılıp plastik saklama kutularına yerleştirildi. Elma meyveleri üçer adet gruplar şeklinde plastik saklama kutularına yerleştirilip hemen kapağı kapatıldı ve 30 dakika bekletildi. Daha sonra çıkarılan meyveler 24 saat steril kağıtlarda kurumaya bırakıldı. Sonra meyveler belirtilen bölgelerden hasarlandırıldı ve <i>P. expansum</i> çözeltisinde 30 dakika bekletildi. Son olarak 1 cm çapında fungal disk meyvelerde hasarlandırılmış olan bölgelere yerleştirildi ve saklama kutularına bırakılıp bir hafta boyunca inkube edildi
SAAYF=SA+AY+F	Dezenfekte edilip inokulasyona hazır hale getirilen elma meyveleri SA çözeltisinde 30 dakika bekletilip çıkartıldıktan sonra diğer uygulama olan adaçayı/acı elma yağının bulunduğu saklama kutularında 30 dakika daha beklemeye alındı. Kutulardan çıkarılan meyveler 24 saat boyunca steril kurutma kağıtlarında kurutuldu. Daha sonra meyveler belirtilen bölgelerden hasarlandırıldı ve <i>P. expansum</i> çözeltisinde 30 dakika bekletildi. Son olarak 1 cm çapında fungal disk meyvelerde hasarlandırılmış olan bölgelere yerleştirildi ve saklama kutularına bırakılıp bir hafta boyunca inkube edildi
FngstF=Fngst+F	Dezenfekte edilip inokulasyona hazır hale getirilen elma meyveleri hazırlanmış olduğumuz fungusit çözeltisinde 30 dakika boyunca bekletildi. Fungusit çözeltisinden çıkarılan meyveler steril kurutma kağıtlarında 24 saat kadar bekletilip kurutuldu. Daha sonra meyveler belirlenen bölgelerden hasarlandırıldı ve <i>P. expansum</i> çözeltisinde 30 dakika bekletildi. Yaklaşık olarak 30 dakikanın sonunda 1 cm çapında fungal disk meyvelerde hasarlandırılmış olan bölgelere yerleştirildi ve bir hafta boyunca inkube edildi

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit.

SAF= SA+F= Önce salisilik asit sonra fungus ortama verildi, AYF= AY+F= Önce adaçayı/acı elma yağı sonra fungus ortama verildi, SAAYF= SA+AY+F= Önce salisilik asit ardından adaçayı/acı elma yağı en son olarak fungus ortama verildi, FngstF= Fngst+F= Önce fungusit sonra fungus ortama verildi



Şekil 3.8. Adaçayı/acı elma yağının cam Petri kabına aktarılması



Şekil 3.9. Plastik saklama kutularında adaçayı/acı elma yağı uygulanmış elma meyvelerinin inkubasyonu



Şekil 3.10. Elma meyvelerine fungal miselyal disk yerleştirme işlemi

3.2.7.2. Tedavi edici etkinin belirlenmesi

Tedavi edici etki için ise, meyveler önce 1×10^5 konidi ml^{-1} *P. expansum* çözeltisine 30 dakika süre ile daldırıldıktan sonra 3 ayrı noktadan hasarlandırılan yerlere fungal miselyal disk yerleştirilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 24 saat boyunca inkube edilen meyveler kimyasal çözeltiler (SA, adaçayı/acı elma yağı, fungusit) ile 30 dakika inkube edilmişlerdir. Meyveler daha sonra 25 ± 1 °C sıcaklıkta ve % 90 ± 5 nem ortamında bir hafta boyunca inkube edilmiştir. Deneme planı Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'deki gibi burada da aynı uygulamalara tabi tutulmuştur. Hastalık aşamalarına ait deneme planı Çizelge 3.5'de verilmiştir. Yukarıda ki uygulama gruplarının her biri 3 tekrarlı olup, her bir tekrar ise 3 meyveden oluşturulmuştur. Toplam olarak 144 adet meyve ile uygulama yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Tedavi edici etki (inokulasyon sonrası) Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin hastalık aşamalarına ait deneme planları

Uygulama Grupları	Yapılan aşamalar
Negatif kontrol	Meyveler uygun şekilde dezenfekte edilip kurutulduktan sonra başka bir işleme tabi tutulmamıştır
Pozitif kontrol	Dezenfekte edilip kurutulan meyveler, eşkenar üçgen şeklinde (5 mm derinlik X 1 mm çap) hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip bir hafta boyunca inkubasyona bırakılmıştır
FSA=F+SA	Meyveler dezenfekte edilip eşkenar üçgen olacak şekilde (5 mm derinlik X 1 mm çap) hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip 30 dakika boyunca <i>P. expansum</i> çözeltisine bırakıldı. Meyveler sonra çıkarılıp 24 saat steril kurutma kağıtlarında kurumaya bırakıldı. Yaklaşık 24 saatin sonunda hazırlanan SA çözeltisinde 30 dakika bekletildi. Daha sonra SA çözeltisinden çıkarılan meyveler steril kağıtlarda bırakılıp bir hafta boyunca inkube edildi
FAY=F+AY	Meyveler belirtilen bölgelerden hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip 30 dakika boyunca <i>P. expansum</i> çözeltisine bırakıldı. Yaklaşık 30 dakikanın sonunda çıkarılan meyveler 24 saat steril kurutma kağıtlarında bekletildi. Daha sonra meyveler adaçayı/acı elma yağı bulunan plastik saklama kutularına alınıp bir hafta boyunca inkube edildi
FSAAY=F+SA+AY	Meyveler belirtilen bölgelerden hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip 30 dakika boyunca <i>P. expansum</i> çözeltisine bırakıldı. Yaklaşık 30 dakikanın sonunda çıkarılan meyveler 24 saat steril kurutma kağıtlarında bekletildi. Yaklaşık 24 saatin sonunda meyveler SA çözeltisinde 30 dakika bekletilip çıkarıldıktan sonra ikinci uygulama olan adaçayı/acı elma yağının bulunduğu plastik saklama kutularına alındı ve bir hafta boyunca inkube edildi
FFngst=F+Fngst	Meyveler belirtilen bölgelerden hasarlandırıldı ve hasarlı bölgelere 1 cm çapında <i>P. expansum</i> konidileri yerleştirilip 30 dakika boyunca <i>P. expansum</i> çözeltisine bırakıldı. Yaklaşık 30 dakikanın sonunda çıkarılan meyveler 24 saat steril kurutma kağıtlarında bekletildi. Yaklaşık 24 saatin sonunda hazırlanan fungusit çözeltisine meyveler 30 dakika boyunca bırakıldı. Yaklaşık 30 dakikanın sonunda çıkarılan meyveler steril kurutma kağıtlarına bırakılıp bir hafta boyunca inkube edildi

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit.

FSA= F+SA= Önce fungus sonra salisilik asit ortama verildi, FAY= F+AY= Önce fungus sonra adaçayı/acı elma yağı ortama verildi, FSAAY= F+SA+AY= Önce fungus ardından salisilik asit en son olarak adaçayı/acı elma yağı ortama verildi, FFngst= F+Fngst= Önce fungus sonra fungusit ortama verildi



Şekil 3.11. Elma meyvelerinin *P. expansum* çözeltisinde 30 dakika bekleme işlemi



Şekil 3.12. Salisilik asit +Adaçayı/acı elma yağı uygulanmış elma meyvelerinin saklama kutularında bir hafta boyunca inkube edilmesi



Şekil 3.13. Fungusit çözeltisinin elma meyvelerine sprey şeklinde uygulanması



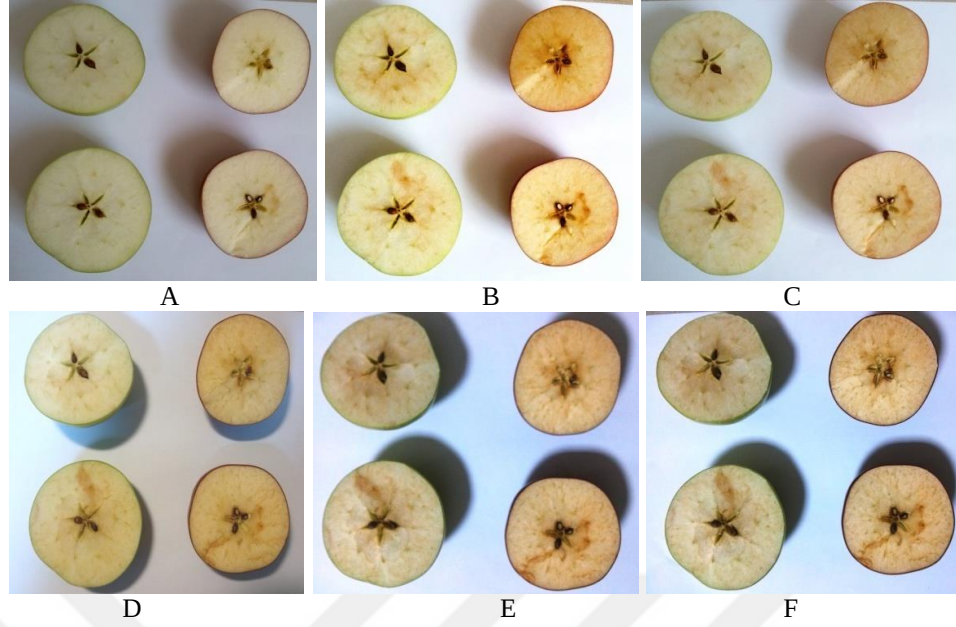
Şekil 3.14. Elma meyvelerinin eşkenar üçgen olacak şekilde (5 mm derinlik $\times$ 1 mm $\varnothing$) hasarlandırılması

3.2.8. Doğal enfeksiyon aşaması

Doğal enfeksiyon aşamasında, 2 farklı elma çeşidi (Granny Smith ve Starking) bulunmaktadır. Her bir çeşitten bir tane elma alınıp eşkenar üçgen olacak şekilde (5 mm derinlik $\times$ 1 mm $\varnothing$) elmalar hasarlandırıldıktan sonra, herhangi bir işlem görmeden bir hafta boyunca oda sıcaklığında inkubasyona bırakılarak fizyolojik değişimleri izlenmiştir.

3.2.9. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi

Bu çalışmada 2 farklı elma çeşidinden (Granny Smith ve Starking) birer tane elma alınıp iki eşit parçaya bölünmüştür. Oda sıcaklığında (Sıcaklık $20^{\circ}\text{C} \pm 22^{\circ}\text{C}$ ve Bağıl nem %50-55) ortama bırakılan meyvelere herhangi bir işlem yapılmamıştır. Toplam 6 saat süren bu denemede 1 saat aralıklarla elma meyvelerinin renk değiştirmesi ve fenol birikimi izlenmiş ve fotoğraflandırılmıştır (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Altı saat aralıklarla elma çeşitlerinin renk değişimi ve fenol birikimi (Her bir resimde sol sütundaki elmalar Granny Smith, sağ sütundaki elmalar ise Starking elma çeşididir) A) Saat 13:30, B) Saat 14:30, C) Saat 15:30, D) Saat 16:30, E) Saat 17:30, F) Saat 18:30

3.2.10. Inkubasyon sonrası analizler

3.2.10.1. Simptom indeksi (meyvelerde)

İnkubasyon periyodunun sonunda, meyvelerde ilk ölçümler hastalık şiddetinin ölçülmesi ile yapılmıştır. Zhao ve ark. (2011)'nin kullandığı yöntem esas alınarak aşağıdaki indeks kullanılmıştır.

1-Sağlıklı,

2-Meyvelerde lezyon çapı 1 cm'den az,

3-Meyvelerde lezyon çapı 1 cm'den fazla ve çürümekte olan alan % 20-25 civarında,

4-Meyvelerde lezyon çapı 1 cm'den fazla ve çürümüş alan % 25-45 civarında,

5-Meyvelerde çürümüş alan % 40'tan fazla ise,

$$\text{Simptom İndeks} = \frac{1 \times N1 + 2 \times N2 + 3 \times N3 + 4 \times N4 + 5 \times N5}{5 \times NT}$$

N1'den N5'e kadar olan harflendirilmeler simptom indeks kategorisinin aldığı değerleri, ilgili katsayılar ise her bir kategoriye giren meyve sayısını ifade etmektedir. NT ise toplam meyve sayısını ifade etmektedir.

3.2.10.2. % Meyve çürüklüğünün saptanması

Meyve çürüklüğü görsel olarak tespit edilmiştir. Yaklaşık 0.5 cm çapından daha geniş bir lekeye sahip meyveler çürümüş kabul edilmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

3.2.10.3. Lezyon ölçümü

Meyve inokulasyon noktasından alınmış olan enfeksiyon çapı, lezyon çapı olarak kabul edilip periyodik olarak ölçülmüştür.

3.2.10.4. Meyve ağırlığı

Meyvelerin ilk ağırlıkları ve yapılan periyodik ölçümlerdeki ağırlıkları hassas terazide g/meyve olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.16. Elma meyvelerinin hassas terazide tartılması

3.2.10.5. Meyve çapı/Meyve uzunluğu

Meyvelerin çap ve uzunluğu mezure yardımıyla ölçülerek çap/uzunluk değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.17. Elma meyvelerinin mezure yardımı ile uzunluklarının ölçülüp çaplarının hesaplanması

3.2.10.6. pH ölçümü

pH için meyvelerden elde edilen meyve özsuğu (3 ml) 25 ml saf su ile tamamlanarak pH değeri ölçülmüştür.



Şekil 3.18. Elma meyvelerinin pH metre ile ölçümü

3.2.10.7. Meyve sertliği

Meyve sertliği penetrometre ile ölçölmüştür. Ölçüm meyvelerin ekvatoryal bölgelerinden yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.19. Elma meyvelerinin penetrometre ile sertliğinin ölçölmesi

3.2.10.8. BRİX (Toplam çözönen katı madde içeriği)

Meyvelerin brix değeri refraktometre ile ölçölmüştür. Her bir meyveden tek tek elde edilen 2 ml meyve özsuğu filtreden geçirildikten sonra, ortaya çıkan hacim refraktometreye yerleştirilerek sayısal okuma yapılmıştır.



Şekil 3.20. Refraktometre ile brix ölçölümü

3.2.10.9. TA (Titretable asit)

Elma meyvelerinin homejenizasyonu sonucu elde edilen meyve özsu (3 ml) saf su ile (25 ml) tamamlanmış. Elde edilen solüsyonun pH değeri 8.2 oluncaya kadar 0.1 M NaOH ile titre edilmiştir. Solüsyona eklenen NaOH hacmi düzeltme faktörü 0.067 ile çarpılmıştır. Sonuçlar % malik asit cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.21. Solüsyonun pH değerinin 8.2 olana kadar NaOH ile titre edilmesi

3.2.11. KI (Potasyum iyodür) Nişasta-Şeker ilişkisi

Elma meyvelerini ekvatoryal bölgelerinden ikiye ayırarak üzerlerine yaklaşık 2 ml kadar potasyum iyodür döküp yayılması sağlanmıştır ve daha sonra belirli bir zaman dilimi içerisinde nişasta-şeker oranı gözlemlenmiştir. Potasyum iyodür nişastanın ayırıcısıdır. Potasyum iyodürü daha çok çeken meyvenin şeker oranı daha fazla, az çeken meyvenin ise nişasta oranı daha fazladır. Denemede yapmış olduğumuz son işlem olan potasyum iyodür kaplama işleminde Starking elma meyveleri Granny Smith elma meyvelerinden daha hızlı ve fazla emilim göstermiştir.



Şekil 3.22. Potasyum iyodürün elma meyvelerine uygulanma işlemi

3.2.12. RGB ölçümü (Red Green Blue)

RGB, monitör gibi elektronik cihazların ışık kullanarak renk yaratmasını sağlayan bir renk modelidir ve üç temel rengin (kırmızı, yeşil, mavi) değişik yoğunluklarda kullanılarak renk gamından istenilen rengin elde edilmesine dayanır.

Elma gibi meyveler yaşlandıkça ve hastalandıkça parlaklığını kaybeder. Bu parlaklığın kaybedilip kaybedilmediğini anlamak için ışığın etkisinin olup olmadığına RGB ölçüm yöntemi ile bakılıp değerlendirilmiştir. Meyvelerin rengi CIEL*a*b parametrelerini ölçen tristimulus kalorimetre ile yapılmıştır. Düz bir zeminde beyaz bir A4 kağıdı ve aydınlatma cihazı kullanılarak kalibre edilmiştir. L değeri meyve örneklerinin parlaklığını temsil etmekte, a ve b değerleri yeşil renkler arasındaki kızılımsı ve sarılık renk derecesini göstermektedir. Sırası ile CIEL*a*b koordinatlarından renk açısı hesaplanmıştır. Elma meyvelerinin ekvatoryal bölgelerinden her bir meyve tayini için 4 tayin, muamele koşulu başına 12 ölçüm yapılmıştır. Profesyonel bir kamera yardımı ve aydınlatma cihazı ile beyaz düz bir zeminde elma meyvelerinin 4 bölgesinden fotoğrafları çekilmiş olup bunların çıkan değerlerinin ortalamaları alınıp meyve parlaklık değerleri hesaplanmıştır.

3.2.13. Enfeksiyon sonrası meyvelerin protein içeriğinin belirlenmesi

Çözünabilir protein ölçümü; inkubasyon sonrası kontrol ve muamele edilmiş meyvelerin protein içerikleri belirlenmiştir. Bunun için yaklaşık 0.1 gr meyve ağırlığı

fosfat buffer çözeltisinde (pH 7.0) mortar ve pestel ile homojenize edilip, 10000 g de 10 dakika süre ile 4 °C’de santrifüj edilmiştir (Dikilitaş ve ark., 2010). Elde edilen supernatant’tan Bradford (1976)’ya göre protein okuması yapılmıştır.



Şekil 3.23. Santrifüj işlemi

Bradford protein ölçümü Coomassie Brilliant Blue G-250 metoduna göre yapılmıştır (Bradford, 1976). Bu metoda göre, 100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250, 50 ml % 95’lik ethanol içinde çözündükten sonra solusyon 100 ml % 85’lik w/v fosforik asit ile (H_3PO_4) karıştırılıp saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. 10-100 μ g arasında protein içeren örnekler (100 μ l), 5 ml hacminde Coomassie Brilliant Blue Reagent ile karıştırılarak 10 dakikada ölçülmüştür.

Protein ölçümünde Bovine Serum Albumin (BSA) fraction V standart protein olarak kullanılmış ve 10-100 μ g arasında değişen protein konsantrasyonları (Stok solusyon, 1 mg/ml) 595 nm’de ölçülmüş elde edilen linear grafiğine göre örneklerin protein değerleri belirlenmiştir. Örnek okumaları mikropilaka okuyucularda gerçekleştirilip, sonuçlar mg protein/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

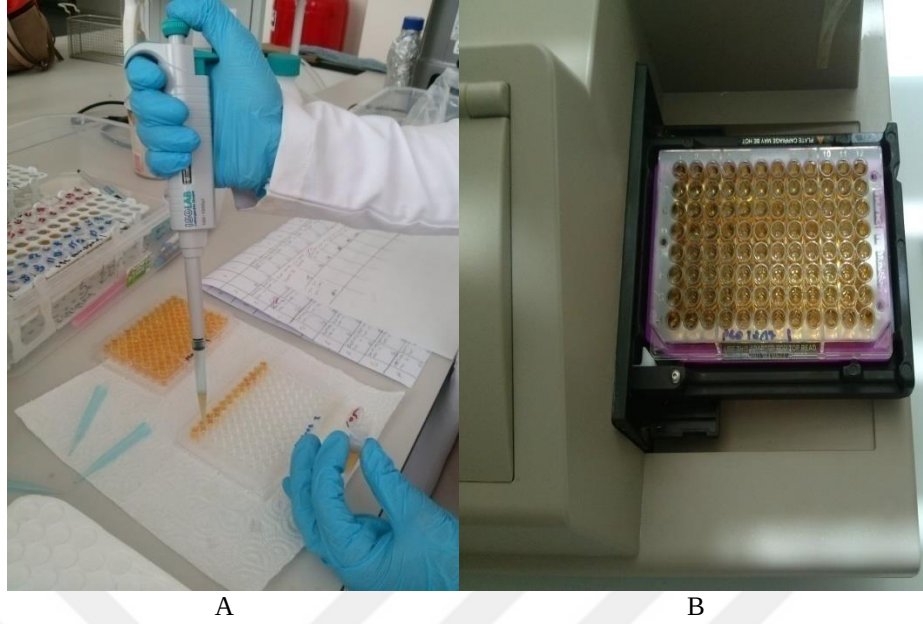


Şekil 3.24. Protein supernatantlarının mikrolaka okuyucuda okutulması

3.2.14. Proteaz aktivitesi

Proteaz enzim ölçümü, hücre dışı proteaz aktivitesi azocasein tabanlı amino asitlerin ve küçük peptitlerin açığa çıkması esasına dayanarak yapılmıştır (Girard ve Michaud, 2002). Bunun için, 0.1 gr meyve ağırlığı 1.5 ml hacmindeki Eppendorf tüplerine yerleştirilmiştir. Bu tüplere 50 mM Tris-HCl (pH 8.8) içinde hazırlanan % 1'lik (w/v) azocasein ilave edilmiştir (hacim, 120 µl).

Meyvelerin hidrolizi için tüpler oda sıcaklığında 1 saat süre ile inkube edilmiştir. Sonra ortama 300 µl (% 10, w/v) soğuk trichloro acetic acid (TCA) ilave edilerek reaksiyon sonlandırılmıştır. Daha sonra 15000 g de 10 dakika santrifuj işleminden ve ardından 350 µl supernatant alınarak 300 µl 1 M NaOH ile karıştırılıp sonuçlar 440 nm mikrolaka okuyucuda (SpectraMax M5, Molecular Devices, USA) ölçülmüştür ve $A_{440} \text{ dak}^{-1} \text{ mg protein}^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.25. Proteaz ölçümü işlemleri A) Proteaz supernatantlarının flasklara aktarılması B) Proteaz supernatantlarının mikrolaka okuyucuda okutulması

3.2.15. İstatiksel analiz

Sonuçlar arasındaki farklar One-Way ANOVA yöntemi kullanarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir. Analizler, $P < 0.05$ olduğu durumlar istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir.

4. ARASTIRMA BULGULARI ve TARTISMA

4.1. Araştırma Bulguları

Fungal etmenin hastalık mekanizması yapılan deneyler sonucunda detaylı bir şekilde incelenerek bu etmenin patojenisite durumu ve elma meyvelerinin hasat sonrası dayanıklılık durumları değerlendirilmiştir. Hastalık yapan fungal etmenin gelişme süresi, yayılma aşamaları, elma meyvelerinde yapmış olduğu fizyolojik, morfolojik farklılıklar ve kalite kaybı üzerine etkisi incelenerek hasat sonrası ürün depolama koşullarında karşılaşılabilecek olası problemlere çözüm bulmayı amaçlayan kaynak bir veri oluşturulmuştur.

Penicillium expansum fungusunun elma meyvelerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiş ve elde edilen deneysel veriler bu bölümde yer alan çizelgelerde ve şekillerde sunulmuştur. Bu bölümde yer alan enfeksiyon öncesi (koruyucu etki) ve enfeksiyon sonrası (tedavi edici) yapılan aşamalar iki çeşit elma meyvesi üzerinde uygulanmış ve meyvelerdeki parametrelerin ölçüm günlerine göre değişimleri 6 adet uygulama grubu (negatif kontrol, pozitif kontrol, SA, AY, SA+AY, fungusit) ayrı satırlar şeklinde çizelgelerde ilk ortalama, son ortalama ve % kayıp olarak sunulmuştur. Çizelgelerin tamamında yer alan SA, AY ve Fngst kısaltmaları sırasıyla salisilik asit, adaçayı/acı elma yağı ve fungusit muamele gruplarını temsil etmektedir.

4.1.1. *P. expansum*'un kullanılan kimyasal maddelere tepkileri

P. expansum fungusunun konidileri PDB ortamına ilave edildikten sonra gelişmesini 3'ncü günde gözle görülebilir şekilde göstermiş ve 7'nci günde *P. expansum* konidileri PDB ortamını kaplamıştır (Çizelge 4.1.). SA uygulamasında ise konidial inhibisyon etkisi 7'nci güne kadar devam etmiş ancak 7'nci günde fungal gelişim gözlenmiştir. Adaçayı/acı elma yağı uygulamasında ise fungal gelişim inkubasyon süresince gözlenmemiştir. Doğal olarak SA ve AY ilavesinde de fungal

gelişim yine gözlenmemiştir. Yine fungusit uygulamasında da fungal gelişim inkubasyon süresi boyunca gözlenmemiştir. Çalışmanın steril koşullarda yapıldığını belgelemek için negatif kontrol olarak kullanılan steril PDB ortamında herhangi bir fungal veya mikrobiyal gelişim gözlenmemiştir.

Çizelge 4. 1. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin konidileri ile oluşan solüsyonun *P. expansum*'a karşı antifungal etkileri

Uygulama Grupları	Günler		
	1. Gün	3. Gün	7. Gün
PDB=Negatif kontrol	—	—	—
PDB+F=Pozitif kontrol	—	+	+
FSA=F+SA	—	—	+
FAY=F+AY	—	—	—
FSAAY=F+SA+AY	—	—	—
FFngst=F+Fngst	—	—	—

PDB: Patates dekstrozo broth, F: Fungus, SA: Salisilik asit, AY: Adaçayı/acı elma yağı, Fngst: Fungusit, +: Fungal misel gelişimi var, —: Fungal misel gelişimi yok

Benzer çalışma fungusun miselleri ile de yapılmış olup sonuçlar Çizelge 4.2’de ifade edilmiştir. Buna göre PDB ortamı ilave edilen fungus miselleri 3’ncü günde gözle görülebilir şekilde ortamı kaplamış 7’nci günde önemli gelişme kaydetmiştir. Yine SA uygulaması 3’ncü güne kadar inhibisyon etkisini göstermiş ancak 7’nci günde PDB ortamı fungal misel ile kaplanmıştır. Burada konidi çalışmasından farklı olarak adaçayı/acı elma yağı uygulamasında fungal gelişim 7’nci günde de görülmüştür. Ancak hem SA hem de AY uygulaması 7 gün boyunca fungal gelişimin inhibisyonunda etkili bulunmuştur. Fungusit uygulaması yine konidi deneyinde olduğu gibi misel gelişiminde de etkili bulunmuştur. Yine burada da ortamın sterilitasını kontrol etmek için PDB ortamı 7 gün boyunca inkubasyona bırakılmış ve herhangi bir fungal veya konidial bir gelişime rastlanmamıştır.

Çizelge 4. 2. Sıvı PDB içinde deneyde kullanılan kimyasallar ve fungal etmenin miselleri ile oluşan solüsyonun *P. expansum*'a karşı antifungal etkileri

Uygulama Grupları	Günler		
	1.Gün	3.Gün	7.Gün
PDB=Negatif kontrol	—	—	—
PDB+F=Pozitif kontrol	—	+	+
FSA=F+SA	—	—	+
FAY=F+AY	—	—	+
FSAAY=F+SA+AY	—	—	—
FFngst=F+Fngst	—	—	—

PDB: Patates dektroz broth, F: Fungus, SA: Salisilik asit, AY: Adaçayı/acı elma yağı, Fngst: Fungusit, +: Fungal misel gelişimi var, —: Fungal misel gelişimi yok

4.1.2. Meyve görsel değerleri ve meyve biyolojik parametreleri

4.1.2.1. Meyve ağırlığı

Elma meyvelerin ağırlıklarının ilk ve son ağırlıkları ve son meyve ağırlığının ilk meyve ağırlığına göre % kaybı hesaplanmış ve sırasıyla koruyucu etki ve tedavi edici uygulama grupları şeklinde iki çeşit meyvenin ağırlık kayıpları verilmiştir (Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.). Koruyucu etki (inokulasyon öncesi) deneme grubundaki her iki meyve türünde de yaşanan ağırlık kaybı benzerlik göstermektedir. Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere meydana gelen en fazla ağırlık kaybı pozitif kontrol (Granny Smith = % 4.9, Starking = % 4.2) uygulama grubu olup, en az ağırlık kaybı ise SA+AY (Granny Smith = % 1.5, Starking = % 1.3) uygulama grubundadır. Negatif kontrol grubunda Granny Smith için % 1.9; Starking için ise % 2.1 olarak bulunmuştur. Bu durumda koruyucu etki olarak kullanılan SA+AY fungal enfeksiyona rağmen oldukça etkili bulunmuştur. Burada SA+AY (% 1.5), AY (% 1.6), negatif kontrol (% 1.9) istatistik olarak pozitif kontrol grubundan farklı bulunmuştur. Fungusit uygulamasında kayıp % 4.7 çıkmıştır. Bu durum fungusit konsantrasyonunun fungal inhibisyonu engelleyici düzeyde olmadığını göstermiştir (bu doz tavsiye edilen dozdur).

Tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama grubundaki ağırlık kaybına baktığımızda (Çizelge 4.4.) Granny Smith elma çeşidinin en fazla ağırlık kaybı

gösterdiği uygulama grubu % 5.2 ile pozitif kontrol uygulama grubu, en az ağırlık kaybı olan grubun % 1.8 ile negatif kontrol grubu olduğu görülmüştür. Ayrıca SA+AY ise % 2.0 ile ağırlık kaybı göstermiştir. Starking elma çeşidinde en fazla ağırlık kaybı % 4.2 ile pozitif kontrol grubu, en az kayıp ise % 1.5 ile SA+AY uygulama grubu bulunmuştur ($P<0.05$). Negatif kontrol grubunda % 2.4 olarak görülmüştür. Her iki meyve çeşidi kıyaslandığında ise Starking elma çeşidinin daha az ağırlık kaybettiği kaydedilmiştir. Her iki meyve türünün koruyucu etki grubundaki ağırlık kaybı tedavi edici grupla kıyaslandığında daha az ağırlık kaybı olduğu görülmüş elma meyvelerinin inokulasyon öncesi korumanın daha etkili bir koruma yöntemi olduğu göze çarpmıştır.

4.1.2.2. Meyve çapı

Koruyucu etki (inokulasyon öncesi) deneme grubundaki her iki elma çeşidi de meyve çapı bakımından incelendiğinde Granny Smith elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 3.8 ile pozitif kontrol uygulama grubu olup çap kaybının hiç olmadığı uygulama grubu ise % 0 ile SA+AY dır. Denemedeki diğer elma çeşidi olan Starking meyvesinde en fazla meydana gelen çap kaybı % 2.9 ile pozitif kontrol grubu, çap kaybının hiç olmadığı uygulama grubu ise % 0 ile negatif kontrol grubudur.

Tedavi edici (inokulasyon sonrası) deneme grubundaki Granny Smith elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 3.1 ile pozitif kontrol ve % 4.6 ile SA uygulama grubudur. En az kayıp % 0.7 ile negatif kontrol ve % 1.5 ile SA+AY uygulama grubudur. Starking elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 4.4 ile SA+AY uygulama grubu, en az kayıp % 0.7 ile negatif kontrol grubudur. Denemede koruyucu ve tedavi edici uygulama gruplarına baktığımızda koruyucu grubun en fazla çap kaybını pozitif uygulama grubu oluşturmuş tedavi edici grupta ise farklı uygulama grupları oluşturmuştur. Ayrıca hem koruyucu hemde tedavi edici deneme grubundaki her iki meyve çeşidinde en az çap kaybının negatif kontrol grubu olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.).

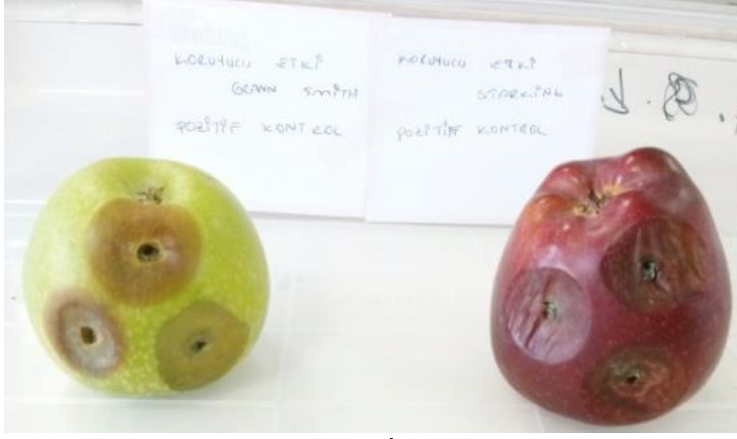
Çizelge 4. 3. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki uygulama gruplarındaki ilk, son ortalama ve % Kayıp ağırlık ve çap değerleri

Uygulama Grupları	Granny Smith						Starking					
	Ağırlık(gram)			Çap(cm)			Ağırlık(gram)			Çap(cm)		
	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp
Negatif kontrol	126.2	123.8	1.9 ^{c*}	6.8	6.8	0.7	156.4	153.0	2.1 ^c	7.0	7.0	0
Pozitif kontrol	128.8	122.4	4.9 ^a	6.8	6.5	3.8	163.1	156.1	4.2 ^a	7.3	7.1	2.9
SA	123.8	119.4	3.5 ^b	6.7	6.5	2.3	162.4	156.8	3.4 ^b	7.2	7.0	2.2
AY	124.3	122.2	1.6 ^c	6.7	6.6	0.7	152.9	150.0	1.8 ^c	7.0	7	0.7
SA+AY	147.8	145.5	1.5 ^c	7.1	7.1	0	161.7	159.5	1.3 ^c	7.1	7.1	0.7
Fngst	128.1	122.1	4.7 ^a	6.8	6.6	2.3	154.6	149.4	3.3 ^a	7.2	7.1	0.7

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit.

İlk ort. = Uygulama öncesi elma meyvelerinin toplanıp alınan ortalaması, Son ort. = Uygulama sonrası elma meyvelerinin toplanıp alınan ortalaması

*= farklı harfler istatistik olarak önemi göstermektedir



A



B

C

Şekil 4. 1. Enfeksiyon sonrası koruyucu etki deneme grubundaki elma çeşitleri A). Koruyucu etki pozitif kontrol uygulama grubu elma meyveleri (Granny Smith ve Starking), B). Koruyucu etki SA+AY uygulanmış Starking elma çeşidi, C). Koruyucu etki SA+AY uygulanmış Granny Smith elma çeşidi

Çizelge 4. 4. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici uygulama gruplarındaki ilk, son ortalama ve % Kayıp ağırlık ve çap değerleri

Uygulama Grupları	Granny Smith						Starking					
	Ağırlık(gram)			Çap(cm)			Ağırlık(gram)			Çap(cm)		
	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp	İlk ort.	Son ort.	%Kayıp
Negatif kontrol	122.6	120.3	1.8 ^b	6.8	6.8	0.7	165.2	161.1	2.4 ^b	7.2	7.2	0.7
Pozitif kontrol	127.1	120.5	5.2 ^a	6.7	6.5	3.1	157.5	150.9	4.2 ^a	7.1	6.8	3.7
SA	128.5	121.3	5.5 ^b	6.8	6.5	4.6	166.9	162.7	2.5 ^b	7.4	7.2	2.1
AY	123.7	120.8	2.2 ^b	6.7	6.5	3.1	157.9	154.7	2.0 ^b	7.1	6.9	2.9
SA+AY	125.1	122.5	2.0 ^b	6.8	6.7	1.5	173.7	171.1	1.5 ^b	7.2	6.9	4.4
Fngst	117.8	112.5	4.5 ^a	6.6	6.6	0.7	155.5	149.1	4.0 ^a	7	6.8	2.2

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit.

İlk ort. = Uygulama öncesi elma meyvelerinin toplanıp alınan ortalaması, Son ort. = Uygulama sonrası elma meyvelerinin toplanıp alınan ortalaması



Şekil 4. 2. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki SA uygulanmış Granny Smith elma meyveleri



Şekil 4. 3. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki SA+AY uygulanmış Starking elma meyveleri



Şekil 4. 4. Enfeksiyon sonrası tedavi edici deneme grubundaki pozitif kontrol grubu Starking ve Granny Smith elma meyveleri

4.1.2.3. pH

Elma meyvelerinden elde edilen özsu (3 ml) 25 ml saf su ile tamamlanarak pH değeri belirlenmiştir. Denemedeki her grubun 1'nci ve 7'nci günlerdeki pH değerleri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir. Koruyucu (inokulasyon öncesi) ve tedavi edici (inokulasyon sonrası) deneme grubundaki Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin bütün uygulama gruplarında genel olarak pH ölçüm sonuçları azalmıştır. İnokulasyon öncesi Starking elma çeşidinin ölçülen pH değerleri Granny Smith elma çeşidine göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur ve inokulasyon sonrası ölçülen değerlerde Starking elma çeşidinin pH değerleri genel olarak Granny Smith elma çeşidine göre yine yüksek değerlerde çıktığı görülmüştür. İnokule edilmiş meyvelerdeki pH değişimlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

4.1.2.4. Titretable asit (TA)

Denemedeki grupların 1'nci ve 7'nci günlerde elde edilen Titreable asit (TA) yani titre edilen asit değerlerinde meydana gelen değişimler (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) verilmiştir. Koruyucu (inokulasyon öncesi) ve tedavi edici (inokulasyon sonrası) deneme grubundaki Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin negatif kontrol grupları haricinde olan bütün uygulama gruplarında göreceli olarak çok az bir yükseliş olmuştur. Her iki elma çeşidinin koruyucu ve tedavi edici gruplarında negatif kontrol grubunun TA değerlerinde hiçbir değişiklik görülmemiştir. İki elma çeşidini karşılaştırdığımızda ise Granny Smith elma çeşidindeki uygulama gruplarının TA değerleri Starking elma çeşidinden daha yüksek değerlerde görülmüştür.

4.1.2.5. BRİX (Toplam çözünen katı madde içeriği)

Elma meyvelerinin brix değerleri refraktometre yardımıyla okunmuştur. Elde edilen meyve özsu (2 ml) filtreden geçirildikten sonra çıkan hacim refraktometreye yerleştirilerek kırılma indeksi belirlenmiştir. Denemedeki grupların 1'nci ve 7'nci günlerdeki brix değerleri (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) verilmiştir.

Koruyucu (inokulasyon öncesi) ve tedavi (inokulasyon sonrası) edici deneme grubundaki Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin toplam çözünen madde içerikleri her uygulama grubunda göreceli olarak çok az bir yükseliş göstermiştir. Her iki meyve çeşidini karşılaştırdığımızda Starking elma çeşidinin inokulasyon öncesi ve sonrasında bulunan brix değerlerinin Granny Smith elma çeşidinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2.6. Meyve sertliği

Meyve sertliği penetrometre ile ölçülmüştür. Elma meyvelerinin ekvatoryal bölgesinde iki noktadan basınç uygulanıp ölçülen değerler hesaplanıp meyve sertlik değeri olarak kabul edilmiştir. Denemedeki grupların 1'nci ve 7'nci günlerdeki meyve sertlik değerleri (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) verilmiştir. Her iki meyve çeşidinin meyve sertlik değerleri çok yakın değerlerde olup inokulasyon işleminden sonra da yine aynı değerlerde göreceli olarak çok az miktarda artmıştır. Elma meyveleri zamanla su kaybettiği için meyve etinde sertlik meydana gelmiştir. Denemede kullanmış olduğumuz elma çeşitlerinin dayanıklı çeşitler olmasından dolayı bu elma çeşitlerinde işlem sonrasında yumuşama yerine sertlik görülmüştür.

4.1.2.7. Meyve çürüklüğü

Meyve çürüklüğü hesaplanırken lezyon çapı 0.5 mm'den büyük olan meyveleri çürümüş kabul ederek çürük meyve sayısının ölçümde kullanılan toplam meyve sayısına oranının yüzde olarak karşılığı alınmıştır. Meyvelerin çürüklük oranlarının ölçüm günlerine göre değişimi yüzde olarak (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) verilmiştir. Her iki meyve çeşidinin koruyucu ve tedavi edici deneme gruplarındaki negatif kontrol uygulama gruplarında çürümeye rastlanmamış, pozitif kontrol uygulama grubunda ise 7'nci gün itibari ile inokule edilen bölgenin tamamen çürümüş olduğu görülmüştür. Çürüme oranındaki bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur, $P < 0.05$. Koruyucu ve tedavi edici deneme gruplarındaki her iki meyve çeşidini karşılaştırdığımızda Granny Smith elma çeşidinde Starking elma çeşidine oranla daha fazla meyve çürüklüğünün yaşandığı görülmüş, fungusit uygulanmış

meyvelerde beklenildiği gibi göreceli bir meyve çürüklüğü yaşanmamıştır. Granny Smith elma çeşidinin kabuk yapısının Starking elma çeşidinden daha ince olması ve meyve etinin daha sulu olması dolayısıyla daha fazla çürüme olayının yaşanmasına neden olmuştur.

4.1.2.8. Lezyon çapı

Meyvelerin 1'nci ve 7'nci günlerdeki lezyon çaplarında meydana gelen değişimler (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) görülmektedir. Elma meyvelerinin inokulasyon noktasından periyodik olarak alınmış olan enfeksiyon çapı, symptom indeksi ve meyve çürüklüğünde ölçülen değerle aynı alınarak lezyon çapı olarak kabul edilip çürümüş bölgenin en yüksek çapına eşit alınmıştır. Her iki meyve çeşidinde bulunan negatif kontrol uygulama grubunun hem koruyucu hemde tedavi edici deneme gruplarında 7'nci güne kadar lezyon oluşmamıştır. Enfekte edilmiş gruplarda 1'nci günde enfeksiyon bölgesinin çapına eşit alınan lezyon çapı deneme süresi içinde fungusun ilerlemesiyle birlikte her iki elma çeşidinde de benzer şekilde artmıştır, $P<0.05$. Bu artış Granny Smith elma çeşidinde daha hızlı gerçekleşmiştir.

4.1.2.9. Symptom indeksi

Symptom indeksin ölçülmesi için Zhao ve ark. (2011)'nin uyguladığı yöntemden uyarlanan indeks kullanılmıştır. İnkubasyon periyodunun sonunda, elma meyvelerinde ilk ölçümler hastalık şiddetinin ölçülmesiyle başlanmıştır. Symptom indeks yönteminin kullanılmasında gerekli olan N katsayıların tespiti lezyon çapına ve çürümüş alanın elma meyvesindeki yüzde (%) oranına bakılarak yapılmıştır. Bu oranlardan elde edilen değere göre N katsayıları seçilip symptom indeksi parametre değerleri türetilmiştir. Bölüm 3.2.4.'te verilen formül kullanılarak symptom indeksi değerleri hesaplanmıştır. Elma meyvelerinin ölçüm günlerine göre symptom indekslerinde meydana gelen değişimler (Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6.) görülmektedir. Her iki meyve çeşidinin koruyucu ve tedavi edici deneme gruplarında bulunan negatif kontrol grubunun hesaplanan symptom indeksleri aynı kalırken diğer uygulama gruplarının hepsinde symptom indeksleri artmıştır. Bu artış istatistik olarak önemlidir, $P<0.05$. Her iki elma çeşidini karşılaştırdığımızda Granny Smith elma çeşidinin symptom indeksi daha fazla olmuştur.

Çizelge 4. 5. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama gruplarında 1'nci ve 7'nci günlerdeki pH, TA, BRİX, meyve sertliği, meyve çürüklüğü, lezyon çapı ve simptom indeksi değerleri

Uygulama Grupları	Günler	Granny Smith							Starking						
		pH	TA	BRİX	Meyve sertliği	Meyve çürüklüğü	Lezyon çapı	Simptom indeksi	pH	TA	BRİX	Meyve sertliği	Meyve çürüklüğü	Lezyon çapı	Simptom indeksi
Negatif kontrol	1. Gün	3.8	1.2	7.5	5	0	0	1	4.7	0.6	14	5.5	0	0	1
	7. Gün	3.7	1.2	8	5	0	0	1	4.6	0.6	14.5	5.5	0	0	1
Pozitif kontrol	1. Gün	3.6	1.3	9	5.5	0	0	1	5.7	0.2	14.5	5.5	0	0	1
	7. Gün	3.4	1.6	9.5	6.5	100	4.5	5	5.5	0.5	16	6.5	100	4.3	5
SA	1. Gün	3.8	1.6	7	6.5	0	0	1	4.4	0.5	13	5	0	0	1
	7. Gün	3.7	1.6	8	7.5	60	3.8	4	4.2	0.6	14	5.5	100	4.3	5
AY	1. Gün	3.8	1.3	13	6	0	0	1	5.3	0.5	15	4	0	0	1
	7. Gün	3.7	2.2	14.5	6.5	45	2.8	2	5.0	0.6	16	4.5	55	3.5	3.5
SA+AY	1. Gün	4.7	1.0	12	5	0	0	1	4.7	0.5	11.5	4	0	0	1
	7. Gün	4.6	2.0	13	5.5	40	2.5	2	4.6	0.6	13	4.5	40	2.5	2
Fngst	1. Gün	4.6	1.3	8	6	0	0	1	4.5	0.2	13.5	4	0	0	1
	7. Gün	4.4	1.7	9	7.5	50	3	2.5	4.3	0.5	15	5.5	25	1.3	1.5

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit

Çizelge 4. 6. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama gruplarında 1'nci ve 7'nci günlerdeki pH, TA, BRİX, meyve sertliği, meyve çürüklüğü, lezyon çapı ve simptom indeksi değerleri

Uygulama Grupları	Günler	Granny Smith							Starking						
		pH	TA	BRİX	Meyve sertliği	Meyve çürüklüğü	Lezyon çapı	Simptom indeksi	pH	TA	BRİX	Meyve sertliği	Meyve çürüklüğü	Lezyon çapı	Simptom indeksi
Negatif kontrol	1. Gün	3.8	1.6	7.5	6	0	0	1	4.8	0.4	14.5	5.5	0	0	1
	7. Gün	3.7	1.6	8	6	0	0	1	4.7	0.4	15	5.5	0	0	1
Pozitif kontrol	1. Gün	4.1	1.3	11	4.5	0	0	1	3.9	0.2	12	4.5	0	0	1
	7. Gün	3.9	1.8	12	5.5	100	4.5	5	3.8	0.4	13.5	5.5	55	3.5	4
SA	1. Gün	3.8	1.6	13	5	0	0	1	4.6	0.5	12.5	4	0	0	1
	7. Gün	3.7	2.0	14	5.5	100	4.1	5	4.4	0.6	13.5	4.5	80	4	4.5
AY	1. Gün	3.5	1.3	9.5	6	0	0	1	4.7	0.2	14	5	0	0	1
	7. Gün	3.4	1.4	10.5	6.5	100	4.3	5	4.4	0.5	15	5.5	60	3.8	4
SA+AY	1. Gün	3.6	1.2	10	5.5	0	0	1	4.8	0.5	15.5	4.5	0	0	1
	7. Gün	3.4	1.3	11	6	60	3.8	4	4.6	0.8	16.5	5.5	50	3.3	3.5
Fngst	1. Gün	3.9	1.3	11.5	5.5	0	0	1	4.9	0.2	10.5	3.5	0	0	1
	7. Gün	3.8	1.4	12.5	6.5	50	3	2.5	4.7	0.3	12	4.3	20	1	1.5

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit

4.1.2.10. RGB ölçümü (Red Green Blue)

Denemedeki her bir elma meyvesinin 4 farklı bölgesinden fotoğrafları çekilmiş ve bunların çıkan sonuçlarının ortalamaları alınıp meyve parlaklık değerleri hesaplanmıştır. Uygulama öncesi, uygulama sonrası ve yüzde kayıp olarak hesaplanan değerler (Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.) görülmektedir.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası her iki elma çeşidinde de renk kaybı görülmüş sonuçlar Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama grubundaki renk kaybı Starking elma çeşidinde daha belirgin olarak görülmüştür. Tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulamada ise yine renk kayıpları göze çarpmakla birlikte bu durum Starking elma meyvesinde belirgin olarak göze çarpmıştır. Starking elma çeşidi inkubasyon sonrası daha çabuk renk kaybeden ve daha erken matlaşan elma çeşidi olarak göze çarpmıştır.

Çizelge 4.7. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama gruplarının uygulama öncesi, uygulama sonrası ve % Kayıp CIEL*a*b değerleri

Uygulama Grupları	Granny Smith									Starking								
	Uygulama önc.			Uygulama son.			%Kayıp			Uygulama önc.			Uygulama son.			%Kayıp		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Negatif kontrol	93.2	-6.0	17.2	91.8	-7.1	21.5	1.4	-18.9	-24.9	83.1	9.4	4.4	75.8	11.6	5.7	8.7	-23.3	-29.2
Pozitif kontrol	92.1	-8.7	25.1	89.0	-4.7	20.0	3.4	45.5	20.1	82.3	7.9	4.2	77.2	6.9	4.6	6.1	13.3	-11.3
SA	92.8	-6.8	20.8	87.0	-4.5	19.9	6.3	33.4	4.4	82.3	9.6	5.2	78.6	7.7	6.4	4.4	19.2	-21.9
AY	92.2	-6.8	20.3	90.1	-5.9	20.0	2.2	12.4	1.6	82.9	8.8	4.1	76.4	7.9	5.7	7.8	10.0	-39.5
SA+AY	92.4	-6.8	19.7	88.3	-6.4	22.7	4.4	5.5	-15.3	81.4	7.5	4.1	76.1	7.6	6.5	6.4	-1.2	-57.1
Fngst	92.0	-7.1	20.1	89.3	-5.4	19.4	2.8	24.3	3.6	82.3	7.4	4.0	76.2	8.0	5.8	7.3	-7.5	-44.8

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit

Uygulama önc. = Deneme öncesi CIEL*a*b tekrarlarının alınan ortalaması, Uygulama son. = Deneme sonrası CIEL*a*b tekrarlarının alınan ortalaması

Çizelge 4.8. Elma meyvelerinin (Granny Smith ve Starking) tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama gruplarının uygulama öncesi, uygulama sonrası ve % Kayıp CIEL*a*b değerleri

Uygulama Grupları	Granny Smith									Starking								
	Uygulama önc.			Uygulama son.			%Kayıp			Uygulama önc.			Uygulama son.			%Kayıp		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Negatif kontrol	92.0	-7.7	20.7	90.5	-8.3	23.2	1.5	-7.8	-12.0	80.0	9.7	3.9	78.7	9.3	5.4	1.6	4.3	-36.2
Pozitif kontrol	93.3	-7.4	21.1	89.3	-4.5	21.3	4.2	38.8	-0.9	80.6	10.2	4.6	80.3	8.5	5.8	0.2	16.2	-26.7
SA	91.6	-7.9	21.2	88.5	-4.8	20.2	3.3	38.2	4.7	81.1	11.0	4.7	79.1	7.6	5.2	2.4	30.9	-10.0
AY	92.8	-7.2	19.7	86.7	-3.9	18.8	6.5	45.2	4.4	84.6	8.5	3.3	79.9	6.6	5.1	5.5	22.6	-55.2
SA+AY	91.5	-8.0	21.6	88.5	-5.1	19.2	3.2	36.1	11.2	80.7	11.2	6.2	81.2	6.8	6.7	-0.6	38.9	-8.9
Fngst	91.5	-7.7	19.7	89.9	-8.1	24.7	1.7	-5.5	-25.2	81.6	9.6	5.0	80.0	8.4	5.2	1.9	12.0	-3.4

SA= Salisilik asit, F= Fungus, AY= Adaçayı/acı elma yağı, Fngst= Fungusit

Uygulama önc. = Deneme öncesi CIEL*a*b tekrarlarının alınan ortalaması, Uygulama son. = Deneme sonrası CIEL*a*b tekrarlarının alınan ortalaması

4.1.2.11. Doğal enfeksiyon aşaması

Doğal enfeksiyon aşamasında, 2 farklı elma çeşidi (Granny Smith ve Starking) bulunmaktadır. Her bir çeşitten bir tane elma alınıp eşkenar üçgen olacak şekilde (5 mm derinlik $\times$ 1 mm $\varnothing$) elmalar hasarlandırıldıktan sonra, herhangi bir işlem görmeden bir hafta boyunca oda sıcaklığında inkubasyona bırakılarak fizyolojik değişimleri izlenmiştir.

Oda sıcaklığında doğal enfeksiyona maruz bırakılmış olan elmalarda herhangi bir enfeksiyon görülmemiştir. Her iki elma da dayanıklılık açısından benzer karaktere sahip bulunmuştur.



Şekil 4. 5. Hasarlandırılmış elma çeşitlerinin (Starking ve Granny Smith) oda sıcaklığında bir hafta boyunca inkubasyona bırakılıp doğal enfeksiyon aşamasında fizyolojik değişimlerinin izlenmesi

4.1.2.12. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi

Her bir resimde sol sütunda bulunan Granny Smith elmalarının, her bir resimde sağ sütunda bulunan Starking elmalarına nazaran daha az karardığı gözlemlendi (Şekil 3.15.). Elmayı kestiğimizde kesilen yerin hemen kararması, fenol birikiminin göstergesidir ve fenol birikiminin fazla olduğu durumlarda çürümenin yavaş olduğu görülmüştür. Hızlı fenol yığılmasının (akümülyasyonunun) hastalığı bloke ettiği görülmüştür. Daha sert korteks ve kabuk yapısına sahip olan Starking elma meyvesi yaralanma sonucu oluşan enfeksiyon'dan dolayı hızlı fenol sentezlemiş ve daha hızlı

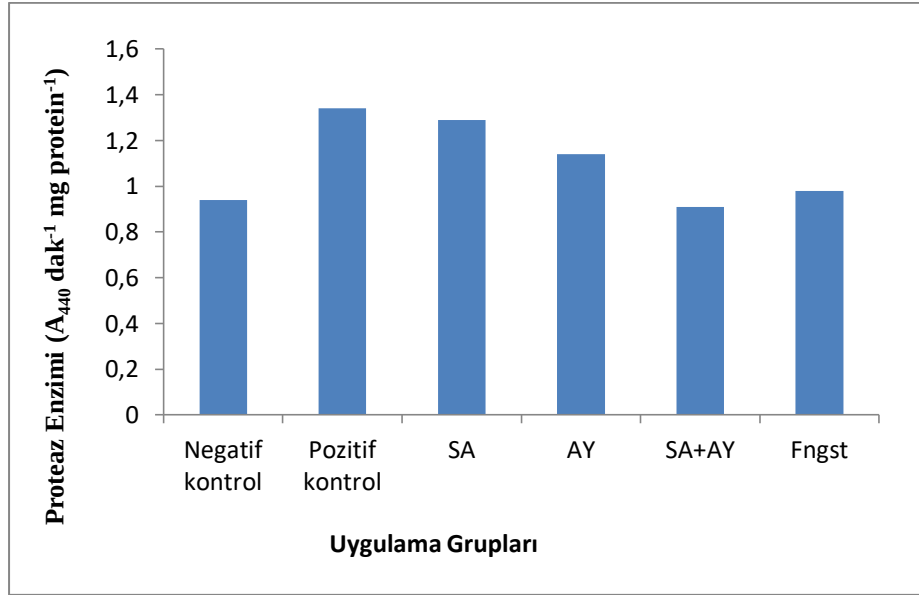
kararmıştır ama Granny Smith hızlı fenol sentezleyemediği için daha geç karardığı görsel olarak gözlemlenmiştir.



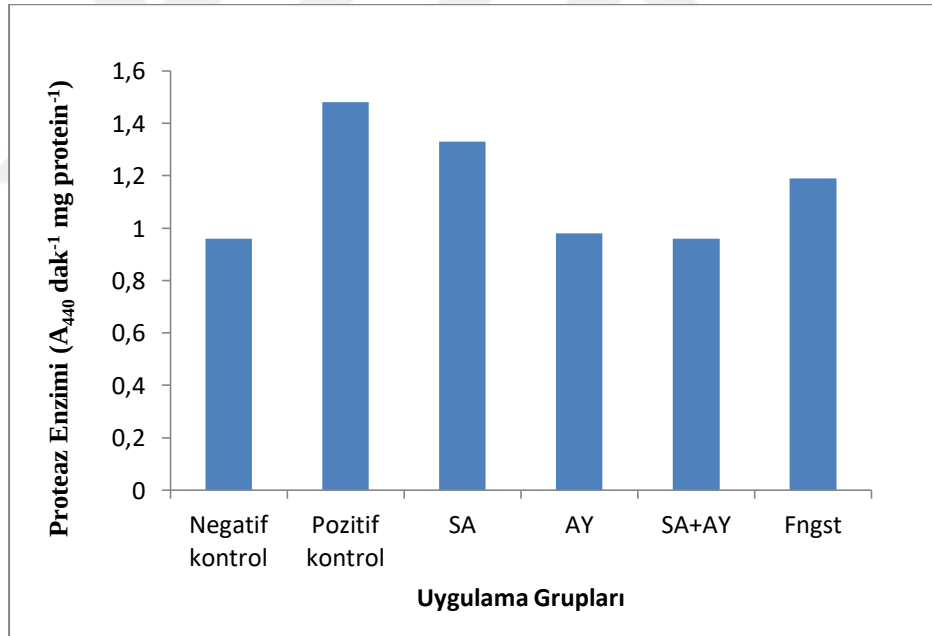
Şekil 4. 6. Dilimlenmiş elma meyvelerinin enzimatik esmerleşme takibi

4.1.2.13. Muamele edilen meyvelerin proteaz enzim değerleri

Hastalık öncesi koruyucu etki amaçlı kullanılan SA, AY, SA+AY nin her iki meyve üzerindeki (Granny Smith ve Starking) etkileri biyokimyasal olarak da incelenmiştir. Buna göre inokule edilmeyen (negatif kontrol) grubundaki meyveler proteaz enzimi açısından daha düşük değerler sergilerken inokule edilmiş meyvelerin fungal kökenli proteaz enzim değerleri yüksek bulunmuştur. Her iki meyve grubu içinde SA ve AY uygulamaları proteaz enzim değerini düşürse de SA+AY proteaz enzim değerini inhibe ederek doku bozulmasını engelleyecek seviyeye ulaşmıştır. Proteaz enzimi, proteinlerin parçalanması üzerine etkili olan bir enzim olduğu için fungal kökenli bu enzimin inhibe edilmesi SA+AY uygulaması ile inhibe edilerek bu kombine uygulamanın etkinliği biyokimyasal olarak da teyit edilmiştir (Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.).



Şekil 4. 7. Granny Smith elma çeşidinin koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama grubunun işlem öncesi proteaz değerleri



Şekil 4. 8. Starking elma çeşidinin koruyucu etki (inokulasyon öncesi) uygulama grubunun işlem öncesi proteaz değerleri

4. 2. Tartisima

Denemedeki uygulamalarda *P. expansum* fungusunun elma meyvelerinin ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde, inkubasyon süresinin artmasıyla beraber ağırlık kaybının da arttığı görülmüş ve çürümeye başlayan meyveler daha hızlı ağırlık kaybına uğramışlardır, $P<0.05$. Ağırlık kaybı elmada meyve kalitesinin bozulmasına neden olan önemli sebeplerden biridir (Valero ve ark., 2003). Denemede kullanmış olduğumuz Granny Smith ve Starking elma çeşidinin koruyucu etki (inokulasyon öncesi) ve tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama grubunda bulunan negatif kontrol grubunun ağırlıklarında önemli sayılabilecek bir değişim görülmemiştir. Yedi gün boyunca elma meyvelerinde meydana gelen ağırlık kayıplarındaki artış üzerine uygulamaların etkileri incelendiğinde koruyucu etki grubunda her iki meyve türünde de meydana gelen en fazla ağırlık kaybı pozitif kontrol (Granny Smith % 4.9, Starking % 4.2) uygulama grubu olup, en az ağırlık kaybı ise SA+AY (Granny Smith % 1.5, Starking % 1.3) uygulama grubundadır. Her iki meyve çeşidinde yaşanan ağırlık kaybı benzerlik göstermektedir. Tedavi edici (inokulasyon sonrası) uygulama grubuna baktığımızda ise Granny Smith elma çeşidinde meydana gelen en fazla kayıp % 5.5 ile SA uygulama grubu ve % 5.2 ile pozitif kontrol grubu, en az kayıp ise % 1.8 ile negatif kontrol grubu olmuştur. Starking elma çeşidinde ise en fazla kayıp % 4.2 ile pozitif uygulama grubu, en az kayıp % 1.5 ile SA+AY uygulama grubudur. Uygulamalar karşılaştırıldığında enfeksiyon öncesi uygulanan SA+AY uygulamasında daha az ağırlık kaybının olduğu görülmüştür. SA ile yapılan birkaç benzer çalışmada Zheng ve Zhang 2004 yılında mandarin meyvesinde SA'nın ağırlık kaybını azalttığını, Tareen ve ark. (2012) ise şeftalide ağırlık kaybını azalttığını belirtmişlerdir. Esansiyel yağlar ile yapılan çalışmalarda, esansiyel yağların antimikrobiyal (mikrobiyal gelişimi önleyici), antioksidan (oksidasyonu yavaşlatıcı/önleyici) olduğunu belirtmişlerdir (Feng ve Zheng, 2007; Wei ve ark., 2011; Vitoratos ve ark., 2013).

Denemedeki bütün uygulamalar meyve çapları bakımından incelendiğinde koruyucu etki (inokulasyon öncesi) deneme grubundaki her iki elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 3.8 ile pozitif kontrol uygulama grubu olup çap kaybının hiç olmadığı uygulama grubu ise % 0 ile SA+AY dır. Denemedeki diğer

elma çeşidi olan Starking meyvesinde en fazla meydana gelen çap kaybı % 2.9 ile pozitif kontrol grubu, çap kaybının hiç olmadığı uygulama grubu ise % 0 ile negatif kontrol grubudur. Tedavi edici (inokulasyon sonrası) deneme grubundaki Granny Smith elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 4.6 ile SA uygulama grubu, en az kayıp % 0.7 ile negatif kontrol grubudur. Starking elma çeşidinde meydana gelen en fazla çap kaybı % 4.4 ile SA+AY uygulama grubu, en az kayıp % 0.7 ile negatif kontrol grubudur. Denemede koruyucu ve tedavi edici uygulama gruplarına baktığımızda koruyucu grubun en fazla çap kaybını pozitif uygulama grubu oluşturmuş tedavi edici grupta ise farklı uygulama grupları oluşturmuştur. Ayrıca hem koruyucu hem de tedavi edici deneme grubundaki her iki meyve çeşidinde en az çap kaybının negatif kontrol grubu olduğu görölmüştür. Yapılan benzer çalışmalarda, fungusun meyve çapında azalmalara sebep olduğu belirlenmiştir (Leeuwen ve ark., 2002; Bogiang ve ark., 2009; Medina ve ark., 2013).

Meyvelerde yumuşama hasat sonrası kaliteyi etkileyen önemli faktörlerdendir (Salvador ve ark., 2003; Özgönen ve Kılıç, 2013). Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin meyve sertliği incelendiğinde *P. expansum* fungusunun sertlik üzerine deneme süresi boyunca fazla etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Aksine meyveler su kaybettiklerinden meyve etinde sertlik değeri artmıştır. Starking elma çeşidinin kabuğunun kalın olmasından dolayı fungus fazla ilerleyemediği için sadece yaralanan kısımda yumuşama meydana gelmiştir. Benzer sonuçlar Jurick ve ark. (2009) tarafından bulunmuştur.

Ikuera ve ark. (2011), elma meyvelerinin *P. expansum* teması sonuncunda zamanla lezyon çaplarında artış olduğunu ve bu artış nedeninin fungusun morfolojik yapısından ve elma meyvelerinin bu fungus için iyi bir konukçu ortamı oluşturmamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Meyve ürüklüğü yüzde oranlarının değışimleri, lezyon çapı ve simptom indeksi parametreleri ile benzer özellik göstermiştir. Deneme sonunda her iki meyve çeşidinin koruyucu ve tedavi edici deneme gruplarında bulunan negatif kontrol grubunda çürümüş kabul edilebilecek meyve yokken, fungus enfekte edilmiş (pozitif kontrol) uygulama grubunda bulunan meyvelerde *P. expansum* fungusunun yara yolu ile dokulara enfekte edilmiş

bölgelerinde çürümeler görülmüştür. Fakat bu çürümeler fungusun ilerlemesinden kaynaklı olmayıp dokuya bağlı olarak yayılma göstermiştir. Fungus gelişimi görülmemesine rağmen doku içersinde fungal enfeksiyon etrafında nekroz oluşumu ve dokuda yumuşama görülmüştür. Bu durum dokunun nişasta-şeker dönüşümüyle uyumlu bulunmuştur (Şekil 3.22.). Enfeksiyon öncesi uygulamalarda % meyve çürüklüğü enfeksiyon sonrası uygulamaların % meyve çürüklüğünden daha az olduğu ve Starking elma çeşidinin Granny Smith elma çeşidinden daha az çürüdüğü tespit edilmiştir.

Enfeksiyon öncesi (koruyucu etki) ve enfeksiyon sonrası (tedavi edici) deneme grupları karşılaştırıldığında enfeksiyon öncesi grupların simptom indeksleri enfeksiyon sonrası grupların simptom indekslerine göre daha düşük çıkmıştır. Yapılan benzer bir çalışmada Miedes ve Lorences (2006)'da *P. expansum* fungusunun hasat edilmiş ürünlerin depolanmasında çürümelere neden olarak simptom indeksinin artmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Abay (2017) çalışmasında oluşturduğu simptom indeksi değerleri bu çalışmada elde edilen simptom indeksi değerleri ile benzer sonuçlarda çıkmıştır.

Deneme sonucunda her iki elma çeşidinin pH değerlerine bakıldığında koruyucu ve tedavi edici deneme grubundaki Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin bütün uygulama gruplarında genel olarak pH ölçüm sonuçları azalmıştır. İnokulasyon öncesi Starking elma çeşidinin ölçülen pH değerleri Granny Smith elma çeşidine göre daha yüksek değerlerde bulunmuştur ve inokulasyon sonrası ölçülen değerlerde Starking elma çeşidinin pH değerleri genel olarak Granny Smith elma çeşidine göre yine yüksek değerlerde çıktığı görülmüştür. İnokule meyvelerdeki pH değişimlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Meyvelerdeki brix değerlerinin ölçüm günlerine göre değişimi Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir. Brix değerleri her iki meyve çeşidinde de istatistik olarak önemli görülmemiştir. Starking elma çeşidinin hem koruyucu hem de tedavi edici deneme grubundaki ölçülen brix değerleri Granny Smith elma çeşidinden daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Her iki meyve çeşidinin koruyucu ve tedavi edici

deneme gruplarındaki brix değerleri inokulasyondan sonra düşük oranda artmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür.

Deneme sonucunda elma meyvelerinde meydana gelen TA değerlerine bakıldığında koruyucu ve tedavi edici deneme grubundaki Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinin negatif kontrol grupları haricinde olan bütün uygulama gruplarında göreceli olarak çok az bir yükseliş olmuştur. Bu durum pH sonuçları ile de uyumlu bulunmuştur. Her iki elma çeşidinin koruyucu ve tedavi edici gruplarında negatif kontrol grubunun TA değerlerinde hiçbir değişiklik görülmemiştir. İki elma çeşidini karşılaştırdığımızda ise Granny Smith elma çeşidindeki uygulama gruplarının TA değerleri Starking elma çeşidinden daha yüksek değerlerde görülmüştür.

Doğal enfeksiyona bırakılan meyvelerde herhangi bir enfeksiyon görülmemiş bu durumun elmaların dayanıklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan SA+AY uygulamasının hassas çeşitlerden ziyade dayanıklı çeşitlerde daha iyi koruma sağlayacağı teyit edilmiştir.

Granny Smith ve Starking elma çeşitlerinde koruyucu ve tedavi edici deneme gruplarında farklı uygulamalarda uygulanan L^*a^*b değerleri (Çizelge 4.7. ve Çizelge 4.8.) verilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası renk değişiminin önemli ölçüde değişmemesi yapılan uygulamaların elmaların kalite ve kantititesi üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını teyit etmek için yapılmıştır. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası her iki elma çeşidinde de renk kaybı görülmüş sonuçlar Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Renk kaybı Starking elma çeşidinde daha belirgin olarak görülmüştür. Starking elma çeşidi inkubasyon sonrası daha çabuk renk kaybeden ve daha erken matlaşan elma çeşidi olarak göze çarpmıştır. Tedavi edici uygulamada ise yine renk kayıpları göze çarpmakla birlikte bu durum Starking elma meyvesinde belirgin olarak göze çarpmıştır.

Yapılan bu çalışmada potasyum iyodür (KI) uygulanmış elma çeşitlerinin (Granny Smith ve Starking) nişastadan şekere dönüşümleri incelenmiştir. Şekere

dönüşüm olayı patojenler için önemli enfeksiyon başlangıcı olduğundan enfeksiyon hızları da şeker oranı ile test edilebilmektedir. Bu çalışmada, depo koşullarında muhafaza edilen elma meyvelerinin önemli derecede bir şeker dönüşümünün olmadığı ve uygulanan SA ve AY uygulamalarının da bu dönüşümü hızlandırmadığı görülmüştür. Bu durum, patojenlerin bulunduğu (enfekteli alan) alanlarda patojenin bloke edilmesi için önemli bir uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Her iki uygulamanın (SA+AY) meyvelerdeki proteaz enzim seviyesini düşürmesi savunma mekanizmasının harekete geçtiğinin ve mikrobiyal inhibisyonun sağlandığını göstermiştir. Benzer bulgular, Karmous ve ark. (2012) ve Dikilitaş ve ark. (2018) tarafından da ifade edilmiş olup proteaz enzim seviyesinin yüksekliği ile patojen virulensi ve konukçu dokununun savunması arasında ilişki bulunmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Nüfus yoğunluğunun hızla artması, dünya genelinde değişen ve gelişen yaşam şartları doğrultusunda tüketicilerin “sağlıklı beslenme” algısının artmasıyla birlikte üreticilerin ve gıda araştırmacılarının insanların sağlıklı beslenmelerini sağlayacak gerekli araştırmalara daha çok yönelmelerini sağlamıştır. Tüketicilerin isteklerinin karşılanabilmesi amacıyla gıda endüstrisinde kullanılan ve geliştirilen bir çok yeni teknoloji bulunmaktadır.

Birçok çalışmada gıdaların korunması için kullanılan kimyasalların ve yapay koruyucuların kullanımını azaltarak yeni alternatif doğal koruyuculara doğru yönelinmektedir. Yapılan araştırmalarda birçok mikroorganizmaya karşı güçlü antibakteriyel etkisi olan ve bitkilerden elde edilen uçucu (esansiyel) yağların kullanımı önem kazanmıştır. Esansiyel yağlar gıda endüstrisi ve birçok endüstri tarafından kullanılan kokulu ve kokusuz madde veya maddelerin karışımı olan ve normal koşullar altında uçucu bulunan saf bileşiklerdir. Esansiyel yağlar antimikrobiyal özellik gösterdiklerinden gıdaları koruma amacı ile de kullanılırlar.

Hasat sonrası hastalıklar meyve kalitesini düşürür ve meyve depolama süresini sınırlar. Bu çalışma ile elma meyvelerinin muhafazasına yönelik oluşabilecek muhtemel problemlere karşı SA ve adaçayı/acı elma yağı kullanılarak depolanmış ürünlerdeki ürün kaybını azaltmak amacıyla, uygun SA ve adaçayı/acı elma yağı konsantrasyonunu belirleyip bu dozu enfeksiyon öncesi ve enfeksiyon sonrası elma meyvelerinde kullanarak SA ve adaçayı/acı elma yağının koruyucu ve tedavi edici özelliğinin olup olmadığı araştırılmıştır ve belirlenen uygun dozdaki SA ve adaçayı/acı elma yağının doğal enfeksiyona karşı koruyucu ve tedavi edici etkiye sahip olup olmadığı belirlenmiştir.

P. expansum fungusunun hasat sonrası iki farklı elma çeşidi (Granny Smith ve Starking) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada ağırlaştırılmış şiddetli enfeksiyonun etkisinden kurtulmak için koruyucu ve tedavi edici yöntem kullanılmıştır. Enfeksiyon öncesi (koruyucu etki) uygulama grubunda her iki meyve çeşidinin ağırlık ve çap kaybı bakımından benzerlik gösterdiği ve her iki grupta da en fazla ağırlık ve çap kaybının pozitif kontrol grubu, en az kaybın ise SA+AY uygulama grubu olduğu görülmüştür. Enfeksiyon sonrası (tedavi edici) uygulama grubunu incelediğimizde iki çeşit elmanın en fazla ve en az kayıplarının farklı uygulama gruplarında meydana geldiği gözlemlenmiştir. Enfeksiyon sonrası Granny Smith çeşidinde en fazla ağırlık ve çap kaybının SA uygulama grubu olduğu, en az ağırlık ve çap kaybının ise negatif kontrol grubu olduğu görülmüştür. Enfeksiyon sonrası Starking meyve çeşidinde ağırlık ve çap kayıpları farklı uygulama grupları olup, ağırlık olarak en fazla kayıp pozitif kontrol grubu en az ise SA+AY uygulama grubudur.

Yapılan bu çalışmada kullanılan kimyasallar ile fungus kısmen inhibe edilmiştir, fakat meyvenin hasarı durdurulamamıştır. Fungal miselyal gelişim görülmemesine rağmen ve sporulasyon artmamasına rağmen inokule edilen yaralı bölgelerde doku çürümesinin dokudaki dejenerasyondan ileri geldiği görülmüştür. Fungal gelişim olmamasına rağmen doku içerisinde fungal enfeksiyon etrafında nekroz oluşumu ve dokuda yumuşama görülmüştür. Fungusun gelişimini durdurmak, sporulasyonunu azaltmak hastalığı engellemede önemli etken olarak görülmemiştir. Çünkü enfeksiyon yara olan bölgelerde yapıldığı için bu bölgelerin nekrozu zaman içerisinde artmıştır. Ancak yara olmayan yada hasarlı yüzeye sahip olmayan elma meyvelerinin koruyucu kimyasallar ile (SA+AY) meyvenin raf ömrünün uzatılabileceği gösterilmiştir.

Elmalar dalından koparıldıktan sonra bile büyüyeabilen olgunlaşabilen klimakterik meyvelerdir. Yani olgunlaşmasına devam edebilirler. Bu özelliklerinden dolayı SA myvenin savunma mekanizmasını aktif hale getirirken AY uygulaması fungal inhibisyon üzerinde etkili bulunmuş. Her iki uygulamanın kombine edilmesi meyvelerde protein sentezini arttırarak proteaz enzim seviyesini düşürmede etkili

bulunmuş bu durum elmanın raf ömrünü arttırmıştır. İnokulasyonun yaralı bölgelerden yapıldığı düşünüldüğünde ve SA+AY uygulamasının etkin olduğu görüldüğünden, SA+AY uygulamasının sağlam meyveler üzerinde denendiğinde daha etkin sonuç verebileceği teyit edilmiştir.

SA iyi bir inhibitör ve savunma mekanizmasını arttıran iyi bir sinyal molekülüdür. SA fungusun gelişimini azaltarak yapılan çalışmada kontrol grubundaki meyvelerde olan sağlamlığı devam ettirmektedir. Dolayısı ile hem fungal gelişimi inhibe etmesi hem de AY uygulaması ile mikrobiyal gelişimin engellenmesi ve oksidasyonun yavaşlatılması özelliklerinden dolayı elmalarda hem kalite hem de kantite kaybı pestisit kullanmadan hatta pestisit uygulamasına kıyasla çok daha etkin bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- ABAY, U., 2017. *Penicillium expansum* fungusunun farklı sıcaklıktaki enfeksiyon şiddeti ve hastalık gelişiminin fizyolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 41s.
- AHMADI-AFZADI, M., TAHIR, I. and NYBOOM, H., 2013. Impact of harvesting time and fruit firmness on the tolerance to fungal storage diseases in an apple germplasm collection. *Postharvest. Biol. Technol.*, 82: 51-58.
- AJAYI, A. A. and OLASEHINDE, I. G., 2009. Studies on the pH and protein content of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits deteriorated by *Aspergillus niger*. *Scientific Research and Essay*, 4(3): 185-187.
- ALKAN, Ü., 2013. Aydın ilindeki soğuk depolama yapılarının mevcut durumunun belirlenmesi ve geliştirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 78s.
- AKBULUT, A., 2015. Farklı salisilik asit dozlarının hasat sonrası domates meyvelerinde *Penicillium expansum*'un gelişimi üzerine etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 14s.
- ANONYMOUS, 2012. Dünya Meyve Üretim İstatistikleri, FAO.
- BAKKALİ, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D. and IDAOMAR, M., 2008. Biological effects of essential oils-A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- BENLİ, M., 2003. Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(8): 1-25.
- BENNET, A. B. and LABAVITCH, J. M., 2008. Ethylene and ripening-regulated expression and function of fruit cell wall modifying proteins. *Plant Science*, 175: 130-136.
- BRADFORD, M., 1976: 'A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.' *Analytical Biochemistry*, 72, 248.
- BOGIANG, L., TONGFEI, L., GUOZHENG, Q. and SHIPING, T., 2009. Ambient pH inhibits spore germination of *Penicillium expansum* by impairing protein synthesis and folding: A Proteomic-Based Study. *Journal of Proteome Research*, 9: 298-307.
- BONERBA, E., CECI, E., CONTE, R. and TANTILLO, G., 2010. Survey of the presence of patulin in fruit juices. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 3(2): 114-119.
- BURAK, M., ÖZ, F. ve BULAGAY, N., 1994. Yerli ve yabancı elma çeşitlerinin seçimi. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova, 18s.
- BURT, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- BONDOUX, P., 1992. Maladies de conservation des fruits a pepins. *Techniques et Pratiques*. Paris, FRA: INRA Editions, PHM Revue Horticole, 173p.

- CANTU, D., VICENTE, A.R., LABAVITCH, J.M., BENNETT, A.B. and POWELL, A.L.T., 2008b. Strangers in the matrix: Plant cell walls and pathogen susceptibility. *Trends Plant Sci*, 13: 610-617.
- CHAUHAN, K.R., LE, T.C., CHINTAKUNTA, P.K. and LAKSHMAN, D.K., 2017. Phyto-fungicides: Structure activity relationships of the thymol derivatives against *Rhizoctonia solani*. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 175-185.
- CRUZ-CABRAL, L., FERNANDEZ PINTO, V. and PATRIARCA, A., 2013. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1), 1-14.
- COŞKUN, F., 2006. Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Tekirdağ, 2: 27-33.
- COULOMBE, J. R. A., 1993. Biological action of mycotoxins. *J. Dairy Sci*, 76: 880-891.
- ÇAĞLAR, S. ve AĞCA, Z., 2009. Pro-Ca (Prohexadione-Calcium) uygulamasının mondial gala/m.9 elma ağaçlarının gelişimi ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2): 101-106.
- ÇELİKTAŞ, M., 2010. Farklı bitki ekstraktlarının *Aspergillus parasiticus* gelişimine etkisinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 30s.
- DEMİRDÖVEN, A. and BAYSAL, T., 2008. The use of ultrasound and combined technologies in food preservation. *Food Reviews International*, 25(1): 1-11.
- DIANZ, F., SANTOS, M., BLANCO, R. and TELLO, J.C., 2002. Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* isolate from Strawberry crops in huelva (Southwestern Spain). *Phytoparasitica*, 30: 529-534.
- DİKBAŞ, N., KOTAN, R., DADAŞOĞLU, F. and ŞAHİN, F., 2008. Control of *Aspergillus flavus* with essential oil and methanol extract of *satureja hortensis*. *International Journal of Food Microbiology*, 124(2): 179-182.
- DİKİLİTAŞ, M. and KARAKAŞ, S., 2010. Salt as potential environmental pollutants, their types, effects on plants and approaches for their phytoremediation. *Plant Adaptation and Phytoremediation* (Edited by M. Ashraf, M. Ozturk, M.S.A. Ahmad). Springer Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 357-383.
- DİKİLİTAŞ, M., OĞUZ, A.Ç. and KARAKAYA, A., 2018. Extracellular protease activity and glucose production in isolates of net blotch pathogens differing in virulence. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol.105, No.1 (2018), p. 89-94.
- DUNAEVSKİİ, Y.A.E., MATVEEVA, A.R., FATKHULLİNA, G.N., BELYAKOVA, G.A, KOLOMIETS, T.M., KOVALENKO, E.D. and BELOZERSKY, M. A., 2007. Research institute of phytopathology, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia Received July 2, 2007; in final form, July 19, 2007.
- ECKERT JW. and OGAVA JM., 1988. The chemical control of postharvest diseases: Deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. *Annual Review of Phytopathology*, University of California, California, 26: 433-469.

- FALLIK, E., GRINBERG, S., GAMBOURG, M., KLEIN, J.D. and LURIE, S.Z., 1995. Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit. *Plant Pathology*, 45: 92-97.
- FALLIK, E., AHARONI, Y., COPEL, A., RODOV, V., TUVIA-ALKALAI, S., HOREV, B., YEKUTIELI, O., WISEBLUM A. and REGEV, R., 2000. Reduction of postharvest losses of galia Melon by a short hot water rinse. *Plant Pathology*, 49: 333-338.
- FALLIK, E., 2004. Prestorage hot water treatments (Immersion, Rinsing and Brushing). *Postharvest Biology and Technology*, 32: 125-134.
- FENG, W. and ZHENG, X., 2007. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. *Food Control*, 18(9): 1126-1130.
- FERDES, M., JUHAIMI, F.AL., ÖZCAN, M.M. and GHAFOR, K., 2017. Inhibitory effect of some plant essential oils on growth of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor pusillus* and *Fusarium oxysporum*. *South African Journal of Botany*, 113: 457-460.
- GHIASI, N. and RAZAVI, F., 2013. 'Impact of postharvest prohexadione calcium treatment on PAL activity in tomato fruit in response to chilling stress.' *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(1): 865-871.
- GIRARD, C. and MICHAUD, D., 2002. Direct monitoring of extracellular protease activities in microbial cultures. *Analytical Biochemistry*, 38: 388-391.
- GWANPUA, S.G., VERLINDEN, B.E., HERTOOG, M.L.A.T.M., NICOLAI, B.M., HENDRICKX, M. and GEERAERD, A., 2017. A transcriptomics-based kinetic model for enzyme-induced pectin degradation in apple (*Malus domestica*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 130: 64-74.
- IKUERA, H., SOMSAK, N. and KANLAYANARAT, S., 2011. Application of selected plant extract to inhibit growth of *Penicillium expansum* on apple fruits. *Plant Pathology Journal*, 10 (2); 78-84.
- HEALTH CANADA, 2013. (<http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/index-eng.php>)
- HEMAMOORTHY, T. and PRAKASAM, V., 2013. First report of *Penicillium expansum* causing bulbrot of liliun in India. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(3): 293-295.
- HİÇYAKMAZER, T., AĞAR, I.T. ve KAŞKA, N., 1994. Pozantı-Kamışlı Vadisinde yetiştirilen önemli elma çeşitlerinin optimum derim zamanlarının saptanması ve soğuk depolarda muhafazası. Üçüncü Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, 4-6 Mayıs, Adana.
- HOLLEY, R.A. and PATEL, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22: 273-292.
- HOUBRAKEN, J. and SAMSON, R., 2011. *Studies in Mycology*, 70: 1-51.
- ISMAN, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603s.
- JANISIEWICZ, W.J. and BORS., 1995. Development of a microbial community of bacterial and yeast antagonists to control wound-invading postharvest pathogens of fruits. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(9): 3261-3267.
- JANISIEWICZ, W.J., 1998. Biocontrol of postharvest diseases of temperate fruits: challenges and opportunities. In: *Plant-Microbe Interactions and Biological*

- Control. Eds: J. Boland and L.D. Kuykendall, Mercel-Dekker, Inc, 171-189, New York.
- JANISIEWICZ, W.J. and KORSTEN, L., 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 411-441.
- JONES, A.L. and ALDWINCKLE, H.S., 1990. Compendium of apple and pear diseases. American Phytopathological Society Press, 100p, USA.
- JURIC, WM., VICO, I., GASKINS, VL., GARRENT, WM., WHITAKER, BD., JANISIEWIC, WJ. and CONWAY, WS., 2009. Purification and biochemical characterization of polygalacturonase produced by *Penicillium expansum* during postharvest decay of 'Anjou' pear. *Phytopathology*, 100: 42-48.
- KARAÇALI, İ., 2002. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova, İzmir. 469s.
- KARAÇALI, İ., 2006. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- KANETIS, L., FÖRSTER, H. and ADASKAVEG, J. E., 2007. Comparative efficacy of the new postharvest fungicides azoxystrobin, fludioxonil, and pyrimethanil for managing citrus green mold. *Plant Dis.* 91: 1502-1511.
- KANTARMAN, A. 2011. Soğuk depoculuk ve soğutma. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Temel Bilgiler Uygulama ve Tasarım Eki, 75s.
- KAZIM, M.U. ve KASIM, R., 2007. Sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde alternatif bir uygulama: Uv-C. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 2007, 13(4): 43-49.
- KİM, Y.K. and XIAO, C.L., 2008. Distribution and incidence of sphacelium rot in apple in Washington state. *Plant Diseases*, 92, 940-946.
- KHUMALO, K.N., TINYANE, P., SOUNDAY, P., ROMANAZZI, G., GLOWACZ, M. and SIVAKUMAR, D., 2017. Effect of thyme oil vapour exposure on the brown rot infection, phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, phenolic content and antioxidant activity in red and yellow skin peach cultivars. *Scientia Horticulturae*, 195-199.
- KLEIN, J.D. and LURIE, S., 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. *Postharvest News Information*, 2: 15-19.
- KNOW, J.H., LCONG, S.G., HONG, S.B. and CHOE, Y.S., 2006. Occurrence of blue mold on sweet persimmon caused by *Penicillium expansum*. *Res. Plant Dis*, 12: 290-293.
- KUPFERMAN, E., FLEMING, D., FLEMING, T., WALISER, T., CURRY, E., AUVIL, T. and MATTHEIS, J., 1992. Techniques for successful production, storage and handling of new apple varieties: Gala, Jonagold, Braeburn and Fuji. Washington State Horticultural Association, 88: 246-250.
- KOÇKAYA, E., A., SELMANOĞLU, G., ÖZSOY, N. and GÜL, N., 2009. Evaluation of patulin toxicity in the thymus of growing male rats, *Arti Hig Rada Toksikol*, 60: 411-418.
- KORCAN, S.E., ÖZKARA, A., AKYIL, D., CİĞERCİ, İ.H. ve KONUK, M., 2007. Farklı fungus cinslerinde endüstriyel öneme sahip bazı enzim aktivitelerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 279-286.

- KOYUNCU, M.A., EREN, İ. ve DOLUNAY E., 2003. Eğirdir (Isparta) koşullarında yetiştirilen bazı yeni elma çeşitlerinin soğukta muhafazası (I). IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 8-12 Eylül, Antalya, 153-156.
- LAHLALI, R., SERRHINI, M.N. and JIJAKLI, M.H., 2004. Efficacy assessment of *Conidia oleophila* (strain O) and *Pichia anomala* (strain K) against major postharvest diseases of citrus fruits in Morocco. *Comm Agr Appl Biol Sci*, 69(4): 601-609.
- LAHLALI, R., SERRHINI, M.N. and JIJAKLI, M.H., 2005. Development of a biological control method against postharvest diseases of citrus fruits. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 70: 47-58.
- LA TORRE, A., MANDALA, C., PEZZA, L., CARADONIA, F. and BATTAGLIA, V., 2014. Evaluation of essential plant oils for the control of *Plasmopara viticola*. *Journal of Essential Oil Research*, 26(4): 282-291.
- LAWLEY, R., CURTIS, L. and DAVIS, J., 2008. Patulin, the food safety hazard guidebook. Royal Society of Chemistry Publishing, p. 213-216.
- LEEUEWEN, GCM., BAAYEN, RP., HOLB, IJ. and JEGER, MJ., 2002. Distiction of the asiatic brown rot fungus monilinia polystroma sp. Nov from M.fructigena. *Mycological Research*, 100: 444-451.
- LOVANG, U. and WILDT-PERSSON, T., 1998. Botanical pesticides. The effect of aqueous extracts of melia azederach and trichilia emetica on seleceted pathogens of tomato, bean and maize. Swedish University of Agricultural Sciences, International Office, Uppsala, Minor Field Studies, 52, p.22.
- LOPEZ-REYES, J.G., SPADORA, D., GULLINO, M.L. and GARIBALDI, A., 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo*. *Flavour Fragrance Journal*, 25: 171-177.
- LU, X., SUN, D., LI, Y., SHI, W. and SUN, G., 2011. Preand postharvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, 130: 97-101.
- LUGAUSKAS, A., LEVINSKAITE, L. and VALIUSKAITE, A., 2005. Potentialtoxin-producing micromycetes on fruit and berries of horticultural plants treated with fungicides. *Botanica Lithuanica. Suppl.*, 7: 47-54.
- LOPEZ-REYES, J.G., SPADARO, D., GULLINO, M.L. and GARIBALDI, A., 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo*. *Flavour Fragrance Journal*, 25: 171-177.
- MEDINA, G.N., CASTRO, J.C.R., CONTERAS, J.A.V., FUENTES, H.R. and MALDONADO, A.I.L., 2013. Physicochemical parameters for obtaining prediction models in the postharvest quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.). *Transactions on Machine Learning and Data Mining*, 2: 81-91.
- MIEDES, E. and LORENCES, E., 2006. Changes in cell wall pectin and pectinase activity in apple and tomato fruits during *Penicillium expansum* infection. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1359-1364.
- MO, Y., GONG, D., LIANG, G., HAN, R., XIE, J. and LI, W., 2008. Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during postharvest storage. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 88: 2693-2699.

- MORALES, H., MARIN, S., RAMOS, A., J. and SANCHIS, V., 2010. Influence of postharvest technologies during cold storage of apples in *Penicillium expansum* growth and patulin accumulation: A Review, Food Control, 21:953-962.
- ÖZGÖNEN, H. ve KILIÇ, Ç.H. 2013. Elma ve armut depo hastalıkları, Hasat Yayıncılık, 61s, İstanbul.
- ÖZCAN, M. ve BOYRAZ, N., 2000. Antifungal properties of some herb decoctions. Eur Food Res Technol, 212: 86-88.
- ÖZONGUN, S., DOLUNAY, E.M., ÖZTÜRK, G. ve PEKTAŞ, M., 2014. Eğirdir (Isparta) şartlarında bazı elma çeşitlerinin performansları. Meyve Bilimi, 1(2): 21-29.
- PEKMEZCİ, M., 1975. Bazı önemli elma ve armut çeşitlerinin solunum karakteristikleri ve soğukta muhafazaları üzerine araştırmalar. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, Doktora Tezi, Ankara, 80s.
- PINTO, E., SALGUEIRO, L.R., CAVALEIRO, C., PALMEIRA, A. and GONÇALVES, M.J., 2007. In vitro susceptibility of some species of yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. Industrial Crops and Products. 26(2): 135-141.
- PORAT, R., PAVONCELLO, D., PERETZ, Z., WEISS, B., DAUS, A., COHEN, L., BEN-YEHOSHUA, S., FALLIK, E., DROBY, S. and LURIE, S., 2000. Induction of resistance to *Penicillium digitatum* and chilling injury in 'Star Ruby' grapefruit by a short hot water rinse and brushing treatment. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 75(4): 428-432.
- PETRO-TURZO, M., 1987. Flavor of tomato and tomato products. Food Rev. Int., 2(3): 309-351.
- RAGSDALE, N.N., HENRY, M.J. and SISLER, H.D., Minimizing nontarget effects of fungicides. Pest Control with Enhanced Environmental Safety. Acs Symposium Series, 524: 332-341.
- RIOS, J.I. and RECIO, M.C., 2005. Medicinal plants and antimicrobial activity. Journal of Ethnopharmacology, 100, 80.
- ROSENBERGER, D.A. and MEYER, F.W., 1990. Negatively correlated crossresistance to diphenylamine in benomyl-resistant *Penicillium expansum* phytopathology, 75: 74-79.
- SALVADOR, A., CUQUERELLA, J. and MARTINEZ-JAVEGA, J.M., 2003. 1MCP treatment prolongs postharvest life of santa rosa plums. J. Food Sci., 68: 1504-1510.
- SARGIN, S. ve OKUDUM, R., 2014. Isparta ilinde soğuk hava depolarının kuruluşu, gelişimi ve gelişime etki eden faktörler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 31: 11-132.
- SHAHI, S.K., PATRA, M., SHUKLA, A.C. and DIKSHIT, A., 2003. Use of essential oil as botanical-pesticide against postharvest spoilage in *Malus pumila* fruits. Biocontrol, 48: 223-232.
- SHARMA, R.R., SINGH, D. and SINGH, R., 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biological Control, 50: 205-221.
- SINGH, H.P., BATISH, D.R., KAUR, S., RAMEZANI, H. and KOHLI, R.K., 2002. Comparative phytotoxicity of four monoterpenes against *Cassia occidentalis*. Annals of Applied Biology, 141: 111-116.

- SINGH, D. and SHARMA, R.R., 2007. Postharvest diseases of fruit and vegetables and their management. In: Prasad, D(Ed). Sustainable Pest Management, Daya Publishing House, New Delhi, India.
- SNOWDON, A.L., 1990. A color atlas of postharvest diseases and disorders of fruit and vegetables: General Introduction & Fruits. Wolfe Scientific, 302p.,FL.
- SRIVASTAVA, M.K. and DWIVEDI, U.N., 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science, 158: 87-96.
- SUGAR, D. and BASILE, S.R., 2008. Timing and sequence of postharvest fungicide and biocontrol agent applications for control of pear decay. Postharvest Biology and Technology, 49: 107-112.
- SOROUR, J. and LARINK, O., 2001. Toxic effects of benomyl on the ultrastructure during spermatogenesis of the earthworms *Eisenia fetida*. Exotoxicology and Environmental Safety, 50: 180-188.
- ŞİMŞEK, M., KAYA, M., BUSCHBELL, T., GÜNGÖR, Ö. ve TURGUT, F.Ş., 2004. 'Elma ve turuncgillerde zararlı akarlar karşı mücadelede geniş etki spektrumlu yeni nesil bir akarisit: Envidor SC 240 (Yaygın adı: Spirodiclofen)'. Türkiye 1.Bitki Koruma Kongresi Poster Bildirimi, 8-10 Eylül, Samsun.
- TAREEN, M.J., ABBASI, N.A. and HAFIZ, I.A., 2012. Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' Fruit During Storage. Scientia Horticulturae, 142: 221–228.
- TEMUR, C., 2012. Elmalarda hasat sonu çürüklüğü oluşturan *Penicillium expansum*'un ışınlama ve ışınlama+sodyum karbonat kombine uygulamasıyla engellenmesi üzerine araştırmalar. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 85s.
- TIWARI, K., JADHAV, S. and KUMAR, A., 2011. Morphological and molecular study of different *Penicillium species*, Middle-East J Sci Res, 7(1): 203-210.
- TOHMA, Ö., 2007. Çilekte salisilik asit uygulamasının tuz stresine dayanıklılık üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 61s.
- TOMPSON, D.P. and CANON, C., 1986. Toxicity of essential oils on toxigenic and nontoxigenic fungi. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 36: 527-532.
- TOSUN, N. ve TUĞRAN, C., 2011. Çim alanlarında sorun olan kök ve kök boğazı hastalığının (*Rhizoctonia solani* Kühn.) savaşımında ilaçlama programlarının etkinliğinin araştırılması, 21: 26-35.
- ÜÇÜNCÜ, Ö., 2009. Soğuk depo sistemleri. Tesisat Dergisi, (http://www.alarkocarrier.com.tr/tr/Medya/Makaleler/Makale_OUcuncu.pdf). Erişim tarihi: 26 Ekim 2016, 7s.
- VARIT, S. and SONGSIN, P., 2011. Effects of hot water treatments on the physiology and quality of 'Kluai Khai' banana. Postharvest International Food Research Journal, 18(3): 1013-1016.
- VALERO, M. and SALMERON, M.C., 2003. Antibacterial activity of essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. International Journal of Food Microbiology, 85: 73-81.
- VILANOVA, L., VINAS, I., TORRES, R., USALL, J., JAUSET, A.M. and TEXIDO, N., 2012. Infection capacities in the orange-pathogen relationship:

- Compatible (*Penicillium digitatum*) and incompatible (*Penicillium expansum*) interactions. Food Microbiol, 29: 56-66.
- VITORATOS, A., BILALIS, D., KARKANIS, A. and EFTHIMIADOU, A., 2013. Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 41(1): 86-92.
- WEI, A. and SHIBAMOTO, T., 2011. Functional (*non-flavor*) properties of flavor compounds. Food Flavors: Chemical, Sensory and Technological Properties. Ed. H. Jelen. CRC Press.
- WELKE, J.E., HOELTZ, M., DOTTORI, H., A. and NOLL, I.B., 2010. Fungi and patulin in apples and the role of processing on patulin levels in juices: A study on naturally contaminated apples, Journal of Food Safety, 30: 276-287.
- YANG, Z., CAO, S., CAI, Y. and ZHENG, Y., 2011. Combination of salicylic acid and ultrasound to control postharvest blue mold caused by *Penicillium expansum* in peach fruit. Innovative Food Sci Emerging Technol, 12(3): 310-314.
- YAYLI, N., 2013. Uçucu yağlar ve tıbbi kullanımları. 1. İlaç Kimyası Üretimi Teknolojisi Standardizasyonu kongresi, Kimyagerler Derneği, 29-31.
- YILMAZ, H.İ., 2010. Göller bölgesinde elma muhafazasında kullanılan soğuk hava depolarının yapısal yönden analizi ve en uygun depo tiplerinin geliştirilmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova/İzmir.
- ZHANG, Y., CHEN, K., ZHANG, S. and FERGUSON, I., 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 28: 67-74.
- ZHAO, Y., WANG, R., TIU, K. and LIU, K., 2011. Efficacy of preharvest spraying with *Pichia guilliermii* on postharvest decay and quality of cherry tomato fruit during storage african journal of biotechnology, 10(47): 9613-9622.
- ZHENG, Y. and ZHANG, Q., 2004. Effects of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of 'Ponkan' mandarin. Acta Hort, 632: 317-320.
- QIN, G.Z., TIAN, S.P., XU, Y. and WAN, Y.K., 2003. Enhancement of biocontrol efficacy of antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. Physiol Mol Plant Pathol, 62: 147-154.
- XIAO, C.Q., CHI, R.A., LI, X.H., XIA, M. and XIA, Z.W., 2011. Biosolubilization of rock phosphate by three stress-tolerant fungal strains. Appl. Biochem, Biotechnol., 165: 719-727.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Mine KURT
Uyruğu T.C
Doğum Yeri ve Tarihi DİYARBAKIR-06.03.1988
Telefon 05459015387
Faks
e-mail KrtMine@outlook.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe/İl	Bitirme Yılı
Lise	Güler Şevki Özbek Lisesi	Bağlar/Diyarbakır	2005
Üniversite	Adıyaman Ün. Meslek Yüksek Okulu Gıda Teknolojisi bölümü	Merkez/Adıyaman	2010
Üniversite	Harran Ün. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü	Haliliye/Şanlıurfa	2015
Yüksek Lisans	Harran Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı	Haliliye/Şanlıurfa	2019

UZMANLIK ALANI: Bitki Koruma

YABANCI DİLLER: İngilizce