T.C

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELMALARDA SICAK SU UYGULAMASININ *Penicillium expansum*'un KONTROLÜNE ETKİSİ

Remziye KALGI

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Doç.Dr. Murat DİKİLİTAŞ danışmanlığında Remziye KALGI'nın hazırladığı **'Elmalarda sıcak su uygulamasının *Penicillium expansum'* un kontrolüne etkisi** konulu bu çalışma 17/04/2019tarihinde 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. Sibel DERVİŞ	……
Üye	:Prof.Dr. Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR	……..

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

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

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 DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1.Materyal 11
3.1.1. Deneyde kullanılan elma çeşitleri 11
3.1.2. Deneyde kullanılan fungal materyal 11
3.2. YÖNTEM 12
3.2.1. Elma meyvelerinin uygulanmaya hazırlanması 12
3.2.2. Deneyde kullanılan uygun sıcaklığın belirlenmesi 13
3.2.3. Fungus inokulumu (*İn vitro* testler) 13
3.2.4. Elma meyvelerinin inokulasyonu 14
3.2.5. Fungusların yetiştirilmesi 14
3.2.6. Slope Agar 15
3.2.7. Deneme planı 16
3.2.8.Enfeksiyon sonrası analizler 17
3.2.8.1. Meyve Ağırlığı (g) 17
3.2.8.2. Meyve Çapı (cm) 18
3.2.8.3. pH 18
3.2.8.4. % Meyve çürüklüğünün saptanması 18
3.2.8.5. Brix (Sudaçözünen katı madde içeriği) 19
3.2.8.6. Meyve Sertliği 19
3.2.8.7. TA (Titre Edilebilir Asitlik) 20
3.2.8.8. Lezyon Ölçümü 20
3.2.8.9. Red Green Blue (RGB) renk indeksi 20
3.2.8.10. Potasyum iyodür (KI) starch 21
3.2.8.11. Meyvelerde simptom indeksi 21
3.2.8.12. Lentisel ölçümü 22
3.2.8.13. Fungus sporlarının çimlenmesi 22
3.2.9. İstatistiksel analizler 23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 24
4.1. Araştırma Bulguları 24
4.1.1.Uygun sıcaklık değerinin bulunması 24
4.1.2. Enfeksiyon sonrası analizler 25
4.1.2.1. Meyve ağırlığı 25
4.1.2.2. Meyve çapı 27
4.1.2.3. Simptom indeksi 28
4.1.2.4. Meyve çürüklüğü 30
4.1.2.5. Lezyon çapı 31
4.1.2.6. KI starch 33
4.1.2.7. Lentisel ölçümü 34
4.1.2.8. RGB (Red Green Blue) renk indeks 34
4.1.2.9. Meyve sertliği 36
4.1.2.10. BRİX (Toplam çözünen katı madde içeriği) 37
4.1.2.11. Meyvelerin pH içeriği 39
4.1.2.12. Titretable asit (TA) 40
4.1.2.13. Fungus sporlarının çimlenmesi 40

Sayfa No

4.2. Tartışma 41
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 46
5.1. Sonuçlar 46
5.2. Öneriler 46
KAYNAKLAR 48
ÖZGEÇMİŞ 52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELMALARDA SICAK SU UYGULAMASININ*Penicillium expansum*'un KONTROLÜNE ETKİSİ

Remziye KALGI

Harran Üniversitesi
Fenbilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ
YIL:2019, Sayfa:62

Hasat sonrasında depolanmış ürünlerde oluşan çürümeleri engellemek için kimyasal uygulamalar yapılmaktadır. Ancak uygulanan kimyasal maddeler insan sağlığı ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Son zamanlarda kimyasal uygulamaların dozunun azaltılarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu durum ekstra ilaçlamalara yol açtığından bir başka sorun olarak bize dönmektedir. Dolayısı ile alternatif yöntemlerin bulunması zorunluluk haline gelmiştir. Sıcak su uygulaması çimlenmekte olan fungal ve bakteriyel sporların çimlenme hızlarını yavaşlatma ve aktivitelerini kısmen inhibe etme veya doğrudan inhibe etme özellliğine sahiptir. Bu çalışmada, Red Delicious ve Granny Smith elma meyveleri *Penicillium expansum* fungusu ile yara dokusundan inokule edilmiş, inokulasyon öncesi veya inokulasyon sonrası sıcak su (55°C) ile 3 dakika süre ile muamele edilmiş, meyveler 1 ay boyunca soğuk ortamda (4°C) muhafaza edilmişlerdir. Sıcak su uygulamasının fungal gelişimi ve sporulasyonu kısmen de olsa inhibe ettiği *in vitro* testler ile belirlenmiştir. Sıcak su uygulamasının asıl etkinliğinin konukçu dokunun yapısını ve kalitesini bozmadan dayanıklı hale getirdiği ve patojen penetrasyonu için konukçuyu elverişsiz hale getirdiği belirlenmiştir. Sıcak su uygulaması patojen inokulasyonundan 24 saat önce yapıldığında konukçu dokunun daha iyi korunduğu ancak patojen inokulasyonundan sonra yapıldığında ise enfeksiyon şiddetini azaltmadığı görülmüştür. Sıcak su uygulaması meyvelerde brix derecesinin artmasını engellediğinden ve nişastanın şekere dönüşümünü geciktirdiğinden patojen penetrasyonu engelleme kabiliyetine sahip bulunmuştur. Bu yöntem, diğer kimyasal yöntemler ile birlikte kullanıldığında onların konsantrasyonunu düşürecek etkiye sahip olduğu gibi sıcak su uygulamasının etkinliği arttırılarak daha verimli hale getirilebilecek potansiyele sahiptir.

ANAHTAR KELİMELER: Elma, *penicillium expansum*, hasat sonrası hastalıklar, depo hastalıkları, sıcak su uygulamaları

ABSTRACT

MSc.Thesis

EFFECT OF HOT WATER APPLICATIONS IN CONTROL OF *Penicillum expansum*ON APPLE FRUITS

Remziye KALGI

Harran university
Graduate School of Natural and Applied sciences
Deparment of Plant Prodection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Murat DİKİLİTAŞ
Year:2019, Page: 62

Chemical applications have been made to prevent the decay in postharvest products. However, applied chemicals have negative impacts on human health and the environment. Recently, low doses applications of chemicals have been adviced, however, this has returned us another problem due to more application of chemicals. Therefore, finding alternate ways have been compulsory. Hot water application has able to reduce the velocity of fungal and bacterial sprolations and partly or fully inhibit the activity of those pathogenic agents. In this study, Red Delicious and Granny Smith apple varieties were inoculated via wounds with *Penicillium expansum* fungus before and after hot water (55°C) treatments with 3 minutes period, then the fruits were stored at cold (4 °C) for a period of 1 month. It was determined that hot water treatment partly prevented the mycelial development and fungal sporulation after *in vitro* tests. Hot water application increased the defensive structure of the host without disrupting the quality characterisitics of the fruits and made the host unavilable for penetration of the fungus. It was observed that hot water application 24 h before pathogen inoculation protected the host better than that of application followed by the pathogen inoculation, which did not improve the severity of the symptoms. Since hot water application inhibited the increase of brix degree and delayed the transformation of starch to sugar it prevented the pathogen penetration. This method when combined with other chemical methods would have potential to decrease the concentrations of chemicals and the efficacy of this method could be more productive if its effects are to be increased.

KEY WORDS: Apple, *penicillium expansum*, post harvest diseases, stored fruit diseases, hot water treatments.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusu seçimi, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında bana yardımcı olan bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, araştırmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. Murat DİKİLİTAŞ'a teşekkür ederim.

Tez yapım aşamam süresinceyardımcı olan doktora öğrencilerinden Havva GÜMÜŞ'e teşekkür ederim. Her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Elma meyvelerinin %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmesi, Granny Smith soldaki; Red Delicious sağdaki meyveler 12
Şekil 3. 2. Dezenfekte edilen elma meyvelerinin oda sıcaklığında kurutulması 12
Şekil 3. 3. Sıcak su banyosu 13
Şekil 3. 4. Elma meyvelerinin hassas terazide ağırlıklarının tartılması(g) 17
Şekil 3. 5. Elma meyvelerinin mezure ile çaplarının ölçülmesi(cm) 18
Şekil 3. 6. Refraktometre ile Brix ölçümü 19
Şekil 3. 7. Penetrometre ile meyve eti sertiliği ölçümü 19
Şekil 3. 8. Titretable asit ölçümü 20
Şekil 3. 9. Potasyum iyodür ile nişasta şeker durumlarının belirlenmesi 21
Şekil 3. 10. lentisel sayısı ölçümü (1cm'lik alanda) 22
Şekil 4. 1. Yüksek sıcaklık derecelerindeki sıcak su uygulamasının meyve yüzeyinde oluşturduğu yanıklık 24
Şekil 4. 2. Sıcak su uygulamasının fungus gelişimi ve meyve yüzeyinde oluşturduğu yanıklık 25
Şekil 4. 3. Uygulamalardan 4 hafta sonra meyvelerin genel görüntüleri 30
Şekil 4. 4. KI yöntemi ile sıcak su uygulama sonrası nişasta şeker durumlarının gösterilmesi 33
Şekil 4. 5. KI ile sıcak su uygulama öncesi nişasta şeker durumların gösterilmesi 33
Şekil 4. 6. Red Delicious elma çeşidinde görülen renk değişimleri 35
Şekil 4. 7. Granny Smith elma çeşidinde görülen renk değişimleri 36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Patates Dekstroz Agar (PDA) 14
Çizelge 3. 2. Czapek Dox Ortamı (Değiştirilmiş) 15
Çizelge 4. 1. Red Delicious elma çeşitlerinin 0-,1-, 2-, 3-, 4.haftalardaki meyve ağırlıkları 26
Çizelge 4. 2.Granny Smith elma çeşitlerinin 0-,1-, 2-, 3-, 4.haftalardaki meyve ağırlıkları 27
Çizelge 4. 3. Red Delicious elma çeşitlerinin 0-, 1-, 2-, 3., 4. haftalardaki meyve çap değerleri..... 28
Çizelge 4. 4. Granny Smith elma çeşitlerinin 0-, 1-, 2-, 3-, 4. haftalardaki meyve çap değerleri..... 28
Çizelge 4. 5. Red Delicious elma çeşitlerinin farklı uygulamalar sonucu 0-,1-,2-,3- ve 4.haftalardaki simptom indeks değerleri 29
Çizelge 4. 6. Granny Smith elma çeşitlerinin farklı uygulamalar sonucu 0-,1-,2-,3- ve 4.haftalardaki simptom indeks değerleri 29
Çizelge 4. 7. Granny Smith çeşidinin 0-,1-, 2-, 3-, ve 4.haftalarda hesaplanan % meyve çürüklüğü değerleri..... 30
Çizelge 4. 8. Red Delicious çeşidinin 0-,1-, 2-, 3 ve 4.haftalarda hesaplanan % meyve çürüklüğü..... 31
Çizelge 4. 9. Red Delicious elma meyvelerinin farklı uygulamalar sonucu 0., 1., 2., 3., 4. haftalardaki lezyon çapındaki değişimler 32
Çizelge 4. 10. Granny Smith elma meyvelerinin farklı uygulamalar sonucu 0-, 1-, 2-, 3-, 4. haftalardaki lezyon çapındaki değişimler 32
Çizelge 4. 11. Elma meyvesinde görülen ortalama lentisel sayısı..... 34
Çizelge 4. 12. Red Delicious elma meyvelerinde meyve eti sertliği 36
Çizelge 4. 13. Granny Smith elma meyvelerinde meyve eti sertliği 37
Çizelge 4. 14. Red Delicious elma meyvelerinde BRİX değerleri 37
Çizelge 4. 15. Granny Smith elma meyvelerinde BRİX değerleri 38
Çizelge 4. 16. Red Delicious elma meyvelerinde pH değerleri..... 39
Çizelge 4. 17. Granny Smith elma meyvelerinde pH değerleri..... 39
Çizelge 4. 18. Red Delicious elma meyvelerinde TA değerleri 40

SİMGELER DİZİNİ

µl	Mikrolitre
HWT	Sıcak su uygulama
PDA	Patates Dektroz Agar
PDB	Patates Dektroz Broth
TA	Titretable Asit
g	Gram
L	Litre
ppm	Milyonda bir kısım (Parts per million)
°C	santigrad derece
mg	Milligram
%	Yüzde
SÇKM	Suda çözünebilen kuru madde
RGB(L, a, b)	Meyve kabuk eti rengi
KI	Potasyum iyodür

1. GİRİŞ

Elma, çok eski yıllardan beri yetiştirilen ılıman iklim meyvelerinden biridir ve kültürü milattan öncesine kadar uzanmaktadır (Burak ve ark., 1994). Elma Rosaceae familyasının *Malus* cinsine ait bir türdür. Dünya üzerinde elmanın anavatanı olarak kabul edilen Doğu Asya, Orta Asya, Batı Asya-Avrupa ve Kuzey Amerika bölgelerinde doğal olarak yetişen 30 kadar türü bulunmaktadır. Karadeniz bölgemizin iç kısımları ve Toros'lar elmanın doğal yayılma alanlarıdır. Günümüzde elma kuzey ve güney yarım kürenin ılıman iklime sahip bölgelerine dağılmış durumdadır (Özbek, 1978). Elma yetiştiriciliği ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yapılmaktadır. Türkiye'de meyve üretiminin % 23.9'unu yumuşak çekirdekli meyveler oluşturmaktadır. Bu toplam meyve üretiminin % 83.7'sini elma üretimi oluşturmaktadır. Son yıllarda büyük boyutlarda tesis edilen bodur ve yarı bodur anaçlı elma bahçelerinin kurulması ile bu üretimin daha da artacağı düşünülmektedir (Burak ve ark., 2003).

Anadolu, elmanın anavatanı olan bölgeler içinde yer almaktadır. Kültür elması Anadolu'nun her tarafına yayılmıştır. Elma kültürüne İç Anadolu'da akarsuların sert hava akımlarına karşı korunmuş nemli vadilerinde, Doğu Anadolu'da ise 100-1200 m yüksekliklerde rastlanmaktadır. Geçit bölgelerimizde çok önemli elma üretim bölgeleri arasında yer almaktadır (Özbek, 1978). Gülgillerden olan elma ağacı en çok dikilen ağaç türleri arasındadır. Türkiye'de hatta dünya genelinde en çok tüketilen meyve olan elmanın 25 türü ve 6500 çeşidi bulunmaktadır. Elma çeşitleri genellikle kendine kısır bir yapıya sahiptir. Yani kendi çiçekleri ile döllenen bir yapısı yoktur. Bu kısırlık çeşitlere göre tam kısır ya da kısmi kısırdır. Kendi kendine döllenebilenlerde bile yabancı döllenme yolu ile meyve elde edilirse bu meyveler daha kaliteli olacaktır. Bu nedenle elma bahçesi kurulurken dikkat edilmesi gereken bu döllenmeyi sağlayacak güzel bir çeşit karışımın uygulanmasına özen gösterilmesidir. Elma, iklimsel bir neden olmadığı sürece birçok yörede rahatça yetişebilmektedir. Boyutu 7-8 m'ye kadar erişebilen elma ağaçlarının, türe bağlıolarak koyu gri tondan pembe tona kadar farklı renkler gösterebilen, silindirik

biçimde düzenli bir gövde yapısına sahiptir.

Elma, beslenme ve sağlık açısından faydalı bir meyvedir. Yapısında %85 su, % 12 şeker, bulunan elmada ayrıca pektin, organik asitler, soda, fosfor, tanen, potasyum ile A, B1, B2, C ve E vitaminleribulunmaktadır. Düzenli şekilde elma tüketen insanların % 50'den fazlasında, kolesterolün%10'unun üzerinde düşüş gösterdiği yapılan araştırmalar ortaya koymaktadır. Taze meyve, meyve suyu, elma sirkesi ve elma kabuğu olarak tüketilebilmektedir. Elmanın, idrar söktürücü, karaciğer salgısını arttırıcı, sinir ve kasları kuvvetlendirici, hazımsızlığı giderici gibi etkileri de bulunmaktadır (Temur, 2012).

Hasat sonrası ürünlerde görülen hastalıklar, farklı etmenlerden oluşmaktadır. Bunlar; besin elementi eksikliği yanında fazlalığı ve ürünün korunduğu koşulların sıcaklığı, nemi, fiziksel ve kimyasal yaralanmaları ile biyotik etmenlerden oluşmaktadır. Bu biyotik etmenlerin büyük bir kısmını funguslar oluşturmaktadır. Funguslar ürün gelişme döneminde iken kutikula ve epidermisi delerek, stoma, lentisel veya çeşitli yaralardan girerek enfeksiyona neden olurlar. Bu funguslar hasat sonrası ürünlerde kaliteyi düşürüp raf ömrünü kısaltmaktadır. Bu da önemli derecede kayıplara neden olmaktadır (Benli, 2003). Granny Smith elma çeşidi son yıllarda hem pazar isteği, hem de hasat sonrası muhafazasında üreticilere yüksek kazançlar sağlayan ve bu nedenle üretimi artan çeşitler arasındadır (Dündar ve ark., 2007).

Granny Smith elma ağacı kuvvetli ve dik büyümektedir. Soğuklama isteği orta düzeydedir. Meyvesi iri, uzun, koniktir. Kabuk rengi yeşil, geç hasat edildiğinde sararabilir. Ülkemizde güneş ışığı şiddetinin düşük olduğu Karadeniz Bölgesi için idealdir. Daha iç ve güney kesimlerde yetiştiriciliği yapıldığında, orijinal yeşil kabuk rengini elde etmek için örtü sistemi gibi değişik önlemlerin alınması gerekmektedir. Depolanması uzundur fakat vaktinden önce hasat edilmemelidir. Depoda kabuk yanığına hassastır. Eğirdir koşullarında Ekim ayı ortasında olgunlaşmaktadır. Tozlayıcısı olarak Golden Delicious ve Jonathan çeşitleri kullanılabilir. Red Delicious elma çeşitleri 1881 yılında tesadüfen çöğür olarak bulunmuştur. Tadı hoş bir mayhoşluğa sahiptir. Meyve eti gevrek ve suludur. Meyve eni 80 mm ve ağırlığı

240 gramdır. Karalekeye hassas olup ateş yanıklığına dayanıklıdır. Tozlayıcısı Golden Delicious'tur (Anonim, 2017).

Funguslar 45.000 çeşidi ile içlerinde çok çeşitli hastalık etmenlerini taşıyan organizmalardır. Funguslar kendi besin maddelerini kendileri sentezleyemedikleri için, beslenmeleri heterotrof canlılardır. Funguslar yıkıcı ve zayıflatıcı hastalıklar oluşturmaktadır. Bitkilere zarar verdiği zaman bitkide verim ve kaliteyi düşürücü yönde etkili olurlar. Hasat sonrası depolanmış ürünlerde önemli kayıplara neden olan *P. expansum*'un geniş bir konukçu kitlesi mevcuttur. Birçok saprofit *Penicillium* türleri meyve içine yaralardan girerek depolanmış ürünlerde çürümelere neden olmaktadır (Miedes ve Lorences, 2006). Meyveler üzerinde bulunan hücre duvarları önemli bir fiziksel engel olmasına rağmen, *P.expansum,*doku derinliklerine hücre duvarında bulunan pektin ve hemiselüloz gibi maddeleri parçalayarak ilerleyebilirler. Bu yapılar, birçok enzimin kombine çalışması sayesinde daha hızlı parçalanmaktadır (Lahlali ve ark., 2005). Bakteriyel ve fungal büyümeyi azaltarak ürünler üzerindeki etkisini en az düzeye indirmek bitki koruma açısından önemli bir stratejidir. Bu nedenle kimyasal ürünler kullanmanın yerine diğer uyarıcılarında kullanımı önemli yer tutmaktadır.

Türkiye'de meyve ve sebzelerde depolama son yıllarda önem kazanmaya başlamış ve bu konudaaraştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonuçlarının pratiğe aktarılması ile hem üretici malını değerine satabilecek hem de tüketiciler mevsimin dışında pazarda kaliteli ürün bulabileceklerdir. Depolanan yaş meyve ve sebzeler içerisinde en büyük payı yaklaşık 230000 ton ile elma almaktadır (Dündar ve Özkaya 2007).

Hastalık etmenleriyle mücadele etmek için birçok metot bulunmasına rağmen, kimyasal mücadele büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla kullanılan fungisitler hasat sonrası kayıpların engellenmesinde önemli rol üstlenmesine rağmen (Singh ve Sharma, 2007), kimyasal madde uygulamaları insan sağlığı ve çevrekirliliği bakımından büyük sorunlara neden olmaktadır.

Bu nedenle son yıllarda özellikle Avrupa Topluluğu ülkeleri başta olmak üzere ihraç ürünlerinde kimyasal kalıntı kesinlikle istenmemektedir. Hasat sonrasında uygulanan kimyasallarınyerini alabilecek fiziksel uygulamalar önem kazanmıştır. Bu fiziksel uygulamalardan sıcaklık uygulamaları hasat sonrasında meyve, sebze veçiçekleri dezenfekte etmek amacı ile kullanılmaktadır. Sıcak su uygulamaları zararlı dezenfektesinde, mantarsal bozulmalar ve soğuk zararlarını önlemede de önemli sonuçlar elde edilmiştir (Klein ve Lurie, 1991; Dündar ve Özkaya, 2007., Yıldız ve ark., 2015).

Sıcaklık uygulamaları sıcaksu, sıcak hava ve sıcak buhar olmak üzere üç şekilde uygulanmaktadır. Sıcak su uygulamaları ise sıcak suya daldırma ve sprey şeklinde uygulanabilir. Ayrıca meyve sebzelerin kabukları arasında veya üzerindeki mantarsal sporlar ve görünmeyen enfeksiyonların neden olduğu bozulmalarda da etkili olduğu belirtilmiştir (Lurie ve Klein, 1992; Lurie ve ark., 1995; Lurie,1998; Kirpi ve ark., 2010). Sıcak su uygulamalarının alternatif uygulamaolması dışında depolanmış ürünlerde oluşabilecek kabukkararması gibi bazı fizyolojik bozulmaları daönleyebileceği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Sıcak su muamelelerinin sıcaklığın transferinde sıcak hava muamelelerinden daha etkili olduğu belirtilmiştir (Shellie ve Mangan, 1994, Karabulut ve ark.,2005; Sotome ve ark., 2009). Bu yöntem gerek pratik olarak kullanılabilme açısından gerekse geniş konukçu dizisinde başarı bulma açısından ön plana çıkmaktadır. Hasat sonrası hastalıklara karşı başarı ile kullanılan sıcaklık uygulamalarının hasat edilen ürünlerde özellikle karantinaya tabi böcekler ile mücadelede de kullanıldağına ilişkin örneklerin bulunması konunun önemini daha da arttırmaktadır (Klein ve Lurie,1991; Hara ve ark.,1996; Shellie ve Mangan, 1996). Sıcak su uygulaması ile fungal ve bakteriyel sporların çimlenme kabiliyeti düşürülmekte ve aktiviteleri kısmen inhibe edilmektedir. Bu sayede hasat edilmiş ürünlerdemevcut bulunan inokulum miktarı azaltılmakta ve çürüme oranları düşürülmektedir. Sıcak su muameleleri aynı zamanda kitinaz ve glukanaz gibi enzimsel proteinlerin üretimini uyarmakta, hücre duvarını hidrolize eden enzimlerin sentezini engelleyerek konukçu dokuda önceden oluşmuş antifungal bileşiklerin parçalanma hızını yavaşlatmaktadır (Karabulut ve ark., 2005; Maxin ve ark., 2012).

Üretim sektöründe özellikle de organik tarımda hasat sonrası hastalıklarla mücadelede yeni hasat edilmiş elma meyvelerinin uzun süreli depolanabilmesi için sıcak suya daldırma işlemi önemli bir strateji kaynağıdır (Schirrave ark., 2000; Maxin ve ark., 2006). Batı Avrupa'nın hafif nemli ikliminde görülen depo çürüklüklerinin % 50'sinden fazlası çoğunlukla '*Gloeosporium perennans*' diye adlandırılan *Neofabraea perennans* ve '*Gloeosporium album*' diye adlandırılan *N. alba* tarafından, daha sonra da Güney Avrupa'da baskın olan türler tarafından meydana getirilmiştir (Weber, 2009). *Neofabraea* spp. türlerine karşı sıcak suya daldırma işleminin etkinliği hakkında çok sayıda denemelerin yapıldığı belgelenmiştir (Burchill, 1964; Trierweiler ve ark., 2003; Maxin ve ark., 2005; Neri ve ark., 2009). *Botrytis cinerea* tarafından neden olunan gri küf durumunda; bu fungusun depolama boyunca meyveden meyveye yayılması dolayısıyla enfeksiyon kolonileri üretimi yeteneği sebebiyle bu fungus için sıcak suya daldırma işlemi denemelerini değerlendirmek zordur. Ayrıca *B. cinerea* sağlam meyvenin yanı sıra hem hasat öncesi (örneğin, çiçeklenme sonu çürüklüğü) enfeksiyon yaralanmalarına hem de hasat sonrası enfeksiyon yaralanmalarına neden olabilmektedir (Tronsmo ve Raa, 1977; De kock ve Holz, 1992).

Sıcak su uygulamalarını takiben değişik sonuçlar üretebilen bir diğer fungus da mavi küf patojeni *P. expansum'*dur (Spotts ve Chen, 1987; Fallik ve ark., 2001; Spadaro ve ark., 2004; Amiri ve Bompeix, 2011). *P. expansum*'un elmalar sıcak suya daldırıldıktan sonra bile depolama süresince elma meyvesinde tipik enfeksiyonlarmeydana getirebilmektedir (Amiri ve Bompeix, 2011). Ayrıca fungusun, sıcak suya daldırma işlemi sırasında yüksek bir sıcaklık toleransına sahip olabileceği düşünüldüğünden sporlarının hayatta kalabileceği yönünde çalışmalar yapılmıştır (Pierson, 1968; Baldy ve ark., 1970; Maxin ve ark, 2012). *P. expansum* depo çürüklüğü oluşumu; inokulum bulunma durumuna, depolama koşullarına ve meyve yüzeyinde mekanik zararlara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Amiri ve Bompeix, 2005).

Pestisitlerin bilinçsizce ve aşırı dozda kullanımı; insan ve çevre sağlığını tehdit etmekte, doğal dengeyi bozarak doğal düşmanlar ile diğer faydalıların ölümüne yol

açmaktadır. Ayrıca, ikinci derecede öneme sahip zararlıların ana zararlı durumuna geçmesine neden olmakta, zararlılarda direnç ve ürünlerde kalıntı problemi gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir (Kovancı ve Pehlevan, 2013).

Çalışmada, elmalarda kullanılabilecek uygun sıcaklık derecesinin tespit edilerek, bundan sonra konuyla ilgili yapılacak araştırmalarda Türkçe kaynak olarak faydalı olunması amaçlanmaktadır. Ayrıca uygun sıcaklık derecesini belirleyerek, bu sıcaklık derecesini enfeksiyon öncesi ve enfeksiyon sonrası elma meyvelerinde tedavi edici özelliğinin olup olmadığını belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hasat sonrası ürünlerde çürüklüğe neden olan etmenlerin başında *Penicillium* gibi saprofit funguslar gelmektedir. Bu funguslar dokulara lentisel adı verilen kanallardan ve yaralardan girerek zarar oluştururlar. Konukçuları üzerinde çıkardıkları hücre dışı enzimler de meyvelerin kalite ve kantitesinde önemli kayıplara sebep olmaktadırlar (Ajayi ve Olasehinde, 2009). Hasat sonrasında uygulanan kimyasalların yerini alabilecek veya dozunu azaltabilecek çevre dostu uygulamalar (sıcak su, sıcak hava ve sıcak buhar) önem kazanmıştır.

Özkaya ve Dündar (2007), Granny Smith elma çeşidinde hasat sonrası ilaç kalıntısını minimum düzeye indirmek amacıyla, sıcak su uygulaması yapmışlardır. Granny Smith elmalarını 2, 4 ve 8 dakika sürelerde 38°C'lik sıcak suya daldırdıktan sonra 1°Cve %85-90 oransal nemde muhafaza etmişlerve çalışma sonucunda 2 ve 4 dakika sıcak su uygulamasının Granny Smith elma çeşidinin muhafazasında olumlu etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Yıldız ve ark. (2015), Trabzon hurması meyvesinde sıcak su uygulamasının soğukta muhafazası üzerine etkilerini araştırmışlardır. Meyvelere 10 dakika süreyle 20-, 50-ve 55ºC'lik sıcak suya daldırmışlar daha sonra kontrol grubu muamelesiyle birlikte 0ºC sıcaklıkta ve % 85 - 90 oransal nemde 4 ay muhafaza etmişlerdir. Muhafaza sürecinde birer aylık aralıklarla aldıkları meyve örneklerinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir toplam kuru madde, meyve kabuk eti rengi (L*, C* ve hº) ve görünüşte; mantarsal ve fizyolojik bozulmalar saptamışlardır. Ayrıca, muhafaza sürecinde meyve eti sertliğinde azalmalar, ağırlık kaybında ise artışlar görmüşlerdir. 4. ayda mantarsal bozulmalar görülürken, fizyolojik bozulmaların görülmediğini vurgulamışlardır. Sonuç olarak; uyguladıkları sıcak su uygulamalarından 50 ºC ve 55 ºC'de 10 dakika uygulamalarının başarılı sonuçlar verdiğini ve Trabzon hurması meyvelerinin 4 ay başarıyla depolanabileceğini saptamışlardır.

Varit ve Songsin (2011), muz meyvelerine uyguladıkları sıcaklık uygulamasında 45°C'deki sıcak su içinde 5, 10 ve 15 dakika, 50 °C'deki sıcak su içinde ise 10 dakika bekletmişlerdir. Sıcak su uyguladıkları bu meyveleri 25 °C'de 30 dakika su içerisine daldırarak soğutmuşlardır. Soğuttukları meyveleri daha sonrasında oda sıcaklığında inkübe etmişlerdir. Araştırmacılar, çalışmaları sonucunda kabuktaki renk değişiminin geciktiğini, depolamada meyve sertliğinin korunduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca; 50 °C'deki uygulamada katalaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitelerinin artmasıyla muzların depolama ömrünün uzadığını, meyvenin solunum hızının ve klorofil bozulmasının azaldığını saptamışlardır.

Fallik ve ark. (1995), sıcak su uygulaması ile elma meyvesine inokule edilen *P. expansum* sporlarının çimlenme kapasitesini düşürmüşler, elma dokusundan izole ettikleri*P.expansum'*un PDA ortamında gelişme gösterdiğini, ancak gelişme hızlarının yavaşladığını, hiflerinin ise kısa ve kalın olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçların, konukçu bitki dokusunda kalıcı şok etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu fizyolojik olayın, ısıtılan bitki dokusundan ekstre edilen sıvının PDA ortamına ilave edilmesi sonucu, besi yerine inoküle edilen fungusun gelişiminin engellenmesi ile daha da kuvvetlendiğini vurgulamışlardır.

Maxin ve ark. (2012), Elstar elma çeşidinde *Neonectria galligena, Botrytis cinerea ve P. expansum* funguslarının neden olduğu çürümelere karşı kimyasal kullanmadan 32 – 70°C aralığında sıcak suya daldırma işleminifungus inokulasyon öncesi ve sonrasında uygulamıştır. Elma meyvelerini ve saf spor süspansiyonlarını 32 – 70°C aralıklarında sıcak su banyosunda 3 dakika bekletmişve meyveler daha sonra 2 °C'de, fungus sporları ise 20 °C'de inkübe edilmiştir. Elma meyvelerindeki çürümeler 50°C civarındaki sıcaklık uygulaması ile önemli derecede azalmıştır. Ancak, 52 ºC'nin üzerindeki sıcaklık uygulamaları ise fungus sporlarının gelişimini azaltırken elma yüzeyinde ciddi derecede renk kaybına ve yanıklıklara neden olmuştur. Sonuç olarak, 52 °C sıcak su uygulamasının depolanmış elma meyveleri ve fungus sporlarının gelişimi üzerinde olumlu etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Zong ve ark. (2010), sıcak su uygulamasını, domates meyvesinde, iki maya antagonisti *Pichia membranaefaciens* ve *Candida guilliermondii'nin B. cinerea* kontrolü için ayrı ayrı incelemişler ve domateste doğal enfeksiyon oluşturmak amacı ile 20ºC'de depolamışlardır. Araştırmacılar, ayrı ayrı uygulamış oldukları sıcak su uygulamalarının ve antagonistlerin *B. cinerea*'nın neden olduğu doğal enfeksiyon ve çürümeleri inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Antagonistlerin ve sıcak su uygulamakombinasyonunun daha etkin bulunduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak; sıcak su uygulamasının, domateste antagonist organizmaların biyokontrol etkinliğini arttırarak biyokimyasal savunma sisteminin gelişmesine yardımcı olduğunu, ayrıca; antagonistik maya ve sıcak su uygulaması kombinasyonunun domates meyvelerinde hasat sonrası hastalıklardan korumak için yarar sağlayabilecek bir yöntem olabileceğini vurgulamışlardır.

Gonzales ve ark. (1997), hasat sonrası Fortune mandarinlerinde 44 °C'de 3, 9 ve 15 dakika; 47 °C'de 3, 6 ve 9 dakika; 50 °C ve 53 °C'de 3'er dakika sıcak su uygulaması yapmışlardır. Sıcaklık uygulamasından sonra meyveleri 2°C ve 12°C'de 45 gün inkube etmişlerdir, 2 °C'de depolanan, 47 °C'de 6 dakika ve 53 °C'de 3 dakika sıcak su uygulamaları yaptıkları meyvelerde önemli derecede soğuk zararının azaldığını ve 12 °C'de depolananlarda ise soğuk zararının olmadığını bildirmişlerdir.

BenYehoshua ve ark. (1998), turunçgillerde 51 °C ve 53 °C'lerde 1-2 dakika sıcak su uygulamalarının değişik turunçgil çeşitlerinde soğuk zararına duyarlılığını ve çürümeleri azalttığını belirtmişlerdir. Ancak, çok yüksek sıcaklıkların veya çok uzun süreli daldırma periyodunun fitotoksiteye neden olduğunu da söylemişlerdir. Ayrıca, zararın başlangıcının çeşitlere, iklimeve farklı koşullara göre değiştiğini de önemle belirtmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak, sıcak su uygulamalarının hasat sonrası kullanılan değişik fungisitlerin azaltılmasını ve bir müddet sonra bırakılmasını sağladığını ve böylece fungusitlerin çevre kirletme potansiyelinin minimuma ineceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, sıcak su uygulamalarının etki mekanizmasının; patojenlerin engellenmesi, soğuk toleransının artması ve patojenlere karşı meyvenin dayanıklılığı ile ilişkili olduğunu da vurgulamışlardır.

Sıcak su uygulamasının hasat sonrası etkilerinin araştırılıdığı çalışmalarda; klimakterik etki gösteren meyvelerin olgunlaşmasında meyve etinin yumuşaması, SÇKM (Suda çözünebilen kuru madde) oranının artması, renk değişiminin hızlanması, solunum aktivitesi ve etilen üretiminin artması gibi bazı olgunluk karekteristiklerinin, 20°C'de sıcak su uygulanmayan meyvelerden daha uzun süre korunduğunu bildirmişlerdir (Lurie ve ark., 1992; Woolf, 1997).

Özcan ve ark. (2017), kestane meyveleri muhafazasında 45°C, 50°C ve 55°Csıcak suda 30 dakika inkube etmişlerdir. Araştırma sonucunda 45°C 30 dakika sıcak su uygulamasının meyve kalite parametreleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu saptamışlardır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde pestisitlerin aşırı dozda kullanımı insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemekte, doğal dengeyi bozmaktadır. Tüm bu kriterler göz önüne alındığında; hem insan sağlığının bozulmasını ve çevre kirliliğini önlemek hem de ihracatta aktif olabilmek için ülkemizde bu tür uygulamalara gereksinim olduğu anlaşılmaktadır. Üretimi artmakta olan elma meyvelerinin hasat sonrasında farklı sürelerde sıcak suya daldırılması ve bu uygulamanın muhafaza üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hasat sonrası ürünlerdekimyasal kullanmadan sıcak su uygulamaları ile daha uzun süreli depolama ve sağlıklı bir şekilde muhafaza etmede başarılı sonuçlar elde eden çalışmalar yapılmıştır.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1. Deneyde kullanılan elma çeşitleri

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışmada elma meyveçeşitleri, Granny Smith ve Red Delicious, bahçeden hasat sonrası temin edilmiştir. Elma meyvelerinin düzgün yüzeye sahip, yara ve enfeksiyon içermemesine dikkat edilmiş, uniform yapıda elma meyveleri kullanılmıştır.

3.1.2.Deneyde kullanılan fungal materyal

Fungal materyal olarak *Penicilliumexpansum* fungusu kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1.Elma meyvelerinin uygulanmaya hazırlanması

Çalışmada kullanılan elma meyveleri (Granny Smith ve Red Delicious) hasat sonrası %2'lik sodyum hipoklorit ile 10 dakika sterilize edilikten sonra saf su ile yıkanarak sonra oda sıcaklığında steril kurutma kağıtları üzerinde kurutularak inokulasyon için hazır hale getirilmişlerdir (Şekil 3.1ve 3.2).



Şekil 3. 1. Elma meyvelerinin %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmesi, Granny Smith soldaki; Red Delicious sağdaki meyveler



Şekil 3. 2. Dezenfekte edilen elma meyvelerinin oda sıcaklığında kurutulması

3.2.2.Deneyde kullanılan uygun sıcaklığın belirlenmesi

Uygun olmayan ısıl işlemler meyve dokusuna zarar verdiği için ön çalışmada 20-, 25-, 30-, 35-, 35-, 40-, 45-, 50-, 55-, 60-, 65-, 70-, 75- ve 80°C olmak üzere toplam 14 grubaayrılmış, her bir grup için elma meyveleri 3 dakika sıcak su banyosunda bekletildikten sonra steril kurutma kağıtlarıyla kurutulup oda sıcaklığında 5 gün süre ile inkübe edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3. 3. Sıcak su banyosu

3.2.3. Fungus inokulumu (*İn vitro* testler)

Spor üretimi için *P. expansum* sporları PDA ortamında 7-14 gün boyunca 25°C'de inkübe edilerek funguslar çoğaltılmıştır. Isıl işlemlerin, spor çimlenmesi üzerindeki etkisini belirlemek için standart 1.5mlhacimli Ependorf tüplere, $1x10^5$ spor ml^{-1}içeren *P. expansum* sporları gelişme ortamı içinde verilmiştir. Daha sonra farklı sıcaklıklarda (20 – 80°C), spor tüpleri 3 dakika kadar sıcak su banyosunda inkübe edildikten sonra, bu tüplerden alınan 20µl hacmindeki spor solusyonu, 50 ml sıvı Dox ya da PBD (patates dektroz broth) içine aktarılarak oda sıcaklığında %65 nem içeren bir ortamda 5 gün süre ile inkubasyona bırakılmışlardır. Bu ısıl işlemlerin sonunda hangi sıcaklık derecelerinde fungus sporlarının çimlendiği tespit edilmiştir.

3.2.4. Elma meyvelerinin inokulasyonu

Çalışmada kullanılan meyvelerin homojen inokulasyonu ve yaralanmaları için özel bir düzenek hazırlanmıştır. Bunun için, düz bir tahta yüzeye iki çivi (2 mm çapında 1mm derinliğinde) yerleştirilmiştir. Dezenfekte edilerek inokulasyona hazır hale getirilen elma meyveleri ekvatoriyal bölgeden bu çivilerin üzerine konulup hafifçe bastırılarak 2 ayrı bölgeden aynı anda yaralandırılmışlardır. Fungal enfeksiyonların tespitinin kolaylığı için pigment olmayan taraf yaralandırılmıştır. Elmalar, sıcak su uygulamasından önce ve sıcak su uygulamasından sonra inoküle edilmiştir. Yaralanma sonucu oluşan kuyucuklara aynı büyüklükte *Penicillium expansum* fungusunun geliştiği agar parçacığı inokule edilmiştir.

3.2.5.Fungusların yetiştirilmesi

Çalışmada yer alan fungal materyaller PDA ve Czapek Dox besi ortamında geliştirilerek inokulasyona hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Patates Dekstroz Agar (PDA)

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

Yaklaşık 200 g soyulmuş patates küp şeklinde doğrandıktan sonra, 1000 ml'lik saf su içinde 30 dakika kadar kaynatılmıştır. Elde edilen püre mira bezinden geçirildikten sonra solüsyona 20 g glukoz ilave edilerek ve saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır.

Çizelge 3.1. de verilen ortam, 250 ml ve 6.25 g agar içeren (% 2.5, w/v) 4 adet 500 ml'lik konik flaskalara aktarılmıştır. Daha sonra, 121°C'de 20 dakika 15 atm basınçta otoklav ile strerilize edildikten sonra, Petri kaplarına boşaltılmıştır.

Çizelge 3. 2. Czapek Dox Ortamı (Değiştirilmiş)

İçerik	Konsantrasyon (g/l)
Sukroz	30
$NaNO_3$	2
KCl	0.5
Magnezyum gliserofosfat	0.5
$FeSO_4$. $7H_2O$	0.01
K_2SO_4	0.35
Difco Agar	25

Czapek Dox ortamının içeriğinde bulunulan maddeler önce yaklaşık 100 ml içinde çözündürüldükten sonra 1 litreye saf su ile tamamlanmıştır. Ortam daha sonra 250 ml'lik 6.25 gram Difco agar içeren 4 adet 500 ml'lik konik flasklara aktarılarak 121 °C'de 20 dakika 15 atm basınçta otoklav edilip Petri kaplarına aktarılmıştır.

3.2.6. Slope Agar

Stok kültür olarak fungusları muhafaza etmek için, funguslar 15 ml ortam içeren cam bir tüp içindeki eğimli agar üzerine yerleştirilerek, steril ortamda 4 $^oC \pm 1$ ^oC'de muhafaza edilmişlerdir. Bu nedenle Petri kapları içinde geliştirilen fungus (23 $^oC \pm 1$ ^oC), 4 $^oC \pm 1$ ^oC'de muhafaza edildikten sonra stok fungus olarak kullanıma hazır halde saklanmıştır.

3.2.7. Deneme planı

Ön çalışma sonuçlarına göre 55°C'de3 dakika sıcak su uygulaması, elma meyvelerininkalite ve kantitesinde olumsuz bir etki (geç bozulma, renk korunması ve buruşma) göstermemiş olup, fungal etmenin inhibisyonu için ulaşılacak en yüksek sıcaklık değeri olarak belirlenmiştir. Çalışmada, aşağıdaki deneme grupları oluşturulmuştur. Sıcak su uygulamaları 55 °C'de yürütülmüştür.

1) Negatif kontrol (hiçbir uygulama yapılmayan meyveler),
2) Fungus inokule edilmiş meyveler (yara + fungus),
3) Sıcak su uygulanan meyveler (pozitif kontrol I)
4) Yara + Sıcak suuygulanan meyveler (pozitif kontrol II),
5) Fungus + Sıcak su,
6) Sıcak su+Fungus

Çalışma, her grupta 3 adet tekerrür olacak şekilde oluşturulmuştur.

Negatif kontrol için meyveler daha önce açıklandığı gibidezenfekte edildikten sonra herhangi bir işleme tabi tutulmamıştır.

Fungus inokule edilmiş meyveler; dezenfekte edilen meyvelerde açılan yara bölgelerine aynı büyüklükte steril ortamda geliştirilen *P. expansum*fungusunun geliştiği agar parçacığı yerleştrilmiştir. Fungus inoküle edilen elma meyveleri saklama kutuları içine konulduktan sonra 4°C'de 4 hafta süre ile inkubasyona bırakılmışlardır.

55°C sıcak su uygulanan meyveler (pozitif kontrol I); bu gruptaki meyveler dezenfeksiyon sonrası yara oluşturulmadan 55°C sıcak su banyosunda 3 dakika bekletilen meyvelerdir. Daha sonra bu meyvelersaklama kutularına konarak 4 hafta süre ile 4°C'de inkube edilmişlerdir.

Yara + Sıcak su (55°C) uygulanan meyveler (pozitif kontrol II); dezenfekte edilen meyveler üzerinde yaralar açılmıştır, daha sonra bu meyveler 3 dakika sıcak

su banyosunda bekletilerek sıcak su uygulamasının yara dokuları üzerinde oluşturacağı etkiler incelenmiştir.

Fungus + Sıcak su(55°C); dezenfekte edilen meyveler, açılan yaralardan agar üzerinde bulunan *P. expansum* ile inokule edildikten 24 saat sonra 55°C sıcak su banyosunda 3 dakika bekletilmiş, sonra oda sıcaklığında steril kurutma kağıtlarıyla kurutulmuş ve kutular içine konularak 4°C de 4 hafta inkübe edilmiştir.

Sıcak su (55°C) +Fungus; meyveler dezenfeksiyonu takiben yara açıldıktan sonra 55°C sıcak su banyosunda 3 dakika bekletilmiştir. Meyve yüzeyinde açılan yaralara 24 saat sonra *P. expansum* kolonileri inokule edilip kutuya konulup 4°C de 4 hafta inkübe edilmiştir.

3.2.8.Enfeksiyon sonrası analizler

3.2.8.1.Meyve ağırlığı(g)

Çalışmada kullanılan meyvelerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası meyve ağırlıkları hassas terazidetartılarak ağırlıkları g/meyve olarak tespit edilmiştir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası meyve ağırlıkları karşılaştırılarak yüzde ağırlık kayıpları belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4. Elma meyvelerinin hassas terazide ağırlıklarının tartılması (g)

3.2.8.2. Meyve çapı(cm)

Meyve çapları uygulama öncesi ve sonrasında bir mezure yardımı ile çevresi belirlenen meyvelerden 2Πr formülü ile belirlenmiştir.





Şekil 3. 5. Elma meyvelerinin mezure ile çaplarının ölçülmesi(cm)

3.2.8.3. pH

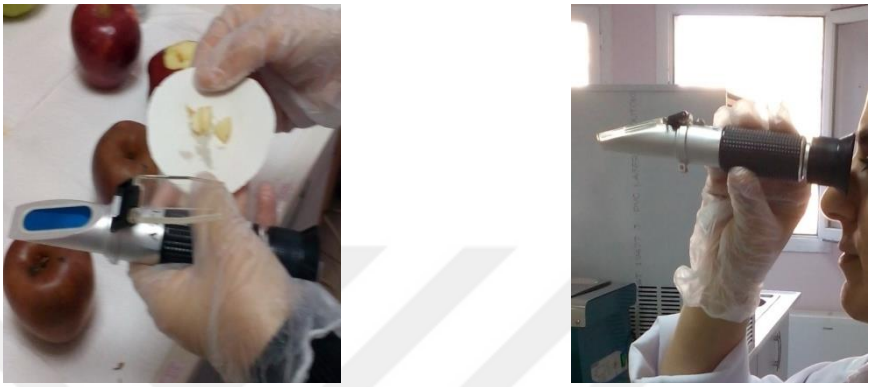
Kabuğu soyulmuş yarım elma parçası havanda ezildikten sonra elde edilen özsu (3ml) filtre kağıdındangeçirildikten sonra elde edilen solüsyon saf su ile 10 ml'ye tamamlanarak*pH* değeri *Ph*metre yardımı ilebelirlenmiştir.

3.2.8.4. % Meyve çürüklüğünün saptanması

Meyve çürüklüğü görsel olarak değerlendirilmiştir. Yaklaşık olarak 0.5 cm çapından geniş lekeye sahip meyveler çürük olarak kabul edilmiş olup sonuçlar, lekeli meyve sayısının toplam meyve sayısına oranı % olarak ifade edilmiştir.

3.2.8.5. Brix (Sudaçözünen katı madde içeriği)

Meyveler ekvatoriyal bölgeden ikiye kesilip 2 ml meyve özsuyufiltreden geçirildikten sonra elde edilen hacim refraktometreye yerleştirilerek okuma yapılmıştır (Şekil 3. 6).



Şekil 3. 6. Refraktometre ile Brix ölçümü

3.2.8.6. Meyve sertliği

Meyve sertliği penetrometre ile ölçülmüştür (Şekil 3.7.). Ölçümler için elma meyveleri ekvatoriyal bölgeden meyve etine penetrometrenin uç kısmı batırılarak meyvenin gösterdiği direnç libre olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3. 7. Penetrometre ile meyve eti sertiliği ölçümü

3.2.8.7. TA (Titre Edilebilir Asitlik)

Ağırlıkları belirlenen elma meyvelerinin homojenizasyonu sonucu elde edilen 3 ml süzülmüş meyve özsuyu saf su ile 25 ml'ye tamamlanmış ve 0.1 M NaOH ile pH 8.2 oluncaya kadar titre edilmiştir. Solüsyona ilave edilen NaOH miktarı (ml) 0.067 düzeltme faktörü ile çarpılıp titre edilen asit miktarı % malik asit olarak belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8. Titretable asit ölçümü

3.2.8.8. Lezyon ölçümü

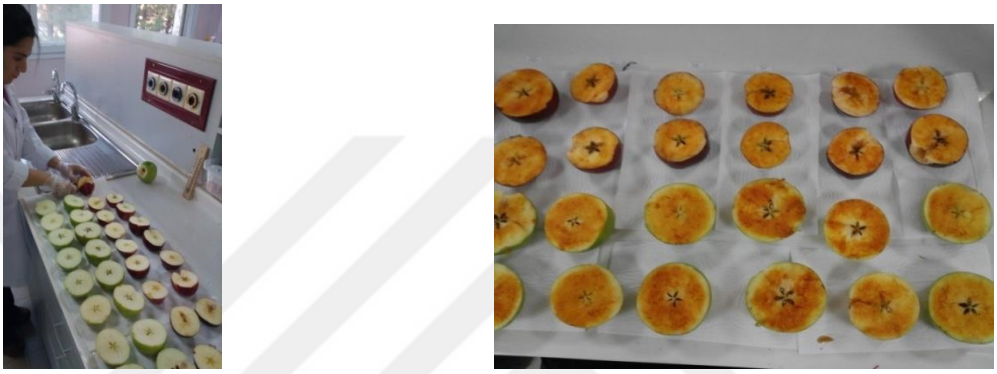
Meyve inokulasyon bölgesinden periyodik olarak alınmış enfeksiyon çapı lezyon çapı olarak kullanımıştır.

3.2.8.9. Red Green Blue (RGB) renk indeksi

Elma rengi CIEL*a*b parametrelerini ölçen tristimulus kalorimetre kullanılarak değerlendirilmiştir. Beyaz bir standart kağıt ve aydınlatma cihazı kullanılarak kalibre edilmiştir. L değeri örneklerin parlaklığını temsil etmekte, a ve b değerleri yeşiller arasındaki kızarıklığa ve sarılığa, sarılık derecesine sırasıyla CIEL*a*b koordinatlarından renk açısı hesaplanmıştır. Ekvatoriyal bölgeden her bir meyve için 4 tayin, muamele koşulu başına 12 ölçüm yapılmıştır. Dijital bir fotoğraf makinası ile beyaz zemin üzerinde meyvelerin dört taraftan fotoğrafları çekilmiş olup bunların ortalama değerleri alınarak meyve parlaklık değerleri hesaplanmıştır.

3.2.8.10. Potasyum iyodür (KI) starch

Elma meyveleri ekvatoriyal bölgeden ikiye bölünerek her parçaya 4 damla potasyum iyodür (KI) damlatılıp tüm yüzeye dağıtılarak KI yöntemi ile nişasta-şeker durumları belirlenmiştir. Eğer KI koyu kahverengi veya mavi eflatun arası bir renge dönerse o yiyecekte nişasta yoğunluğu artmış demektir. Nişasta yoğunluğu az ise mavi renk, çok yoğun ise mor renk oluşacaktır. (Şekil 3.9).



Şekil 3. 9. Potasyum iyodür ile nişasta şeker durumlarının belirlenmesi

3.2.8.11. Meyvelerde simptom indeksi

İnkubasyon periyodu sonunda meyvelerde ilk ölçümler hastalık şiddetinin ölçülmesiyle yapılmıştır. Zhao ve ark. (2011)'nın kullandığı yöntem esas alınarak aşağıdaki indeks kullanılmıştır.

1-Sağlıklı meyve,

2-Lezyon çapı 1cm'den küçük,

3-Lezyon çapı 1 cm'den büyükse ve çürümüş alan % 20-25,

4-Lezyon çapı 1cm'den büyük ve çürümüş alan % 26-45 civarında,

5-Çürümüş alan % 40'tan büyük,

Simptom indeksi = (1×N1+2×N2+3×N3+4×N4+5×N5) / 5×NT

N1'den N5'e kadar olan harflendirmeler ve ilgili katsayılar simptom indeks kategorisinin aldığı değerleri ve meyve sayısını, NT ise kullanılan toplam meyve sayısını ifade etmektedir.

3.2.8.12. Lentisel ölçümü

Meyve üzerinde iki farklı bölgede 1 cm'lik alanlar çizilip lentisel sayıları gözle sayılıp ve ortalama değer alınarak 1 cm'lik alandaki lentisel sayısı belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3. 10. Lentisel sayısı ölçümü (1cm'lik alanda)

3.2.8.13. Fungus sporlarının çimlenmesi

Çalışmada 14 grup sıcaklık derecesive her grup 3 tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Bu gruplar kontrol, 20-, 25-, 30-, 35-, 40-, 45-, 50-, 55-,60-, 65-, 70-, 75- ve 80°C olmak üzere 14 gruptan oluşmuştur. Kontrol grubu için, çukur lama 250 µl fungus konidisi ($1x10^5$ konidiml^{-1}), 750 µl saf su ilave edilmiştir. Diğer iki grupta ise, çukur lama 250 µl fungus konidisi, 750 µl ön çalışmada belirlenen uygun sıcaklıktaki su ilave edilmiştir. Çukur lamlar önce verilen sıcaklığa getirilmiştir. Yaklaşık 48 saat inkubasyon periyodu sonunda mikrobiyal gelişim ve spor çimlenmesi mikroskop altında kayıt edilmiştir.

3.2.9. İstatistiksel analizler

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

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

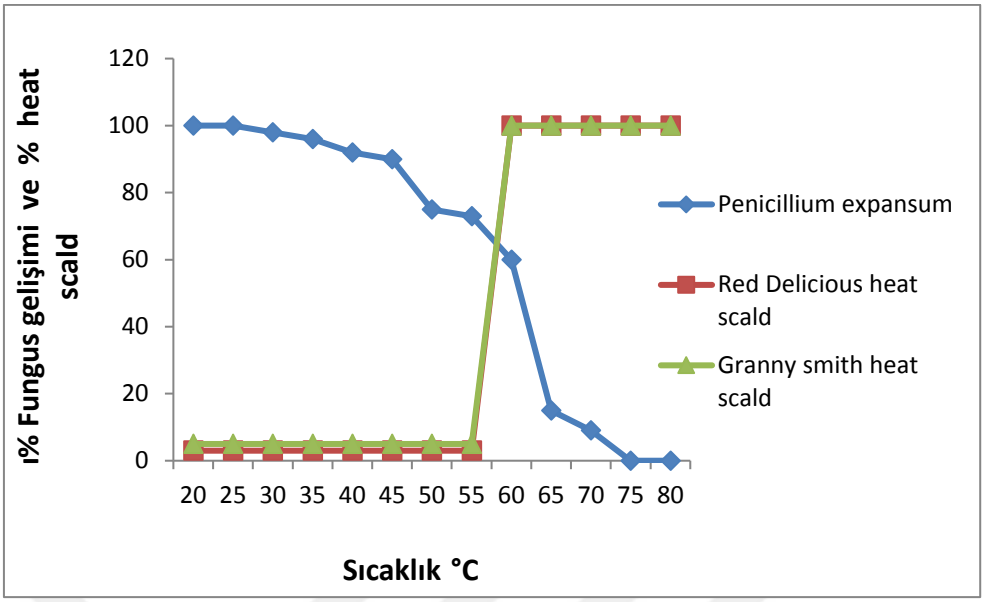
4.1.Araştırma Bulguları

4.1.1.Uygun sıcaklık değerinin bulunması

Ön çalışmada uygulanan sıcaklık dereceleriyle (20 – 80 °C) fungal gelişimin seyri ve elma meyveleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen süre sonunda (5 gün) fungus sporlarının gelişimi 55 – 80 °C sıcaklık aralığında önemli derecede azalmıştır (Şekil 4.1). Ancak, 60 – 80 °C sıcaklık aralıklarında ise meyve yüzeyinde yanıklar, renk kaybı, ağırlık ve çapta azalmalar meydana gelmiştir. Buna karşılık 20 - 50°Carasındaki sıcakıklarda ise meyve yüzeyinde herhangi bir zarar görülmediği ancak fungus gelişimi üzerinde olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Bununla birlikte, 55 °C deki muamelede hem fungus sporlarının gelişimi azalmış hem de elma meyvelerinin daha dayanıklı olduğu, renk kaybının görülmediği ve meyve yüzeyinde yanıklıkların olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda bundan dolayı 55 °C sıcaklığı esas alınmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4. 1. Yüksek sıcaklık derecelerindeki sıcak su uygulamasının meyve yüzeyinde oluşturduğu yanıklık



Şekil 4. 2. Sıcak su uygulamasının fungus gelişimi ve meyve yüzeyinde oluşturduğu yanıklık

4.1.2. Enfeksiyon sonrası analizler

4.1.2.1. Meyve ağırlığı

Elma meyvelerinin 0-, 1-, 2-,3- ve 4. haftalardaki meyve ağırlıkları çizelge 4.1'de verilmiştir. Buna göre, Red Delicious elma çeşidinde 0-, 1-, 2-, 3 ve 4.haftalarda meyve ağırlıkları bakımından en fazlakayıp fungus + yara ve fungus + 55°C muamelelerinde görülmüştür. Buna karşılık, sıcak su uygulamasının % ağırlık kaybı üzerinde olumlu etkisi görülmüştür. Enfeksiyon öncesi sıcak su muamelesi enfeksiyon sonrası sıcak su muamelesine göre daha etkili olmuştur. Sıcak su uygulaması ile yaralanmış meyvelerdeki kayıp % 5.1 iken sıcak suya maruz bırakılıp24 saat sonra enfekte edilen meyvelerdeki kayıp % 5 civarında gerçekleşmişolup, sıcak su uygulamasının patojenin etkinliğini tamamen ortadan kaldırdığı görülmüştür, $P<0.05$. Ancak, fungal etmenin inokulasyonundan sonra yapılan sıcak su uygulaması çok etkin bulunmamıştır. Enfeksiyon oluşduktan sonra yapılan iyileştirici veya dokuyu geliştirici özelliğe sahip olduğu düşünülen sıcak uygulamasının etkinliği görülmemiştir. Burada en önemli husus, sıcak su uygulaması ile enfeksiyon sonrası çok fazla bir şey yapılamayacağıdır. Çünkü, sıcak su uygulmasının patojen enfeksiyonu sonrası uygulanması patojeni elemine

etmemiştir. Bu durum daha önce yapılan hazırlık aşamasında en uygun sıcaklığın seçilmesinde de teyit edilmiştir. Sıcak su uygulaması aslında dokuyu yani savunma sistemini güçlendirecek maddelerin sentezini harekete geçiren mekanizmayı tetiklemiştir. Bundan dolayı hastalık enfeksiyonu öncesi uygulmanın etkiliği ortaya konmuştur. Yaralanmış bölgelerden yapılan fungal enfeksiyon depo koşullarında bile kayba neden olmuş, sadece sıcaklığın düşürülmesinin yeterli olmadığı (% 5.9 kayıp), ilave sıcak su uygulaması ile kaybın azaltıldığı belirlenmiştir. Hiç uygulama yapılmadan sağlam olarak depolanan meyvelerde ise kayıp % 2.9 olarak gerçekleşmiştir. Sağlam meyvelere uygulanan sıcak su uygulaması ise kısmen ağırlık kaybına yol açsa bile bu durumun istatistik olarak önemli bulunmadığı kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 1. Red Delicious elma çeşitlerinin 0-,1-, 2-, 3-, 4.haftalardaki meyve ağırlıkları

	Red Delicious meyve ağırlığı(g)					
	Haftalar					
Uygulamalar	0	1	2	3	4	% kayıp
Negatif kontrol	136.9	135.4	134.4	133.5	132.9	2.9[a]
Yara + Fungus	133.9	131.2	129.5	127.4	125.9	5.9[c]
Sıcak Su Uyg.	132.2	130.4	129.5	128.4	127.6	3.4[a]
Yara + Sıcak su	136.9	134.4	132.7	131.2	129.9	5.1[b]
Fungus +Sıcak su	114.4	112.1	110.7	109.3	108.2	5.4[c]
Sıcak su +Fungus	141.6	139.1	137.5	135.7	134.4	5.0[b]

Granny Smith çeşidinde görülen ağırlık kayıpları çizelge 4.2'de verilmiştir. Dört hafta soğukta muhafaza sonucu görülen ağırlık kayıpları en az kontrol grubu ile sıcak su uygulamasında görülmüştür. Diğer muameleler arasında önemli bir faklılık görülmemiştir.

Çizelge 4. 2.Granny Smith elma çeşitlerinin 0-,1-, 2-, 3-, 4.haftalardaki meyve ağırlıkları

	Granny Smith meyve ağırlığı(g)					
	Haftalar					
Uygulamalar	0	1	2	3	4	% kayıp
Negatif kontrol	126.7	125.9	125.2	124.6	124.2	1.98[a]
Yara + Fungus	129.9	128.4	127.5	126.4	125.6	3.3[b]
Sıcak Su Uyg.	135.5	134.5	133.8	133.2	132.6	2.1[a]
Yara + Sıcak su	125.5	124.2	123.4	122.3	121.4	3.2[b]
Fungus + Sıcak su	133.2	131.4	125.3	128.9	128.0	3.9[b]
Sıcak su+Fungus	126.6	124.9	123.8	122.6	121.7	3.8[b]

Çeşitler arasında ise en fazla % ağırlık kaybı Red Delicious elma çeşidinde görülmektedir. Granny Simith çeşidinde sıcak su uygulamasının etkinliği test edilememiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birinin, çeşidin dayanıklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Hastalık, elma çeşidinde önemli kayba neden olmasa bile, enfeksiyon alanından yapılan solunum ve sıvı kaybının ağırlık kaybına neden olduğu görülmüştür.

4.1.2.2. Meyve çapı

Çizelge 4.3'teelma meyvelerinin 0-, 1-, 2-, 3- ve 4. haftalardaki çap değerlerinde görülen değişimler verilmiştir. Buna göre fungus+yara, fungus+sıcak su, yara+sıcak sumuamelelerinde meyve çaplarında kayıplar görülmüştür. Meyve çapında meydana gelen %kayıp en fazla fungus+sıcak su (sıcak su uygulaması öncesi fungus inokulasyonu) muamelesinde görülmüştür. Hastalık öncesi sıcak su uygulaması etkin bulunmuştur. Fungal inokulsayon meyve çapında düşüşe neden olmakla birlikte, fungal inokulasyon sonrası sıcaklık uygulaması da meyve çapında

Düşüşe engel olamamıştır. Sıcak su uygulaması ve sıcak su uygulaması sonrası fungus inokulasyonu muamele gruplarında daha etkili sonuç vermiş olup elma meyveleri üzerinde olumlu katkısı görülmüştür. Elma çeşitleri Red Delicious ve Granny Smith çeşitlerikıyaslandığında, meyve çap kaybı Red Delicious meyve çeşidinde daha fazla görülmüştür.

Çizelge 4. 3. Red Delicious elma çeşitlerinin 0-, 1-, 2-, 3., 4. haftalardaki meyve çap değerleri

	Red Delicious meyve çapı(cm)					
	Haftalar					
Uygulamalar	1	2	3	4	5	%kayıp
Negatif kontrol	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	0
Yara + Fungus	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	3
Sıcak Su Uyg.	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	0
Yara + Sıcak su	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	1.5
Fungus + Sıcak su	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3	3
Sıcak su+ Fungus	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	0

Çizelge 4. 4. Granny Smith elma çeşitlerinin 0-, 1-, 2-, 3-, 4. haftalardaki meyve çap değerleri

	Granny Smith meyve çapı(cm)					
	Haftalar					
Uygulamalar	0	1	2	3	4	% kayıp
Negatif kontrol	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	0
Yara + Fungus	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6	1.5
Sıcak Su Uyg.	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	0
Yara + Sıcak su	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	0
Fungus + Sıcak su	6.9	6.8	6.8	6.8	6.8	1.5
Sıcak su+ Fungus	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68	0

4.1.2.3. Simptom indeksi

Elma meyvelerinin farklı uygulamalar sonucu 0-,1-,2-,3-,4. haftalardaki simptom indekslerindeki değişimi Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Red Delicious elma çeşitlerinin farklı uygulamalar sonucu 0-,1-,2-,3- ve 4.haftalardaki simptom indeks değerleri

Uygulamalar	Red Delicious Simptom İndeksi				
	Haftalar				
	0	1	2	3	4
Negatif kontrol	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Yara + Fungus	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8
Sıcak Su Uyg.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Yara + Sıcak su	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6
Fungus + Sıcak su	0.2	0.2	0.4	0.8	1
Sıcak su+ Fungus	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7

Çizelge 4. 6. Granny Smith elma çeşitlerinin farklı uygulamalar sonucu 0-,1-,2-,3- ve 4.haftalardaki simptom indeks değerleri

	Granny Smith Simptom İndeksi				
	Haftalar				
Uygulamalar	0	1	2	3	4
Negatif kontrol	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Yara + Fungus	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6
Sıcak Su Uyg.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Yara + Sıcak su	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6
Fungus + Sıcak su	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8
Sıcak su+ Fungus	0.2	0.2	0.2	0.6	0.7

Buna göre, kontrol meyvelerinde her iki çeşit esas alındığında herhangi bir değişiklik görülmemiş, meyveler görüntüsünü devam ettirmişlerdir. Yaralandırılmış meyvelerin ise 4. haftanın sonunda kısmen hasarlı görüntüsü bozulmuş ancak hem yaralanmış hem de fungal etmen ile inokule edilmiş meyvelerin simptom indeks değerlerinde ciddi artış tespit edilmiştir. Sıcak su ile yapılan muamele meyvelerde herhangi bir simptom artışına neden olmamıştır. Yine, önceden sıcak su uygulamasının simptom indeks değerinin düşmesinde önemli rol oynadığı yani koruyucu etkiye sahip olduğu görülmüştür. Enfeksiyon aşamasından sonra yapılan uygulama ise etkinliğini gösterememiştir.

4.1.2.4. Meyve çürüklüğü

Deneme süresi boyunca 0-,1-, 2-, 3-, ve 4. haftalarda yara etrafında0.5 cm çapından daha geniş lekeye sahip meyveler çürümüş olarak kabul edilmiştir. Deneme süresinde her bir muamelenin 0 - 4. haftada hesaplanan % meyve çürüklülüğü çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.Bu süre sonunda meyve yüzeyinde görülen çürümeler fungus+sıcak su'da meyvenin %50'den fazlasında çürüklük oluşturmuş, sadece sıcak su muamelesinde ise meyvede çürüklük oluşmadığı görülmüştür, Şekil 4.3. Fungus inokulasyonu sonrası meyveler sıcak su uygulamasına maruz bırakılsa da çürümeleri ciddi boyutta devam etmiş, ancak sıcak su uygulaması inokulasyon öncesi yapıldığında kısmen koruyucu özellik göze çarpmış, enfekte alanlarda hastalık ilerlemesi yavaşlatılmıştır. Elma çeşitleri arasında karşılaştırma yapıldığında ise Granny Smith çeşidinde Red Delicious çeşidine göre daha az çürüklük oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. 3. Uygulamalardan 4 hafta sonra meyvelerin genel görüntüleri

Çizelge 4. 7. Granny Smith çeşidinin 0-,1-, 2-, 3-, ve 4.haftalarda hesaplanan % meyve çürüklüğü değerleri

	Granny Smith Meyve çürüklüğü(%)				
	Haftalar				
Uygulamalar	0	1	2	3	4
Negatif kontrol	0	0	0	0	0
Yara + Fungus	0	0	10	20	30
Sıcak Su Uyg.	0	0	0	0	0
Yara + Sıcak su	0	0	10	30	40
Fungus + Sıcak su	0	0	20	40	50
Sıcak su + Fungus	0	0	20	30	30

Çizelge 4. 8. Red Delicious çeşidinin 0-,1-, 2-, 3 ve 4.haftalarda hesaplanan % meyve çürüklüğü

	Red Delicious meyve çürüklüğü(%)				
	Haftalar				
Uygulamalar	0	1	2	3	4
Negatif kontrol	0	0	0	0	0
Yara + Fungus	0	10	20	30	40
Sıcak Su Uyg.	0	0	0	0	0
Yara + Sıcak su	0	10	10	30	40
Fungus + Sıcak su	0	10	20	60	80
Sıcak su + Fungus	0	10	20	50	60

Red Delicious çeşidinde sıcak su uygulamasının çok etkili olmadığı görülmüş, özellikle fungal inokulasyondan sonra sıcak su uygulaması hastalık şiddetini daha da arttırmıştır. Tek başına sıcak su uygulamasının ise meyveler üzerine herhangi bir olumsuz etkisine rastlanmamıştır.

4.1.2.5. Lezyon çapı

Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da elma meyvelerinin 0-, 1-, 2-, 3- ve 4.haftalardaki lezyon çap değerleri görülmektedir. Enfeksiyon öncesi veya sonrası sıcak su uygulamasının lezyon çapı üzerinde çok olumlu etkisi görülmemiştir. Hastalık aşamasından sonra lezyon çapında artış göze çarpmış, ilerleyen inkubasyon periyodu ile birlikte hastalık dikkate değer ölçüde ilerlemiştir.

Çizelge 4. 9. Red Delicious elma meyvelerinin farklı uygulamalar sonucu 0., 1., 2., 3., 4. haftalardaki lezyon çapındaki değişimler

Uygulamalar	Red Delicious Lezyon Çapı (cm)				
	Haftalar				
	0	1	2	3	4
Negatif kontrol	0	0	0	0	0
Yara + Fungus	0	0.3	0.5	1.6	2.4
Sıcak Su Uyg.	0	0	0	0	0
Yara + Sıcak su	0	0.3	0.5	1.4	1.5
Fungus + Sıcak su	0	0.2	0.6	2.3	2.4
Sıcak su + Fungus	0	0.1	0.5	1.7	2.2

Benzer sonuçlar, Granny Smith çeşidinden de elde edilmiştir. Ancak, burada çeşit dayanıklılığı göze çarpmakta, bu çeşidin dayanıklı olduğu teyit edilmiştir, Çizelge 4.10.

Çizelge 4. 10. Granny Smith elma meyvelerinin farklı uygulamalar sonucu 0-, 1-, 2-, 3-, 4. haftalardaki lezyon çapındaki değişimler

Uygulamalar	Granny Smith Lezyon Çapı (cm)				
	Haftalar				
	0.	1.	2.	3.	4.
Negatif kontrol	0	0	0	0	0
Yara + Fungus	0	0.3	0.4	1.1	1.2
Sıcak Su Uyg.	0	0	0	0	0
Yara + Sıcak su	0	0.3	0.4	1.5	1.6
Fungus + Sıcak su	0	0.5	0.8	2	2.1
Sıcak su + Fungus	0	0.4	0.5	1.2	1.8

4.1.2.6. KI starch

Ön çalışma sonuçlarına göre sıcak su uygulama öncesinde Red Delicious elma çeşitleri daha geç boyayı emerken, uygulama sonrasında daha erken emmiştir. Granny Smith elma çeşitlerinde ise tam tersi durum tespit edilmiştir. Dolayısı ise Red Delicious elma çeşidi ile yapılan çalışmada sıcaklık uygulaması meyvede nişaşta dönüşümünü Granny Smith çeşidine göre hızlandırmış, patojenin etkisine daha açık hale getirmiştir. Granny Smith çeşidinde ise sıcaklık uygulaması nişaşta dönüşümünü engellediğinden patojen etkisi daha az görülmüştür (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5)



Şekil 4. 4. KI yöntemi ile sıcak su uygulama sonrası nişasta şeker durumlarının gösterilmesi



Şekil 4. 5. KI ile sıcak su uygulama öncesi nişasta şeker durumların göterilmesi

4.1.2.7. Lentisel ölçümü

Meyve üzerinde iki farklı bölgede 1cm'lik alanlar çizilip lentisel sayımı yapılmıştır. Bir elmada bulunan ortalama lentisel sayıları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Lentisellerin sayılarında bir artış olmamakla birlikte lentisellerin çaplarında görülen artış (1cm iken 1.5cm olması) patojen girişindeki artışa, nişastanın artmasına ve yaşlılığın artmasına sebep olmuştur. Uygulamaların, lentisel üzerine etkileri anlamlı bulunmamıştır.

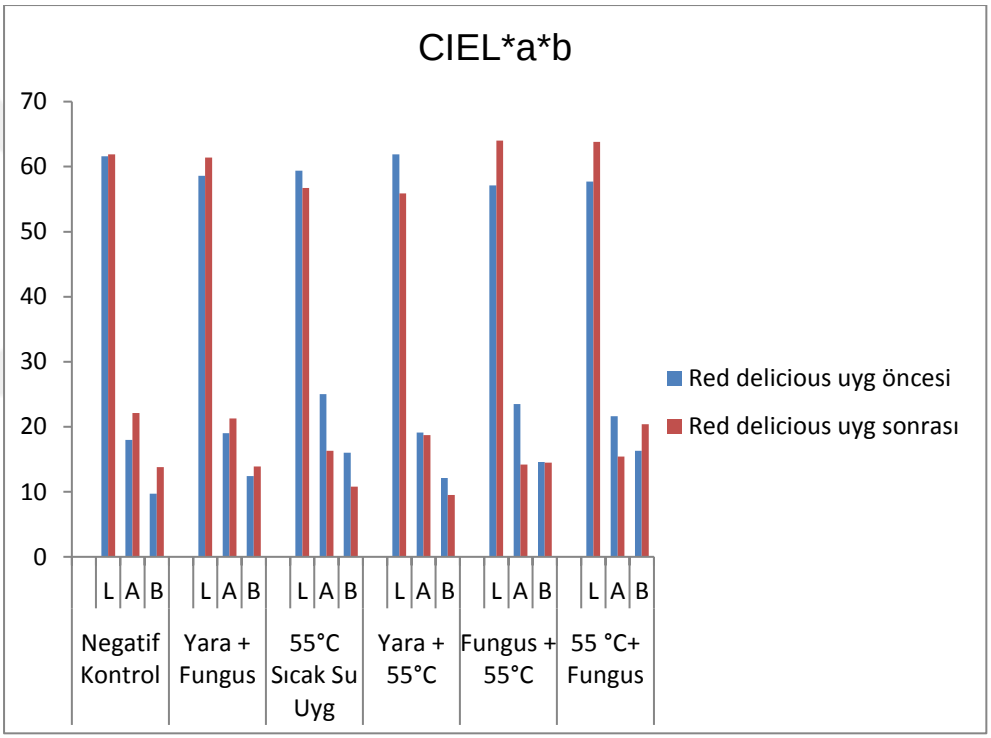
Çizelge 4. 11. Elma meyvesinde görülen ortalama lentisel sayısı

Uygulamalar	Lentisel ölçümü	
	Granny Smith	Red Delicious
Negatif kontrol	10	8
Yara + Fungus	14	9
Sıcak Su Uyg.	10	10
Yara + Sıcak su	11	7
Fungus + Sıcak su	9	10
Sıcak su + Fungus	12	9

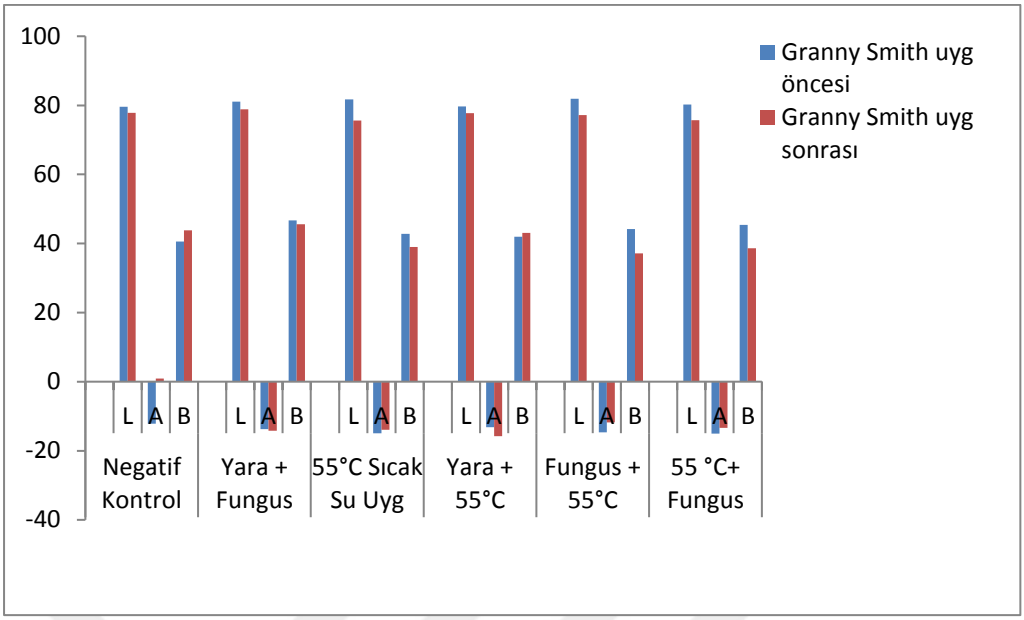
4.1.2.8. RGB (Red Green Blue) renk indeks

L*a*b renk ölçüm sistemi nesnelerin renklerini ölçmek için kullanılan bir renk ölçüm sistemidir. Bu renk sisteminde L aydınlığı a*b yeşiller arasındaki kızarıklığa ve sarılığa, sarılık derecesini göstermektedir. Red Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde farklı muamelelerde uygulama öncesi ve uygulama sonrası L*a*b değerleri (Şekil4.5) ve (Şekil 4.6) da verilmiştir.

Her bir muamele için elmanın dört taraftan fotoğrafı çekilmiş, yara oluşturulan kısım bir tarafa tekabül etmiş olup ortalamaya dahil edilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası renk değişiminin önemli derecede değişmemesi yapılan uygulamanın elmaların kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını teyit etmek için yapılmıştır. Buna göre, Red Delicious elma çeşidinde kırmızı olan renk herhangi bir değişikliğe uğramazken, Granny Smith çeşidi (yeşil renkli) uygulama sonrası kısmen parlaklığını kaybetse bile bu doğal olarak görülmüş, çünkü hasat sonrası meyvelerin renk kaybederek matlaşması olağan durum olarak kabul edilmektedir. Granny Smith çeşidinde de renk değişimi önemli ölçüde değişmemiştir.



Şekil 4. 6. Red Delicious elma çeşidinde görülen renk değişimleri



Şekil 4. 7. Granny Smith elma çeşidinde görülen renk değişimleri

4.1.2.9. Meyve sertliği

Meyvelerin ekvatoriyal bölgesinden penetrometre yardımı ile basınç uygulanması sonucu elde edilen direnç meyve sertliği kriteriolarak kabul edilmiştir. Meyve eti sertlik değerleri Çizelgeler 4.12 ve 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Red Delicious elma meyvelerinde meyve eti sertliği

Uygulamalar	Red Delicious meyve sertliği	
	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	5	4.25
Yara + Fungus	5	4.5
Sıcak Su Uyg.	5	4.75
Yara + Sıcak su	5	4.75
Fungus + Sıcak su	5.5	4.5
Sıcak su + Fungus	5	4.5

Çizelge 4. 13. Granny Smith elma meyvelerinde meyve eti sertliği

Uygulamalar	Granny Smith meyve sertliği	
	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif Kontrol	7	7
Yara + Fungus	7	6
Sıcak Su Uyg.	7	7
Yara + Sıcak su	7	6
Fungus + Sıcak su	7	6.5
Sıcak su + Fungus	7	7

Genel olarak incelendiğinde, Granny Smith çeşidinin daha sert meyve eti yapısına sahip olduğu görülmüştür. Uygulama öncesi ve sonrası meyveler sertlik bakımından karşılaştırıldığında ise herhangi bir farklılık görülmemiştir. Bunun en büyük nedenin fungal inokulasyon sonrası meyvelerin soğuk koşullarda muhafaza edilmesinden kaynaklandığı görülmektedir. Tüm ortalamalar incelendiğinde sıcak su uygulamasının meyve eti sertliği üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir.

4.1.2.10. BRİX (Toplam çözünen katı madde içeriği)

Denemedeki grupların uygulama öncesi ve uygulama sonrası *BRİX* (Toplam çözünen katı madde içeriği) değerleri Çizelgeler 4.14 ve 4.15'deverilmiştir.

Çizelge 4. 14. Red Delicious elma meyvelerinde BRİX değerleri

Uygulamalar	Red Delicious Brix değerleri	
	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	14	13
Yara + Fungus	12	12.5
Sıcak Su Uyg.	11.5	11
Yara + Sıcak su	12.5	12
Fungus + Sıcak su	10.5	11
Sıcak su +Fungus	10.5	11.5

Çizelge 4. 15. Granny Smith elma meyvelerinde BRİX değerleri

Uygulamalar	Granny Smith Brix değerleri	
	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	13	13
Yara + Fungus	12.5	12.5
Sıcak Su Uyg.	14	15
Yara + Sıcak su	13.5	12
Fungus + Sıcak su	12	13
Sıcak su +Fungus	13	12

Meyvelerin inokulasyon öncesi ve sonrası ve sıcak su muamelesi ile yapılan çalışmalarda Brix değeri de ölçülmüştür. Brix değeri bir katı yapı içindeki çözünen ve solusyona geçen organik maddelerin konsantrasyonunubelirlemek için kullanılan bir kriterdir. Katı organik yapılar, zaman içinde yaş ile ya da herhangi bir stres sonucu molekül yapılarında kırılmalar ile eski yapılarını ve formlarını kaybederler. Daha sert yapı olan karbohidratlar düşük molekül ağırlığı ve yapıya sahip olan şeker ve şeker türevlerine dönüşürler. Bu durum organik yapıların solubilize yani çözülüp sıvı ortama geçmesi ile sıvı içindeki şeker konsantrasyonunun artışı ile kendini gösterebilir. Bu çalışmada, elma meyveleri muamelelerden sonra soğuk ortamda tutulduğu için karbohidrat yapılarında herhangi bir çözülme görülmemiştir. Sıcaklık uygulaması elma meyvelerinin şeker konsantrasyonun artışına herhangi bir katkıda bulunmamış dolayısı ile elma meyvelerin bütünlüğünü ve şeker oranını değiştirerek patojenik organizmalara elverişli hale getirmemiştir. Çünkü patojenler için şeker yapısını parçalamak ve onları substrat yani besin kaynağı olarak kullanmak daha kolay bir yol olduğundan karbohidrat yapılarınının çözünerek ortama şeker olarak geçmesi patojen dağılımını ve sporulasyonu arttıracağından enfeksiyonun hızlı ilerlemesine neden olacaktır.

Bu çalışmada sıcak su uygulamasının enfeksiyon ilerlemesine katkıda bulunacak çözünebilen organik madde artışına rastlanmamıştır. Brix değerleri bakımından değerlendirildiğinde meyve çeşitleri arasında bir fark görülmemiştir.

4.1.2.11. Meyvelerin pHiçeriği

Meyvelerin pH değerleri Çizelgeler 4.16 ve 4.17'de verilmiştir. Uygulama sonrası Red Delicious meyvelerinde kısmen pH değerinde düşüş görülmüş, meyveler hafif asidik yapıda olmuşlardır, kontrol grubunda ise pH açısından herhangi bir değişiklik görülmememiştir. Granny Smith meyvelerinde ise pH bakımından ciddi bir azalma görülmemiştir. Her iki meyve de pH bakımından kısyaslandığında Granny Smith in kısmen daha asidik olduğu belirlenmiş ancak uygulama ve depolamanın asidik yapıyı daha da arttırmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. 16. Red Delicious elma meyvelerinde pH değerleri

	Red Delicious pH değerleri	
Uygulamalar	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	4.6	4.6
Yara + Fungus	5.1	4.6
Sıcak Su Uyg.	5.2	4.3
Yara + Sıcak su	5.1	4.4
Fungus + Sıcak su	5,0	4.1
Sıcak su + Fungus	5,4	4.1

Çizelge 4. 17. Granny Smith elma meyvelerinde pH değerleri

	Granny Smith pH değerleri	
Uygulamalar	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	4.4	4.0
Yara + Fungus	4.2	4.4
Sıcak Su Uyg.	4.7	4.8
Yara + Sıcak su	4.5	4.8
Fungus + Sıcak su	4.0	4.6
Sıcak su + Fungus	4.0	4.1

4.1.2.12. Titretable asit (TA)

Çizelgeler 4.18 ve 4.19'daTitretable Asit (TA) titre edilen asit değerlerinde meydana gelen değişimler görülmektedir. Titre edilebilen asit miktarı uygulama sonrasında kısmen artmış, bu durum pH verileri ile uyumlu bulunmuştur. Fungal etmenin veya yaralamanın kısmen asidik dereceyi arttırdığı görülmüş ancak sıcak su uygulaması ile fungal inokulasyon sonrası asidik yapıya dönüşüm engellenmiştir. Meyvelerin soğuk koşullarda muhafazası ile asidik yapıya dönüşüm kısmen engellenmiş, sıcak su uygulamasının herhangi bir olumsuz etkisi saptanmamıştır.

Çizelge 4. 18. Red Delicious elma meyvelerinde TA değerleri

	Red Delicious elma meyvelerinde TA değerleri	
Uygulamalar	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	0.04	0.05
Yara + Fungus	0.01	0.05
Sıcak Su Uyg.	0.03	0.05
Yara + Sıcak su	0.02	0.04
Fungus +Sıcak su	0.04	0.08
Sıcak su + Fungus	0.03	0.05

Çizelge 4.19. Granny Smith elma meyvelerinde TA değerleri

	Granny Smith elma meyvelerinde TA değerleri	
Uygulamalar	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Negatif kontrol	0.10	0.20
Yara + Fungus	0.06	0.18
Sıcak Su Uyg.	0.16	0.22
Yara + Sıcak su	0.13	0.23
Fungus +Sıcak su	0.06	0.20
Sıcak su + Fungus	0.08	0.17

4.1.2.13. Fungus sporlarının çimlenmesi

Fungus sporlarının çimlenmesi için hazırlanan PDB ortamına pipet yardımıyla belli sıcaklık derecelerine (20-,25-,30-,35-,40-,45-,50-,55-,60-,65-,70-, 75- ve 80°C)

3 dakika süre ile maruz kalan fungus sporlarından 20µl alınıp mikroplakalara yerleştirilmiş 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Bu süre fungal sporların çimlenme kabiliyeti incelenmiştir. Bu aşamada uygun olarak seçilen sıcaklık uygulamasının (55ºC), hastalık etmenin gelişimini azalttığı fungus sporlanın kısa ve kalın olduğu tespit edilmiştir. Bu sıcaklık derecesi, fungal kontaminasyon durumunda meyveye zarar vermeden fungal etmenin inhibe edileceği en uygun sıcaklık olarak bulunmuş, hastalık ile mücadelede kullanılabilirliği teyit edilmiştir. Fungal gelişim ve çimlenme (sporulasyon) 55 °C'den yüksek sıcaklıklarda ise daha az gelişme göstermiştir. Ancak bu sıcaklık dereceleri meyve yüzeyine de zarar verdiğinden, meyvelerde yanıklık oluşumu gözlenmiş, meyevelerin kalite parametrelerini düşürüp raf ömrünü kısalttığından 55 °C'nin kullanımı uygun bulunmuştur.

4.2. Tartışma

Çalışmada kullanılan uygun sıcaklık değerinin saptanması yapılan ön çalışma sonunda meyvenin dış görüntüsü ve fungus gelişimi göz önüne alınarak karar verilmiştir. Bunun için geniş bir sıcaklık aralığı test edilmiş, 20 – 80°C sıcaklıklarda uygulanan 3 dakikalık sıcak su uygulamasında, 20-50 °C sıcaklık uygulamasının meyve yüzeyinde herhangi bir değişimeneden olmadığı ancak fungus gelişimin olduğu belirlenmiştir. Daha yüksek sıcaklık aralıklarında (60 – 80°C)sıcak su uygulaması fungus gelişimini azaltmış, sporulasyonu düşürmüş, miselyal gelişimi ise kısmen inhibe etmiştir. Yüksek sıcaklıklarda elma meyvelerinin ise zarar gördüğü, meyve yüzeyinde yanıklıklar oluştuğu (heat scald) meyvenin kalite ve kantitesinin azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan, 55°C sıcak su uygulamasıfungus gelişimini azaltmış meyve yüzeyinde ise herhangi bir zarara neden olmamış, meyve kalitesinin korunduğu tespit edilmiştir. Bu sıcaklık derecesi her iki elma çeşidi (Red Delicious ve Granny Smith) için de uygun görülmüştür. Maxin ve ark. (2012) elma meyvesinde *Penicillium expansum'*un neden olduğu enfeksiyonlarıve fungus sporlarının gelişimini önlemek için 52 °C'de 3 dakika inkübe edilmesiyle başarılı sonuçlara ulaşmışlardır.

Ancak, 52°C üzerindeki sıcaklıların meyve kalitesine zarar verdiğini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 55°C'de 3 dakika ile başarı elde edilmiştir.

Deneme boyunca meyve çaplarında önemli bir farklılık görülmemiştir. Genel olarak elma meyvelerindeki çap kayıpları *P. expansum*ile inokule edilen yara+ Sıcak su ve fungus+ Sıcak su olan muamelelerde görülmüştür. Elma çeşitleri açısından karşılaştırıldığında fungal hastalıklara karşı hassas olan elma meyvelerinde (Red Delicious) çap kaybı, dayanıklı elma çeşidine (Granny Smith) göre daha fazla görülmüştür. Fidan Yaşin (2016), domates meyvesinde sıcak su uygulamasının meyve çap değeri üzerinde olumlu sonuç verdiğini ifade etmiştir.

Uygulamalardan sonra 4 hafta boyunca meyve ağırlık kayıplarındaki en yüksek artışın fungus + yara (%5.8) muamelesinde olduğu görülmüştür. Enfeksiyon öncesi sıcak su uygulamasında görülen % ağırlık kaybı enfeksiyon sonrası sıcak su uygulamasında görülen % ağırlık kaybından az olmuştur. Yıldız ve ark. (2015), Trabzon hurmasında yaptıkları bir çalışmada 4 aylık muhafaza sonunda 55°C 10 dakika sıcak su uygulamasının ağırlık kaybını azalttığını bulmuşlardır. Burada önemli olan husus, fungal enfeksiyondan sonra yapılan sıcak su uygulamasının çok etkili olmadığıdır. Bunun en önemli nedenlerinden birinin enfeksiyon yerleştikten sonra sıcak su uygulamasının dokuyu güçlendirme etkisinin olmadığından ileri geldiği düşünülmektedir. Fungal etmenin sıcaklık uygulaması ile tamamen inhibe edilemediği üstelik fungusun çok daha yüksek sıcaklıklara direnç gösterdiği bu çalışma ile gösterilmiş, dolayısı ile enfeksiyon sonrası fungal etmenin engellenemeyeceği görülmüştür. Ancak enfeksiyon öncesi yapılan sıcak su uygulaması ile dokunun enzimsel faaliyetlerinin arttığı ve savunma sistemini güçlendirdiği belirlenmiştir. Bundan dolayı ağırlık kaybının daha az olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmada 50°C sıcak su uygulamasının elma meyveleri üzerinde deformasyonlara, meyve kabuğunda yanıklıklara neden olmadığı da görülmüştür. Enfeksiyon sonrası sıcak su uygulamasının elma meyveleri üzerinde olumlu bir etkisi

görülmemiştir ancak sıcak su uygulamasının kısmi iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür.

Depolama süresinin artması ile meyve yüzeyindeki lezyon çaplarında da artışlar meydana gelmiş, meyve yüzeyindeki lezyon çaplarına bakıldığında lezyon çapının en fazla enfeksiyon sonrası sıcak su uygulaması ve fungus inokule edilen muamelede olduğu görülmüştür. Çeşitler arasında ise Red Delicious çeşidinde Granny Smith çeşidine göre lezyon çapı daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedenlerinden birinin yukarıda bahsedildiği gibi enfeksiyon yerleştikten sonra geri dönüş mekanizmasının kapalı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Deneyde 55°C sıcak su uygulamasının enfeksiyon öncesi, enfeksiyon sonrası, yara dokuları üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Enfeksiyon öncesi sıcak su uygulaması fungus gelişimini azaltmış, lezyon çapını kısmen düşürmüştür. Enfeksiyondan sonra uygulanan sıcak su uygulamasında ise bazı meyvelerde lezyon çapı, özellikle Red Delicious meyve çeşidinde çürümeyi hızlandırmıştır.

Elma meyvelerinde görülen çürüme miktarları 3. haftadan itibaren önemli derecede artmaya başlamıştır. Yara + Fungus, Fungus + Sıcak su, Sıcak su+ Fungus ve Yara + Sıcak su muamelelerinde 4.haftada lezyon çapları 0.5cm'den fazla olduğu için %100 çürümüş kabul edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca kontrol ve sıcak su uygulanan muamelelerde meyve çürüklüğü görülmemiştir. Karabulut ve ark.(2005) sıcak su uygulamasının patates yumrularında meyve çürüklüğünü azalttığını ve lezyon çapının düştüğünü rapor etmişlerdir.

Red Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde sıcak su uygulama öncesi ve sıcak su uygulama sonrası inokule edilen *P. expansum'*un ve diğer muamele gruplarının meyve sertliği üzerine etkisi belirlenmiştir. Sıcak su uygulaması sonrası inokule edilen muamelede meyve sertliğinin korunduğu görülmüştür.

Dündar ve ark. (2007) sıcak su uygulamalarının meyve eti sertiği üzerine olumlu etkisi olduğunu saptamışlardır. Muhafaza süresinin artmasıyla meyve eti sertliğinde azalmalar görüldüğü ifade edilmiştir (Dündar,1999). Yine, Küçükbasmacı-Sabır ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada sıcak su muamelelerininBandida F1 domates çeşidinde meyve kalite ve muhafaza süreleri üzerine etkilerinin meyve eti sertliğinin korunmasında etkili olduğunu saptamışlardır.

Çalışmadaki muameleler BRİX değerleri açısından incelendiğinde genel olarak fungus inokule edilen muamelelerde kısmen artış olduğu görülmüştür. Red Delicious çeşidinde enfeksiyon öncesi sıcak su uygulamasındaki BRİX değerindeki artış enfeksiyon sonrası sıcak su uygulamasındaki muameleye göre daha fazla olmuştur. Granny Smith çeşidinde ise enfeksiyon öncesi sıcak su uygulamasındaki BRİX değeri daha az olmuştur. Fidan Yaşin (2016), domateste enfeksiyon öncesi sıcak su uygulamasındaki BRİX değerinin enfeksiyon sonrası uygulamalardan daha az olduğunu saptamış, bunun patojenin enfeksiyonunun inhibisyonunda önemlirol oynadığını ifade etmiştir. Toplam çözünen maddenin az olması ortamda daha az serbest şeker ve aminoasit anlamına geleceğinden patojenin gelişmesi için oluşacak ortam da patojen için elverişli hale gelmeyecektir. Bundan dolayı sıcak su uygulamasının pozitif tarafı test edilmiştir.

Depolama süresi uzadıkça meyve pH değerlerinde oluşan değişimler incelendiğinde Red Delicious çeşidinde pH değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Muameleler arasında ise en fazla azalma enfeksiyon sonrası sıcak su uygulamasında, en az azalma ise negatif kontrol muamelesinde olduğu görülmüştür. Granny Smith çeşidinde ise pH değerlerinde çok fazla değişiklik görülmemiştir. Ajayi ve Olasehinde (2009) hastalık etmeni dokuda enfeksiyon sonucu pH derecesinde düşüşe neden olduğunu saptamışlardır. Gök ve ark. (2017) ise Hünnap meyvelerinde sıcak su uygulamasının pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, depolama süresi boyunca bu değerlerin benzerlik gösterdiğini saptamışlardır. Enfeksiyon sonrası pH seviyesinin düşmesi ortama hidrojen atomu ilavesi ile mümkün olmaktadır. Parçalanan hücre duvaralrından çıkan hidrojen atomları ortama geçtiğinde pH derecesinin düşmesinin buna bağlı olduğu göze

çarpmaktadır. Yine, ortamın tire edilebilir asit seviyesinin ölçümü de bu mekanizma ile bağlantılı olarak ölçülmüştür. Bizim çalışmamızda TA değerinin çok fazla değişim göstermemesinin soğuk koşullarda muhafaza edilen meyvelerin pathojen enfeksiyonun hızla ilerlemesine engel olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

P. expansum, fungal sporulasyonun ve miselyal gelişimin kontrolü amacı ile 20°C – 80°C sıcak su banyosunda 3 dakika inkube edildikten sonra oda sıcaklığında 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bizim çalışmamızda kullanılan sıcaklık (55°C) düzeyinin patojen gelişimi üzerine olumsuz etkisi bulunmasına rağmen bu sıcaklık değerinin patojenin tamamen elimine edilmesi için yeterli bir sıcaklık düzeyi olmadığı ancak meyvelerin dokusal yapısının güçlendirilmesi için önemli bir eşik olduğu belirlenmiştir. Patojenin agresif özelliği sıcaklık testi ile de ölçülmüş, yüksek sıcaklıklarda bile patojenin miselyal ve sporulasyon gelişimini sürdürdüğü test edilmiştir. Fidan Yaşin (2016), *P. expasum* sporlarını sıcak su içinde 48 saat inkube etmiştir. Sıcaklığın fungus sporlarının çimlenme durumlarında inhibe edici bir özelliği olmadığını rapor etmiştir. Yine, Maxin ve ark. (2012), yüksek sıcak su uygulamasının fungus sporlarının gelişimi üzerine olumlu etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmada KI testi de uygulanmış, elma meyvelerinin nişaştadan şekere dönüşümü test edilmiştir. Şekere dönüşme oranı patojen için önemli bir enfeksiyon başlanıcı olduğundan enfeksiyon hızı da şeker oranı ile test edilebilmektedir. Bizim çalışmamızda, şekere dönüşme oranı da test edilmiş, soğuk koşullarda muhafaza elma meyvelerinde önemli bir şeker dönüşümünün olmadığını ayrıca sıcak su uygulamasının bu dönüşümü hızlandırmadığı görülmüştür. Bu durum, patojenin bulunduğu yani enfekte edildiği alanda bloke edilmesi için öenmli bir aşama olarak değerlendirilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışmada elma meyvelerinde hasat sonrası hastalık etmeni olan *P. expansum*'un sıcak su uygulaması ile enfeksiyonun engellenmesi imkanları araştırılmıştır. Soğuk ortamda (4°C)elma muhafazası üzerine 55°C, 3dakika sıcak su uygulamasının çalışma sonucunda olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Araştırmadan elde edilen verilere göre enfeksiyon öncesi sıcak su uygulamasının daha olumlu sonuçlar verdiği, elma meyvelerinin uzun süre muhafaza edilmesinde katkısı olduğu belirlenmiştir. Enfeksiyon sonrası sıcak su uygulamasının verilen parametrelerde daha az etkili olduğu belirlenmiştir.*P. expansum*'un tamamen engellenemeyip, enfeksiyonun belli derecede geciktirilmesi, elmaların tüketilme peryodunu arttırmaktadır.

5.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen verilere göre elma meyvelerinde depolama işleminden önce 55°C, 3 dakika sıcak su uygulaması meyvelerin kalite parametrelerini bozmadığı gibi muhtemel patojen inokulasyonu ve penetrasyonunu engellemede önemli bir yöntem olarak test edilmiştir. Sıcak su, meyve dokusunu güçlendirmiş, yaralanmalar sonucu oluşan fungus gelişimininin diğer dokulara penetrasyon kabiliyetini engellemekte önemli bir yöntem olarak görülmüştür. Meyvelerin raf ömrünün uzatılmasında kullanılacak bir potansiyele sahip olduğu test edilmiştir.

Ucuz ve basit teknolojilerin uygulama alanlarında yayın olarak kullanılması ve bu uygulamaların diğer metodlar ile kombine edilerek etkinliğinin arttırılması patojen enfeksiyonunu ve yayılmasını engelleyecek potansiyele sahip uygulamalardır. Sıcak su uygulamasının İsrail ve Amerika Birleşik Devletleri gibi birçok ülkede yaygın olarak kullanılması, bu yöntemin kullanılabilirliğini ortaya koymuş, özellikle, ihracat yapan ülkelerin en büyük sorunu olarak göze çarpan

aklıntı sorununun bu metot veya bu metot ile kombine edilecek diğer metotların etkinliğini artıracağı düşünülmektedir (Fallik ve ark., 2000)

KAYNAKLAR

Anonim, 2017. http://www.sorhocam.com. Tarımda elmanın yeri.

AJAYI, A. and OLASEHİNDE, 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

AMIRI, A. and BOMPEIX, G.,2005. Diversity and population Dynamics of *Penicillium* spp. on apples in pre and postharvest environments. Consequences for decay development. Plant Pathol. 54: 74-81.

AMIRI, A. and BOMPEIX, G., 2011. Control of *Penicillium expansum* with potassium phosphite and heat treatment. Crop Protect. 30: 222-227

BALDY, R.W., SOMMER, N. F. and BUCKLEY, P.M.,1970. Recovery of viability and radiation resistance by heat-injured conidia of penicillium expansum Lk. ex Thom. J. Bacteriol. 102: 514-520.

BENLİ, M., 2003. Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojikmücadele. Orlab On Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1(8): 1-25.

BEN-YEHOSHUA, S., RODOV, V., PERETZ, J. and NAFUSSI, B.,1998. Hot water dip reduces decay lower chilling injury of citrus fruits. XXV. IHC, Brussels. Abstracts p: 367.

BURAK, M., BÜYÜKYILMAZ, M. ve ÖZ, F., 1994. Yerli ve yabancı elma seçimi III. Bilimsel araştırma ve incelemeler. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova. 38s.

BURAK, M., TÜRKELİ, Y., AKÇAY, M. E. ve YAŞASIN, A. S., 2003. Bazı yeni elma çeşitlerinin Doğu Marmara Bölgesindeki verim ve kalitelerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Bahçe Bitkileri Kongresi. Antalya, S: 303-305, 06.05.2015.

BURCHILL, R. T. 1964. Hot water as a possible post harvest control of gloeosporium rots of stored apples. Plant Pathol. 13: 106-107.

DEKOCK, S. L. and HOLZ, G. 1992. Blossom-end rot of pears: systemic infection of flowers and immature fruit by *Botrytis cinerea*. Phytopathol. Zeitschr. 135: 317-327.

DÜNDAR, Ö. ve ÖZKAYA, O., 2007. Derim sonrasında sıcak su uygulamalarının Granny Smith Elmasının muhafazası üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1):47-56.

FALLIK, E., GRİNBERG, 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., TUVIAALKALAI, S., FENG, X. and LURIE, S., 2001.Ripening characterisation and decay development of stored apples after a short pre storage hot water rinsing and brushing. Innov. Foof Sci. Emerg. Technol.2: 127-132.

FİDAN YAŞİN, S., 2015. Sıcak su uygulamalarının hasat sonrası domates meyvelerinde *Penicillium expansum'un* gelişimi üzerindeki etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 49s.

GONZALEZ, A., ZACARIAS, M., MULAS, M. and LAFUENTE, T.,1997. Temperature and duration of water dips influence chilling injury, decay and polyamine content in future mandarins. Post harvest Biology and Technology 12:61-69

GÖK, Z., TÜRK, B. ve ŞEN,F.,2017. Hasat sonrası sıcak su uygulamasının Hünnap meyvelerinin kalite ve depolanabilirliğine etkileri. Araştırma makalesi, VII. Bahçe ürünlerinde muhafaza ve pazarlama sempozyumu.Meyve Bilimi. 2: 63-69.

HARA, A. H., HATA, T.Y., TENBRINK, V.L., HU, B., and KANAKE, R. T.,1996. Postharvest heat treatment of red ginger flower as a possible alternative to insecticidal dip. Postharvest Biol. Technol. 7:137-144.

KARABULUT, Ö.A., KURUOĞLU, G., İLHAN, K. ve ARSLAN, Ü. 2005. Hasat Sonrası Hastalıklara Karşı Sıcaklık Uygulamalarının Kullanımı. OMÜ. Zir. Fak. Dergisi, 20(1):94-101.

KİRPİ, N. ve DÜNDAR, Ö. 2011. Derim sonrası sıcak su uygulamasının hicaznar çeşidinde muhafaza kalitesi üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 26(3): 195-204.

KLEIN, J.D and LURIE, S., 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Inf. 2: 15-19.

KOVANCI, O. ve PEHLEVAN, B., 2013. Dünyada Biyoteknik Yöntemlerin Durumu ve Geleceği. Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele.Ed: Dr Nevzat Birişik. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara,73.

LAHLALI, R., SERHINI, M.N. and JIKALHIM, H., 2005.Development of abiological control method agains postharvest diseases of citrus fruits. Commun Agric apple. Biol. Sci. 70: 47-58.

LAHLALI, R., SERHINI, M.N. and JIKALHIM, H., 2004. Efficacy assesmen of candida oleophila (strain O) and pchia anomala (strain K) agains major postharvest diseases of citrus in morocco. Comm Agr Apple Biol Sci. 69: 601- 609.

LURIE, S. and KLEIN, J. D., 1992.Calcium and heat treatmens to improve slorability of 'Anna' apples. Hort science. 27: 36-39.

LURIE, S., 1998. Postharvest heat treatments. Postharvest Biology and Technology. 14: 257-269.

LURIE, S., FALLIK, E. and KLEIN, J.D., 1995.The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake. Postharvest Biology and Technology. 8: 271-277

LURIE, S., KLEIN, J.D. and ARIE, R.B., 1992.Postharvest heat treatments as a possible means of reducing superficial scald of apples. J. Hortic. Sci. 65: 503-509.

MAXIN, P., FIEGER-METAG, N., BENDUHN, B., KRUSE, P. and HEYNE, P.,2006. Hot water dipping in northern germany on farm results after four years of scientific work. In Boos, M. H.(ed): Proceedings of the 12th ınternational Conference on cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing. FÖKO, Weinsberg, Germany,118-120.

MAXIN, P., WEBER. RWS., LİNDHARD PEDERSEN. H and WİLLİAMS.M., 2012. Hot water dipping of apples to control *Penicillium expansum*, *Neonectria galligena* and *Botrytis cinerea*. Effect of temperature on spore germination and fruit rots. Europ. J. Hort. Sci. 77: 1-9.

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.

NERİ, F., MARI, M., BRIGATI, S. and BERTOLINI, P. 2009.Control of *Neofabraea alba* by plant volatile compounds and hot water. Postharvest Biol. Technol. 51: 425-430.

PIERSON, C.F., 1968.Method for determining the sensitivity of fungus spores to hot water. Phytopathology 58: 538-539.

ÖZBEK, S., 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 128, Adana. 486s.

ÖZCAN, M., YAZICIOĞLU, E., AKYÜZ, B. ve SERDAR, Ü., 2017. Kestanelerde farklı sıcak su uygulamalarının muhafaza süre ve kalitesine etkileri. VII Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Senpozyumu. 1: 108-113.

SİNGH, D. and SHARMA, R. R. 2007. Postharvest diseases of fruit and vegetables and their management. In: Prasad, D., editor. Sustainable Pest Management. Daya Publishing House, New Delhi, India.

SCHIRRA, M., HALLEWIN, G. D., BEN-YEHOSHUA, S. and FALLIK, E., 2000. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biol.Technol. 21: 71-85.

SHELLIE, K. C. and MANGAN, R. L., 1994. Postharvest quality of valencia orange after exposure to hot moist forced air for fruit fly disinfestation. Hort Science 29: 1524-1527.

SHELLIE, K. C. and MANGAN, R. L., 1994. Tolerance of red fleshed grape fruit to a constant or stepped temperature, forced air quarantine heat treatment. Postharvest Biol. Technol. 7: 151-159.

SHELLIE, K. C. and MANGAN, R. L., 1996.Tolerance of red fleshed grape fruit to a constant orstepped temperature, forced air quarantine heat treatment. Postharvest Biol. Technol. 7: 151-159.

SPOTTS, R. A. and CHEN, P. M., 1987.Prestorage heat treatment for control of decay of pear fruit. Phytopathology, 77: 1578-1582.

SPADARO, D., GARIBALDI, A. and GULLINO, M. L., 2004. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apple combining a biocontrolagent with hot water dipping and acibenzolar s methyl, baking soda, or ethanol application. Pastharvest Biol. Technol. 33: 141-151.

SOTOME, I., TAKENAKA, M., KOSEKİ, S., OGASAWARA, Y., NADACHİ, Y., OKADOME, H. and ISOBE, S.,2009. Blanching of potato with super heated steam and hot water spray. LWT Food Science and Technology 42: 1035-1040.

TEMUR, C., 2012. Elmalarda hasat sonu çürüklüğü oluşturan *penicillium expansum*'un ışınlama ve ışınlama sodyum karbonat kombine uygulamasıyla engellemesi üzerine araştırmalar. Erciyes Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Yükseklisans tezi, Kayseri,85s.

TRIERWEILER, B., SCHIRMER, H. and TAUSCHER, B. 2003.Hot water treatment to control Gloeosporium disease during long-term storage. J. Apple. Bot. 77: 156-159.

TRONSMO, A and RAA, J.1977. Life cycle of the dry eye rot pathogen *Botrytis cinerea* pers. On apple. Phytopathol. Zeitschr. 89: 203-207.

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.

WEBER, R.W.S.2009.Lagerfaulen an apfeln: Aktuelles aus Europa. Mitt. dovrd. Alten Landes 64: 227- 231

WOOLF, A. B.,1997. Reduction of chilling injury in stored hass avakado fruit by 38 °C water treatmens. Hort Science 32(7): 1247-1251

YILDIZ, E., ÖZDEMİR, A E., TOPLU, C., DUMAN, C. ve ÜNLÜ, M., 2015. Sıcak su uygulamalarının 'Hana Fuyu ' Trabzon hurmalarında soğukta muhafazaya etkileri. Araştırma makalesi. Dergi Park 2: 1-8.

ZONG, Y., LIU, J., LI, B., QIN, G. and TIAN, S.,2010. Effects of yeast antagonists in combination with hot water treatment on postharvest diseases of tomato fruit. Postharvest Biological Control. 54: 316-321.

ZHAO, Y., WANG, R., TIU, K., and LIU, K., 2011. Efficocy of preharvest spraying with pichia guilliermendii on postharvest decay and guailty of cherry tomato fruit during storage. African Journal of Biotechnolog. 10(47):9613-9622.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Remziye KALGI
Uyruğu **:** T.C
Doğum Yeri ve Tarihi **:** Siverek/ 20.02.1987
Telefon **:**05072363263
e-mail **:** remziye.6336@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**		**Bitirme Yılı**
Lise	: Siverek Lisesi	Siverek/Şanlıurfa	2004
Üniversite			
Önlisans	: Siverek MYO	Siverek/Şanlıurfa	2010
Lisans	: Harran Üniversitesi	Merkez/Şanlıurfa	2015
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi	Merkez/Şanlıurfa	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-2012	MEB	Ücretli öğretmenlik

UZMANLIK ALANI **:**Bitki Koruma

YABANCI DİLLER **:**İngilizce