



**İĞDIR İLİNDE ELMA (*Malus domestica* L.) ÇEŞİTLERİNİN
ATEŞ YANIKLIĞI (*Erwinia amylovora*) (Burr.) WINSLOW *et al.*), HASTALIĞINA KARŞI DUYARLILIK DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Aydın KAYA
Yüksek Lisans Tezi

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

1.Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ

2.Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

2019

Her hakkı saklıdır

T.C.

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İĞDIR İLİNDE ELMA (*Malus domestica* L.) ÇEŞİTLERİNİN ATEŞ YANIKLIĞI
(*Erwinia amylovora* (Burr.) WINSLOW *et al.*), HASTALIĞINA KARŞI
DUYARLILIK DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Aydın KAYA

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

İĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

Dr.Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ danışmanlığında Aydın KAYA tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Bitki Koruma Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Cafer EKENİmza:

Üye: Prof. Dr. İrfan ÇORUH.....İmza:

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ.....İmza:

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Ramazan GÜRBÜZİmza:

Üye: Dr. Öğt. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ.....İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/ /2019 tarih ve 2019/sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Aydın KAYA



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.

ÖZET

IĞDIR İLİNDE ELMA (*Malus domestica* L.) ÇEŞİTLERİNİN ATEŞ YANIKLIĞI (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*,). HASTALIĞINA KARŞI DUYARLILIK DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

KAYA, Aydın

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

1.Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ

2.Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

Ağustos 2019, 72 sayfa

Erwinia amylovora (Burr.) Winslow *et al.*,)'ın sebep olduğu ateş yanıklığı hastalığı elma, armut ve diğer Rosaceae familyası bitkilerini etkileyen en ciddi ve en tahripkâr hastalıktır. 2014 ve 2015 yıllarında, Iğdır ilinden alınan hastalıklı bitki örneklerinden toplam 79 bakteri straini izole edilmiş, bunlardan 58 tanesi *E. amylovora* olarak tanılanmıştır. Ateş yanıklığı hastalığına karşı çeşit reaksiyonu denemesinde 11 elma çeşidinin reaksiyonu test edilmiş, çeşitlerin duyarlılıklarının yaprak ve sürgün inokulasyonuna bağlı olarak farklılıklar sergilediği görülmüştür. Çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı gösterdikleri yaprak reaksiyonu değerlendirilmiş ve bir tanesinin çok duyarlı (Pink Lady), 4 tanesinin duyarlı (Jeromine, Granny Smith, Mondial Gala ve Amasya) ve 6 tanesinin orta derecede duyarlı (Stark Crimson, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec ve Golden Reinders) olduğu saptanmıştır. Sürgün inokulasyonu sonucu elde edilen çeşit duyarlılığına göre ise 8 çeşit (Stark Crimson, Jeromine, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec, Granny Smith ve Mondial Gala) az duyarlı, 3 çeşit (Amasya, Golden Reinders ve Pink Lady) ise orta derecede duyarlı olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Erwinia amylovora*, Ateş Yanıklığı, Dayanıklılık, Elma, Iğdır

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE SUSCEPTIBILITY LEVELS AGAINST FIRE BLIGHT DISEASE (*Erwinia amylovora* (BURR.) WINSLOW *et al.*) ON APPLE (*Malus domestica* L.) IN IĞDIR

KAYA, Aydın

Master Thesis, Plant Protection Main Discipline

1st Thesis Adviser: Asst. Prof Dr. Mesude Figen DONMEZ

2nd Thesis Adviser: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

August 2019, 72 Pages

Erwinia amylovora (Burr.) Winslow *et al.*,) is the most serious and destructive bacterial disease affecting apple, pear and other Rosaceae family. In 2014 and 2015, total 79 bacterial strains were isolated from diseased plant samples taken from Iğdır province. 58 strains of them were identified as *E. amylovora*. 11 varieties of apples were tested for various reactions against *E. amylovora*. It was observed that the sensitivity of the varieties showed differences according as inoculation of leaves and shoots. As a result of leaf inoculation; Pink Lady was highly susceptible, 4 varieties (Jeromine, Granny Smith, Mondial Gala and Amasya) were susceptible and 6 varieties (Stark Crimson, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec and Golden Reinders) were moderately susceptible. According to evaluations of shoot inoculation; 8 varieties (Stark Crimson, Jeromine, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec, Granny Smith and Mondial Gala) were few susceptible and 3 varieties (Amasya, Golden Reinders and Pink Lady) were moderately susceptible.

Keywords: *Erwinia amylovora*, Fire Blight, Resistance, Apple, Iğdır

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Elma (*Malus domestica* L.) yetiştiriciliği ülkemizde olduğu gibi Iğdır ilimizde de önemli bir tarımsal faaliyettir. Ancak son dönemlerde Iğdır ilinde *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*’ın neden olduğu ateş yanıklığı hastalığı sebebi ile birçok elma ve yumuşak çekirdekli meyve bahçesi zarar görmüş, hatta son dönemlerde bazı bahçelerdeki ağaçların tamamı sökülerek yerlerine başka ürünler ekilmiştir. Oldukça tahripkar olan bu hastalığın mücadelesinde çeşitli yöntemler uygulanmakta ancak tam bir başarı sağlanamamaktadır. Bu nedenle hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Yüksek lisans tezimin tespitinde ve hazırlanmasında, manevi desteklerini ve tecrübelerini benden esirgemeyen, tecrübe bilgi ve birikimleriyle yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana yol gösteren çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ hocama sonsuz teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimimin Erzurum Atatürk Üniversitesi kısmında her konuda desteğini sunan sayın hocam Prof. Dr. İrfan ÇORUH’ a, çalıştığım dönemdeki survey çalışmalarında her türlü desteği sunan Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü çalışanları ve mesai arkadaşlarıma, aynı dönemde yüksek lisans yapan ve tez yazım aşamasında bana destek olan dostum Halit ANAK’a, her zaman yanımda olarak manevi desteğini veren aileme teşekkürü borç bilirim.

Aydın KAYA

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Hastalık Etmeni	10
1.2. Hastalığın Konukçuları	11
1.3. Hastalığın Yayılması	12
1.4. Hastalığın Belirtileri	12
1.5. Hastalığın Mücadelesi	15
2. KAYNAK ÖZETLERİ	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar	27
3.1.2. Çalışmada kullanılan bitki materyali	27
3.1.2.a. Stark Crimson.....	27
3.1.2.b. Joremini	27
3.1.2.c. Williams Pride	27
3.1.2.ç. Red Chief	28
3.1.2.d. Scarlet Spur.....	28
3.1.2.e. Fuji Zehn Astec.....	28
3.1.2.f. Granny smith.....	28
3.1.2.g. Mondial Gala.....	29
3.1.2.ğ. Amasya.....	29
3.1.2.h. Golden Reinders.....	29
3.1.2.ı. Pink Lady.....	29

3.1.3. Çalışmada kullanılan patojen strainleri	31
3.1.4. Çalışmada kullanılan karşılaştırma kültürleri	31
3.1.5. Çalışmada kullanılan besi yerleri ve çözeltiler	31
3.1.5.a. Nutrient Agar.....	31
3.1.5.b. Nutrient Sukroz agar	31
3.1.5.c. Nutrient Broth.....	31
3.1.5.ç. Yeast Dexrose Carbonate Agar (YDC).....	31
3.1.5.d. Trypticase Soy Broth Agar (TSBA) Besiyeri	31
3.1.5.e. King B Besiyeri.....	32
3.1.5.f. %70'lik Etil Alkol.....	32
3.1.5.g. %30'luk Gliserol.....	32
3.1.5.ğ. %3'lük KOH Çözeltisi.....	32
3.1.5.h. %7'lik H ₂ O ₂ Çözeltisi.....	32
3.1.5.ı. Hücre Parçalama (Saponification) Çözeltisi	32
3.1.5.i Metilleştirme (Methylation) Çözeltisi	32
3.1.5.j. Saflaştırma (Extraction) Çözeltisi	32
3.2.5.k. Bazık Yıkama (base wash) çözeltisi	32
3.2. Metot	33
3.2.1. Hastalıklı bitki örneklerinin toplanması	33
3.2.2. Bakteri strainlerinin izolasyonu ve stok kültürlerin hazırlanması.....	34
3.2.3. Mikroorganizmaların Yağ Asit Profillerine Göre Tanısı.....	34
3.2.3.a. Aerobik bakteri strainlerinin Trypticase Soy Broth Agar (TSBA) besiyerinde geliştirilmesi	35
3.2.3.b Yağ Asit Methil Esterlerinin Saflaştırılması.....	35
3.2.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) Testi	36
3.2.5. Patojenisite Testi	36
3.2.6. Morfolojik Testler	37
3.2.6.a. Koloni Morfolojisi	37
3.2.6.b. Hareketlilik Testi	37
3.2.7. Biyokimyasal Testler	37
3.2.7.a. Gram reaksiyon testi	37

3.2.7.b. Katalaz Testi	37
3.2.7.c. Oksidaz Testi	38
3.2.7.ç. Levan Testi	38
3.2.7.d. Fluorescent Pigment Üretim Testi.....	38
3.2.7.e. 36 °C de Gelişim Testi.....	38
3.2.7.f. Ham Armut Testi.....	39
3.2.8. Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Çeşit Reaksiyonu Denemesi.....	39
3.2.8.a. Patojen Bakteri Süspansiyonunun Hazırlanması	39
3.2.8.b.Çeşitlerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Yaprak Reaksiyonunun Belirlenmesi	39
3.2.8.c.Çeşitlerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Sürgün Reaksiyonunun Belirlenmesi	40
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	42
4.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması	42
4.2. Bakteri Strainlerin İzolasyonu ve Stok Kültürlerin Hazırlanması	42
4.3. Mikroorganizmaların Yağ Asit Profillerine Göre Tanısı	43
4.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık (HypersensitiveResponse=HR) Testi	47
4.5. Patojenisite Testi	48
4.6. Koloni Rengi	50
4.7. Hareketlilik Testi	50
4.8. Gram Reaksiyon Testi	50
4.9. Katalaz Testi	51
4.10. Oksidaz Testi.....	51
4.11. Levan Testi	51
4.12. Fluorescent Pigment Üretim Testi	52
4.13. 36 °C 'de Gelişim Testi	52
4.14. Ham Armut Testi	52
4.15. Amilaz Testi	52
4.16. Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Çeşit Reaksiyonu Denemesi	57
4.16.a. Çeşitlerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Yaprak Reaksiyonunun Belirlenmesi.....	58

4.16.b. Çeşitlerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Sürgün Reaksiyonunun Belirlenmesi.....	59
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	73



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
⁰ C	Santigrat derece
Cm	Santimetre
µl	Mikolitre
Da	Dekar
Dk.....	Dakika
dH ₂ O	Distile su
g	Gram
H ₂ O	Su
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
Ha	Hektar
Kg	Kilogram
L	Litre
m ²	Metrekare
Ml	Mililitre
MgSO ₄	Magnezyum Sülfat
Mm	Milimetre
Nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
⁰ C	Santigrat derece
Sn	Saniye
Sa	Saat
SdH ₂ O	Steril distile su
sH ₂ O	Steril su
Zn.....	Çinko

Kısaltmalar

<i>DNA</i>	Deoksiribo nükleik asit
<i>E. amylovora</i>	<i>Erwinia amylovora</i>
<i>FAO</i>	Dünya Ticaret Örgütü
<i>FAME</i>	Yağ asidi metil ester
<i>GYCA</i>	Glikoz Yeast Kalsiyum Karbonat Agar
<i>HR</i>	Hypersensitive Response
<i>KCL</i>	Potasyum klorür
<i>KOH</i>	Potasyum hidroksit
<i>MIS</i>	Mikrobiyal İdentifikasyon Sistemi
<i>NAS</i>	Nutrient Agar + Starch
<i>NB</i>	Nutrient Broth
<i>NA</i>	Nutrient Agar
<i>NaCL</i>	Sodyum klorür
<i>NSA</i>	Nutrient Sukroz Agar
<i>RNA</i>	Ribonükleik asit
<i>TSA</i>	Trypticase Soy Agar
<i>TSB</i>	Trypticase Soy Broth
<i>TÜİK</i>	Türkiye İstatistik Kurumu
<i>UV</i>	Ultraviyole lamba
<i>YDC</i>	Yeast Dextrose Carbonate Agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Ateş yanıklığı hastalığının dünya çapında yayılışı.....	5
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan elma çeşitleri	30
Şekil 3.2. Hastalıklı Bitki örneklerinin toplanması.....	34
Şekil 3.3. Sürgün inokulasyonu.....	41
Şekil 4.1. A) İzolasyon için laboratuvara getirilen hastalıklı bitki örneği, B) Hastalıklı bitki örneklerinden izolasyon.....	42
Şekil 4.2. İzolasyon sonrası stok kültürlerin hazırlanması	44
Şekil 4.3. Elde edilen bakteri strainlerinin yağ asit profilinin MIS sisteminde Analizi	44
Şekil 4.4. Tütünde HR testi	47
Şekil 4.5. AK 12 straininin katalaz testinde oluşturduğu kabarcık	51
Şekil 4.6. Çeşit reaksiyon denemesinde yaprak inokulasyonu.....	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Bazı ülkelerde 2017 yılı elma üretim miktarları	2
Çizelge 1.2. Ateş yanıklığı hastalığının varlığının tespit edildiği ülkeler.....	5
Çizelge 3.1. Sürvey çalışması yapılan köy ve mahalleler	33
Çizelge 3.2. Çeşitlerin yaprak reaksiyonuna ait duyarlılık sınıfları ve karakterleri.	40
Çizelge 3.3. Çeşitlerin sürgün reaksiyonuna ait karakterleri ve sınıfları	41
Çizelge 4.1. 2014 yılında hastalıklı elma örneklerinden izole edilen bakteri strainlerinin sayısı ve izole edildiği yerler	43
Çizelge 4.2. Bakteri strainlerinin yağ asit profillerine göre (MIS) tanı sonuçları...	44
Çizelge 4.3. Bakteri strainlerinin patolojik test sonuçları	48
Çizelge 4.4. Erwinia strainlerinin morfolojik ve biyokimyasal test sonuçları	53
Çizelge 4.5. 2015 yılı Mayıs ve Haziran ayı iklim verileri.....	57
Çizelge.4.6. 2016 yılı Mayıs ve Haziran ayı iklim verileri.....	57
Çizelge 4.7. Çeşitlerin yaprak reaksiyonuna ait hastalık şiddeti indeksi, duyarlılık sınıfları ve karakterleri	59
Çizelge 4.8. Çeşitlerin sürgün reaksiyonuna ait çeşit duyarlılığı, duyarlılık sınıfları ve karakterleri	60

1.GİRİŞ

Elma (*Malus domestica* L.) yumuşak çekirdekli meyve türleri arasında kültür tarihi en eski olan ve kültürüne en çok önem verilen bir meyvedir. Adaptasyon kabiliyetinin yüksekliği ve çeşit sayısının fazlalığı sayesinde ılıman iklim meyve türleri arasında en fazla üretilen ve tüketilen tür olmuştur (Deveci, 2000).

Gülgiller familyasında yer alan *Malus* cinsi değişik ülkelerde yetiştirilen 30'dan fazla türe sahiptir ve bu türlere ait yazlık, kışlık ve güzlük çeşitleri içermektedir (Way *et al.*, 1990). Bilhassa kışlık çeşitlerin iyi saklanma şartları altında uzun süre dayanabilmesi, nakliye elverişliliği, taze tüketim yanında kurutularak, meyve suyu, komposto, marmelat ve sirke şeklinde değerlendirilebilmesi elmanın önemini daha da arttırmaktadır. Aynı zamanda meyvesinde bol miktarda vitamin bulunmakta, özellikle A ve C vitaminleri, organik asit ve mineral maddeleri içermektedir. Zengin besin maddelerine sahip olması sebebiyle besleyici, bu besin maddelerinin çoğunlukla şifalı etkileri sebebiyle de bazı hastalıkları tedavi edici özellik göstermektedir (Anonim, 2014).

Elmanın anavatanı Anadolu, Kafkasya ve Türkistan'dır. İnsanlar, elma yetiştiriciliğine M.Ö. başlamışlardır. Elmanın Avrupa'ya girişi ilk kez Yunanlar ve Romalıların Anadolu'ya yayılmaları ve sonra da haçlı savaşları sırasında olmuştur. Elma Avrupa'dan Kuzey Amerika'ya ilk göçmenler tarafından götürülmüş ve Amerika'da 1868'den sonra yer yer elma bahçeleri kurulmaya başlanmıştır. Kültür elması günümüzde kuzey ve güney yarım kürenin hemen hemen bütün ılıman bölgelerine yayılmıştır. Kuzey Amerika, Güney Amerika, Yeni Zelanda ve Avustralya'da elma kültürü yeni olmakla birlikte buralar, en ileri düzeyde elma yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlerdir. Avrupa'da kültür elması İskandinavya'nın güneyine kadar çıkmakta, Akdeniz kıyılarında ancak yüksek yerlerde yetiştirilebilmekte, Kuzey Afrika'da Fas'ta önemli ölçüde üretilmektedir. Ayrıca Doğu ve Batı Hindistan'da, tropik Amerika'nın dağlık yerlerinde de elma yetiştirilmektedir (Anonim, 2009).

Anadolu, elmanın ana vatanı olmasının yanında önemli bir elma üretim merkezidir. Bugün Türkiye'nin hemen her bölgesinde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda güneyde Göller Bölgesi elmanın önemli

yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır. Elma kültürüne, İç Anadolu’da ırmak ve çayların sert hava akımlarına karşı korunmuş nemli vadilerinde, Doğu Anadolu’da alçak vadilerde, Ege Bölgesi’nde genellikle 500 m’den daha yüksek yerlerde, Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde ise dağlık yerlerin 1.000-1.200 m yüksekliğe sahip olan kesimlerinde rastlanmaktadır (Anonim, 2009).

Türkiye, elmanın anavatanlarından birisi olmasına rağmen ticari anlamda yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin sayısı azdır. Bugün dünyadaki elma çeşitlerinin sayısı 10.000’i aşmakta iken, Türkiye’de bu sayı 500 civarındadır (Janick *et al.*, 1996; zongun *et al.*, 2014). Her yıl çok sayıda yeni elma çeşidi geliştiriliyor olsa da üreticilerin bunları benimsemesi zaman almaktadır. Dünyadaki elma üretiminin hala yaklaşık %19’unu Red Delicious, %17’sini ise Golden Delicious eşitlerinin oluşturması buna en güzel örnektir (O’Rourke, 2003).

FAO 2017 yılı verilerine göre dünyada 4.933.841 milyon hektarlık alanda 83.139.326 milyon ton elma üretilmiştir. in 41.391.500 milyon ton üretimle dünya elma üretiminde %49,73 paya sahiptir. ABD (5.173.670 milyon ton, %6,22 pay), Türkiye (3.032.164 milyon ton, %3,64 pay) Polonya (2.441.393 milyon ton, %2,93 pay) ve Hindistan (2.265.000 milyon ton, %2,72 pay) ‘a sahiptir (izelge 1.1).

Çizelge 1.1. Bazı ülkelerde 2017 yılı elma üretim miktarları (FAO 2017).

lkeler	Miktar (Ton)
in	41.391.500
A.B D	5.173.670
Türkiye	3.032.164
Polonya	2.441.393
Hindistan	2.265.000
İran	2.096.749
İtalya	1.921.272
Fransa	1.710.755
Rusya	1.639.421
Brezilya	1.300.943

Türkiye, yaş meyve üretiminde dünyanın önemli üretici ülkelerinden birisi konumundadır. 24 milyon hektarlık tarım alanının yaklaşık % 13'ü (3,2 milyon ha) alanı meyve üretiminde kullanılmaktadır. Ülkemizde 2018 yılında 61.288.452 adet meyve veren yaştaki elma ağacından 3.625.960 milyon ton elma üretimi gerçekleşmiştir. (TÜİK 2018). Türkiye’de 2018 yılındaki toplam elma üretiminin %35,83’i Starking (1.299.390 ton), %23,84’i Golden (864.247 ton), %5,99’u Amasya (217.433 ton), %4,15’i Granny Smith (150.529 ton) ve geri kalanın %30,19’ unu diğer Elma (1.094,661 ton) türleri oluşturmuştur. (TÜİK, 2018).

Elma üretimi açısından Iğdır ili değerlendirildiğinde ise Iğdır’ın coğrafi özelliklerinin birçok meyve çeşidinin tarımına imkân sağladığı, bu özelliği ile çevre illerden farklılaştığı görülmektedir. Özellikle Aras Nehri’nin sulama imkânları sebebiyle, Doğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan en önemli bitkisel üretim alanlarına sahip illerimizden birisidir. Ovada kayısı, elma, şeftali, armut, üzüm, kiraz, vişne gibi birçok meyve çeşidi yetiştirilmektedir. Bu meyvelerden özellikle kayısı başta olmak üzere, elma ve şeftali yetiştiriciliği yöre çiftçisi için önemli bir gelir kaynağını oluşturmaktadır. Son dönemlerde Iğdır’da meyve üretim potansiyeli içinde elma üretimi yeni bahçe tesisleri ile artmaya başlamış, ilde yetiştirilen ürünler arasında elma, ikinci sırada yer almıştır. TÜİK verilerine göre, 2007 yılından günümüze kadar elma üretim alanı sürekli artış göstermiştir. Tarım Orman ve Hayvancılık Bakanlığı’nın sertifikalı fidan desteklemesi de elma dikiliş alanlarının artmasını sağlamıştır. Iğdır ilinde de bu amaçla pek çok yeni elma bahçesi tesis edilmiştir. 2018 yılı TÜİK verileri incelendiğinde Iğdır ilinde 59.201 da alanda meyve üretiminin yapıldığı görülmektedir. Bu alandan 2018 yılında yetiştirilen meyve türleri içerisinde elma ve kayısıdan sırasıyla 44.172 ve 36.194 ton ürün elde edilmiştir. Bu oranlar Iğdır’ın toplam meyve üretim miktarı olan 86.904 ton ‘nın 80.366 tonluk kısmını oluşturmaktadır. Bu üretim miktarları yaklaşık olarak Iğdır’ın toplam meyve üretiminin % 92,47’lik kısmına karşılık gelmektedir.

Elma üretimini, biyotik (böcekler, funguslar, bakteriler, virüsler, nematodlar, mikoplazmalar vs.) ve abiyotik etkenlerin (sıcaklık, nem, besin elementleri, toprak şartları, don, dolu, rüzgâr, kuraklık vs.) sebep olduğu birçok faktör büyük ölçüde sınırlandırmaktadır (Jones and Aldwinckle, 1991; Lamey and Stack, 1993; Anonim, 2001d; Kotan, 2002). Meydana gelen hastalık düzeyi; konukçunun duyarlılığı, patojenin

saldırıcılığı ve çevre şartlarına bağlı olarak değişmekte, kültürel uygulamalar, genetik tolerans, ağacın olgunluğu, stres şartları, ekim sıklığı ve dormansi periyodu hastalıkların epidemi oluşturmada anahtar rol oynamaktadır (Goldberg, 2000). Bütün bu faktörlere bağlı olarak bitkinin kök, kök boğazı, gövde, ana ve yan dallar, sürgün, yaprak, tomurcuk ve meyvelerinde zararlanmalar meydana gelmekte ve önemli verim kaybı ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2014a).

Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ve ülkemizde de elma yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli hastalıklar; bakteriyel ateş yanıklığı (*E. amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*), bakteriyel acı benek (*Pseudomonas syringae* pv. *papulans* (Rose) Dhanvantari), bakteriyel tomurcuk yanıklığı ve kabuk kavlaması (*Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* Hall.), kök kanseri (*Agrobacterium tumefaciens* (E.F. Smith & Townsend) Conn), saçak kök (*Agrobacterium rhizogenes* (Riker *et al.*), bakteriyel dal yanıklığı (*Erwinia stewartii*), kara leke (*Venturia prina*, *V. inequalis*), monilya (*Sclerotinia fructigena*), Nectria kanseri (*Nectria galligena*) ve beyaz kök çürüklüğü (*Rosellinia necatrix*)'dür (Jones and Aldwince, 1991; Hepaksoy ve ark., 1998; Kotan 2002; Günen ve Mısırlı, 2003). Bu hastalıklar içerisinde yer alan ateş yanıklığı, yumuşak çekirdekli meyvelerin en tahripkâr hastalığı olarak bilinmesinin yanı sıra bitkilerde bakterilerin de hastalık oluşturabildiğinin keşfedildiği ilk bitki bakteri hastalığı olma özelliğini de taşımaktadır (Karahana ve Üstün, 2014).

İlk kez 1780 yılında Kuzey Amerika'da ortaya çıkan ateş yanıklığı hastalığının günümüzde 43'ü EPPO üyesi olmak üzere toplam 54 ülkede varlığı bilinmektedir (Anonymous, 2014 b). Ateş yanıklığı hastalığının ABD'nden sonra görüldüğü ilk ülke Kanada'dır. Harrisona (1904), tarafından Ontario'da 1904 yılında birçok yerleşim yerinde görüldüğü bildirilmiştir (Van der Zwet and Keil, 1979). Kuzey Amerika kaynaklı olan ateş yanıklığı hastalığı ilk yazılı bildirimden yaklaşık 160 yıl sonra, 1950'lerin başında Atlas Okyanusu'nun diğer kıyısında yer alan İngiltere'de görülmüştür. Crosse *et al.*, (1958) tarafından 1956-1957 yıllarında İngiltere'nin Güney doğusunda yer alan Kent, Maidstone'a yakın armut ağaçlarında ateş yanıklığı epidemisinin görüldüğüne ilişkin ilk bildirimin yapıldığı Van der Zwet and Keil (1979) tarafından ifade edilmiştir. Hastalık etmeninin Avrupa kıtasına ilk girişinin denizasırlı nakliyatla gelen enfekteli materyal veya enfekteli meyve kasaları yoluyla olduğunun tahmin edildiği yine aynı araştırmacılar

tarafından bildirilmektedir. Hangi taşıma yolu ile Avrupa kıtasına girdiği tam olarak bilinmese de hastalık etmeni doğası gereği tıpkı Amerika kıtasında olduğu gibi düzenli bir şekilde Avrupa kıtasında da yayılmış, 1980’li yılların başında Akdeniz havzasına kadar ilerlemiştir. Hastalık ortaya çıkışından sonra dünya çapında geniş alanlarda yayılış göstermiştir. Ateş yanıklığı hastalığının dünya çapında yayılışı ve varlığının tespit edildiği ülkeler Şekil 1.1 ve Çizelge 1.2’de görülmektedir.



Şekil 1.1. Ateş yanıklığı hastalığının dünya çapında yayılışı (Anonymous, 2011a).

Çizelge 1.2. Ateş yanıklığının tespit edildiği ülkeler (Anonymous 2014 b ve c).

No	Ülkeler	İlk tespit edildiği tarih	İlk tespit edildiği konukçu
1	A.B.D.	1870	Armut
2	Kanada	1904	-
3	Yeni Zelanda	1920’ler	Armut, Ayva, Elma

Çizelge 1.2. (devam)

No	Ülkeler	İlk tespit edildiği tarih	İlk tespit edildiği konukçu
4	Meksika	1943	Armut, Elma
5	Birleşik Krallık	1957	Armut
6	Mısır	1964	Armut
7	Guatemala	1966	-
8	Hollanda	1966	Armut, <i>Crateagus spp.</i>
9	Polonya	1966	Armut
10	Danimarka	1968	Armut, Elma
11	Belçika	1970'ler	-
12	Almanya	1971	<i>Crateagus spp.</i>
13	Fransa	1972	<i>Crateagus spp.</i>
14	Kıbrıs	1984	-
15	Yunanistan	1984	-
16	Türkiye	1985	Armut, Ayva, Muşmula
17	Çek Cumhuriyeti	1986	<i>Crateagus spp.</i>
18	İrlanda	1986	<i>Cotoneaster sp.</i> , <i>Pyracantha sp.</i>
19	İsrail	1986	Armut
20	İsveç	1986	Armut
21	Makedonya	1986	Armut, Ayva
22	Norveç	1986	<i>Cotoneaster spp.</i>
23	Lübnan	1988	Armut
24	Bulgaristan	1989	Armut,
25	Ermenistan	1989	Ayva
26	İran	1989	Armut
27	İsviçre	1989	Armut
28	Sırbistan	1989	<i>Cotoneaster sp.</i>
29	Ürdün	1990	Armut
30	Bosna- Hersek	1991	-
31	Romanya	1992	-
32	Avusturya	1993	<i>Cotoneaster salicifolius</i>
33	Arnavutluk	1995	Armut

Çizelge 1.2. (devam)

No	Ülkeler	İlk tespit edildiği tarih	İlk tespit edildiği konukçu
34	Hırvatistan	1995	Armut, Ayva, Elma
35	İspanya	1995	Elma
36	Karadağ	1996	Armut
37	Macaristan	1996	Elma
38	Moldova	1996	Armut, Elma
39	Slovenya	2001	Armut
40	Rusya	2003	<i>Crataegus sp.</i>
41	Slovakya	2003	Armut, Ayva, Elma
42	Litvanya	2005	<i>Crataegus monogyna</i>
43	Suriye	2005	Armut, Ayva
44	Fas	2006	Armut, Elma, Ayva
45	Beyaz Rusya	2007	Armut, Elma
46	Letonya	2007	-
47	Ukrayna	2007	-
48	Kazakistan	2008	Armut, Elma
49	Kırgızistan	2008	-
50	Cezayir	2011	Armut
51	Estonya	2012	Armut
52	Tunus	2012	Armut
53	İtalya	-	-
54	Lüksemburg	-	<i>Cotoneaster salicifolius</i>

Patojen açısından elverişli şartlarda, hastalığın bitkideki ilerleyişi çok hızlı olmakta ve böylece kısa bir sürede, yüksek epidemiy yaparak çok önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Vanneste, 2000; Rodini ve ark., 2006; Sletten ve Rafoss, 2006).

Hastalığın ilk ortaya çıktığı ABD’nde, 1901-1910 yılları arasında, California’da çok büyük felakete neden olduğu bildirilmiştir. 1902 yılında California’da Bahçe Kültürleri Eyalet Yönetim Kurulu tarafından Fresno ilçesinde 125.000 adet ve Kings ilçesinde 43.700 adet armut ağacı bulunduğu bildirilmiştir. 1904 yılına kadar, 2 yıl

içerisinde, ateş yanıklığı nedeniyle bu sayı Fresnoda 1.500 ve Kingsde ise sıfıra düşmüştür. 1906 yılına kadar Hollister ve Santa Clara vadilerinde önemli ölçüde ateş yanıklığı hastalığı gözlenmiş ve 1908 yılına kadar eyaletteki Barlett çeşidi armut ağaçlarının üçte ikisi bu hastalık nedeniyle tahrip olmuştur. Yapılan bir tahmine göre, 1903-1908 yılları arasında Barlett çeşidinden kurulu armut bahçelerinde meydana gelen kaybın 5 milyon dolardan daha fazla olduğu bildirilmiştir. Güneyde bulunan San Joaquin vadisinde bulunan 4 ilçede ise armut ağaçlarının %95'i ortadan kalkmış ve bu ilçelerde yerleşik olan armut sanayi buralarda yeniden faaliyete geçirilememiştir (Van der Zwet and Keil, 1979).

ABD'nde New York ve Michigan'da Great Lakes yakınındaki birkaç alan dışında doğu, güney ve orta batıda yer alan eyaletlerin tamamında ateş yanıklığı hastalığının çok büyük tahribata neden olduğu bildirilmiştir. Illinois eyaletinde 1914 yılında elma ve armutta yaşanan tahmini kaybın 1,5 milyon dolar olduğu ve 1930 yılında aynı eyaletin güneyinde Yellow Transparent çeşidi elmalarda çok şiddetli ateş yanıklığı enfeksiyonu görüldüğü ve ürünün en az %30 azaldığı ve 50.000 dolarlık bir kaybın olduğu ifade edilmektedir. ABD'nde 1936 yılında armut toplam üretiminin tek başına ateş yanıklığı hastalığı nedeniyle %14 azaldığı, bunun yaklaşık 23.000 ton verim kaybı ve 4 milyon dolardan daha fazla bir ekonomik kayba neden olduğu bildirilmektedir. Yine 1944 yılında Greenwich yakınlarında yaşanan şiddetli epidemide, budama masrafları ve ürün kaybı nedeniyle üreticiye hastalığın haftalık olarak 1000 dolara mal olduğu ifade edilmektedir. 1951-1960 yılları arasında A.B.D.'de ortalama yıllık kaybın armutta 1,5 milyon dolar ve elmada ise hemen hemen 2,5 milyon dolara yakın olduğu tahmin edilmektedir (Van der Zwet and Keil, 1979).

Hastalık için uygun koşulların bir araya geldiği 1991 yılında güneybatı Michigan'da şiddetli bir epidemi olduğu ve tahmini kaybın 3,8 milyon dolar olduğu Van der Zwet and Beer (1995)'te bildirmişlerdir. Bu epidemiyi takip eden ve 2000 yılında Michigan'da ortaya çıkan şiddetli yanıklığın yaklaşık 6.300-9.300 da alanı kaplayan 350.000-450.000 adet elma ağacının sökülmesi nedeniyle bölge için toplam 42 milyon dolarlık bir ekonomik kayba neden olduğu rapor edilmiştir.

Ateş yanıklığı nedeniyle yaşanan önemli ekonomik kayıplar sadece A.B.D. ile sınırlı kalmamış, bunların yanı sıra Yeni Zelanda ve İngiltere gibi ülkelerde de şiddetli

kayıplar yaşanmıştır. 1927-1928 yıllarında Yeni Zelanda'da Sturmer ve Baharat çeşidi elmalarda tomurcuk enfeksiyonunun çok şiddetli olduğu ve hemen hemen % 100'e yakın kayıp gerçekleştiği bildirilmektedir. İngiltere'de 1966 yılında 1 Nisan'dan 5 Kasım'a kadar yaklaşık 12.000 adet enfekteli ağaç tespit edildiği ve bunların büyük bir çoğunluğunun çiftlikler ve fidanlıklarda bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca 1958-1969 yılları arasında İngiltere'de bu hastalık nedeniyle 20.000 adet armut ağacının yanı sıra 20.000 adet alıç, 15.000 adet dağ muşmulası ve 2.000 adet Ateş Diken'inin tahrip olduğu ifade edilmektedir (Van der Zwet and Keil, 1979).

Ateş yanıklığı hastalığının Mısır'da 1982-1984 yılları arasındaki yayılımını takip eden 1985 yılında, Le Conte çeşidi armut ağaçlarında %95'e varan ürün kayıplarına sebep olduğu belirtilmektedir (Van der Zwet and Beer, 1995). Kuzey ve Güney Kıbrıs'ta aynı hastalıktan dolayı armut ağaçlarının büyük bir kısmının kesildiği, 1987 yılında İsveç'te alıç ve armut ağaçlarında ciddi enfeksiyonlar sonucu bu ağaçların eradike edildiği ve yine aynı yıl Midilli adasında hastalığın tespit edildiği armutlarda başlatılan eradikasyon çalışmalarının devam ettiği bildirilmektedir (Anonim, 1988).

Ateş yanıklığı nedeniyle Lübnan ve İtalya'nın Emilia-Romagno bölgesinde de önemli kayıplar yaşandığı bildirilmektedir. 1997 yılında dünyanın önemli armut üretim alanlarından biri olan İtalya'nın Po Vadisinde 500.000 adet meyve ağacının tahrip olduğu Calzolari *et al.* (1999)'da rapor etmişlerdir. Romanya'da 1993-1997 yılları arasında 580.000 adet armut, elma ve ayva ağacının, Hırvatistan'da ise 1995'den bu yana 340.000 adet armut ve elma ağacının imha edildiği kaydedilmiştir (Cvjetkovic *et al.*, 1999; Severin *et al.*, 1999).

Hastalık ülkemizde Afyon ilinde 1985 yılında ilk kez tespit edildikten sonra çok hızlı yayılım göstermiş, kısa sürede diğer bölgelerde de saptanmıştır. 1986 yılında Isparta'nın Eğirdir ve diğer ilçelerinde, Aydın ve Denizli illerinde tespit edilmiş ve sonraki 5 yılda hastalık Ege Bölgesi'nin tüm illerinde armut, elma ve ayva gibi yumuşak çekirdekli meyve türlerinde görülmüştür (Öktem and Benlioğlu, 1988; Demir ve Gündoğdu, 1991). Hastalık Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1988-1990 yıllarında armut, elma, ayva ve yenedünyada önemli şikâyetlere neden olmuştur (Tokgönül ve Çınar, 1991). Batı Akdeniz Bölgesi'nde de aynı dönemde özellikle armut ve ayvalarda önemli kayıplar oluşmuştur (Momol *et al.*, 1991). İlk saptanmasını takiben geçen 5 yılda ülkede

hızla yayılarak armut, ayva ve elma bahçelerinin yok olmasına yol açmıştır (Momol and Yeğen, 1993).

Ateş yanıklığı hastalığının önemi, yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında geri dönülmez tahribat oluşturmamasından, aynı zamanda da epidemi yaptığı alanlarda ekonomik anlamda hem üreticiyi hem sanayiciyi ve dolayısıyla da tüketiciyi olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Hastalığın görüldüğü ağaçlarda vejetasyon dönemi içerisinde çiçek yanıklığı nedeniyle meyve oluşmamakta ya da çok az sayıda meyve oluşmaktadır. Sürgün yanıklığı nedeniyle meyve gözlerini oluşturacak olan dokular etkilenmekte ve bunun sonucu olarak gelecek yılın ürünü olumsuz etkilenmektedir. Bunların yanı sıra dallarda oluşan kanserler tüm bir ana dalın tamamen kurummasına neden olmakta ve eğer yetiştirilen çeşit hassas ise o yıl içerisinde ağacın tamamının ölmesine yol açabilmektedir. Hastalığın görüldüğü bölgelerdeki fidanlıklardaki üretim materyalleri ise daha büyük bir risk altındadır. Enfekteli fidanların satılamaması ve ayrıca alınan karantina tedbirleri nedeniyle de üretici ekonomik anlamda kayba uğramaktadır (Karahan ve Üstün, 2004).

Son yıllarda diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bahçe tesis edilirken tercih edilen bodur ya da yarı bodur anaçların birçoğunun ateş yanıklığı hastalığına karşı hassas olduğu bilinmektedir. Bu anaçlarda oluşabilecek enfeksiyonların rahatlıkla tüm bir ağacı kurutabildiği ve bunlar kullanılarak tesis edilen ticari anlamda yetiştiriciliğin yapıldığı bahçelerde hastalık nedeniyle oluşan ekonomik kayıpların son derece fazla olabildiği ifade edilmektedir. Ülkemizde ortaya çıkışını takiben yaşanan önemli kayıplar nedeniyle, ateş yanıklığı hastalığı ile ilgili 6 Şubat 1987 tarihinde Tarım Bakanlığınca yapılan toplantıda, mücadelede eradikasyona da yer verilmesi yönünde karar alınmıştır. Bu karar gereğince Afyon ve Isparta illerinde ağır şekilde enfekte olmuş ağaçlar eradike edilmiş ve bu ağaçların karşılıkları üreticiye ödenmiştir.

1.1. Hastalık Etmeni

Etmen gram negatif, fakültatif anaerob, peritrik kamçısı ile hareketli, 1,1-1,6 x 0,6-0,9 µm boyutunda, kısa, çubuk şeklinde bir hücreden oluşmaktadır. *Invitro*'da optimum 21- 28°C arasında gelişen bakterinin, termal ölüm noktası 45-50 °C'dir. Optimum geliştiği pH değeri 6,0-7,5'dir. Etmen, sakaroz içeren besiyerinde mukoid koloniler oluşturmakta, birçok şeker, organik asit ve şeker alkoloidlerini karbon kaynağı olarak

kullanabilmekte, büyüme faktörü olarak nikotonik aside ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca amylovora adı verilen toksini sentezleyebilmektedir. (Agrios, 1997; Aldwinckle and Jones, 1990; Paulin 2000; Kado 2010).

Hastalık etmeninin taksonomik pozisyonu aşağıda verilmiştir (Anonymous, 2014 d).

Alem: *Bacteria*

Bölüm: *Proteobacteria*

Sınıf: *Gammaproteobacteria*

Takım: *Enterobacteriales*

Familya: *Enterobacteriaceae*

Cins: *Erwinia*

Tür: *E. Amylovora*

1.2. Hastalığın Konukçuları

E. amylovora dünyanın farklı ülkelerinde ve farklı konukçularda tespit edilmiştir (Mazarei *et al.*, 1994; Knapic *et al.*, 2004; Behalova, 2004; Kazempour *et al.*, 2006). *E. amylovora*'nın konukçuları *Rosaceae* familyasında bulunan bitkilerdir. Hastalığa en hassas konukçular ise bu familyanın alt familyası olan *Amygdaloideae* üyeleri arasında yer almaktadır. Bu alt familya üyelerinden armut (*Pyrus communis* L.), ayva (*Cydonia oblonga* Mili.) ve elma (*Malus pumila* Mill.)'da ekonomik anlamda önemli zararlar oluşturmaktadır. Ayrıca yenidoğru [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.] ve muşmula (*Mespilus germanica* T.) ağaçlarında da enfeksiyonlara sebep olmaktadır. Süs ve orman florası arasında yer alan ak diken (Alıç) (*Crateagus* spp.), ateş diken (Pyracantha spp.) dağ muşmulası (*Cotoneaster* spp.), üvez (*Sorbus* spp.), Amelanchier spp., Chaenomeles spp. ve Photinia davidiana (Decne.) Cardot (Sin: Stranvaesia davidiana) gibi bazı bitkilerde ateş yanıklığı hastalığının konukçuları içerisinde bulunmaktadır (Baştas ve Saygılı, 2008). Patojen bu bitkilerde endofitik ve epifitik olarak yaşamını sürdürebilmektedir (Thomson, 2000). Konukçularında öncelikle ilkbaharda primer inokulum üretimiyle birlikte çiçek enfeksiyonuna neden olmakta, bunu yaz aylarında sürgün ve meyve enfeksiyonları takip etmekte ve nihayet sonbaharda kanserlerin oluşumuyla dönem sonlanmaktadır (Van der Zwet and Beer, 1995).

1.3. Hastalığın Yayılması

Etmenin yayılmasında rüzgâr, yağmur, böcekler, kuşlar ve insan en önemli faktörler olarak sıralanmaktadır. Bunlardan yağmur, bakterinin kışlayan kanserler ve taze inokulumdan bitkinin diğer organlarına yayılmasında son derece önem taşımaktadır. Bunun dışında yağışın bir de indirek etkisi bulunmaktadır. Çok sıcak havalarda çiçek nektarı son derece yoğun bir halde olup bu yoğunlukta bakteri fazla miktarda çoğalamamaktadır. Yağış vasıtasıyla nektar seyreltiğinde ise bakteri kolaylıkla çoğalmakta ve çok fazla sayıda enfeksiyon oluşturmaktadır. Rüzgâr ise bakterinin havai ipelikçilerinin bahçe içinde ağaçtan ağaca ve daha uzak mesafelere taşınmasında etkili olmaktadır. *E. amylovora* hâkim rüzgarlar yönünde yayılma göstermekte ve sıra aralarına rüzgâr bariyerleri koymak suretiyle bakterinin yayılmasının önüne geçilebilmektedir. Özellikle çiçeklenme döneminde tozlaşmaya yardımcı olan arılar başta olmak üzere bazı böcekler de *E. amylovora*'yı yayabilmektedir. Emici böcekler, özellikle afit, armut pisillası ve pek çok başka tür, sürgün enfeksiyonlarının oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bu böcekler beslenmek için hastalığa çok duyarlı olan genç, sulu sürgünleri tercih etmekte, beslenme sırasında yara açarak bakterinin bitki dokusuna girişini kolaylaştırarak enfeksiyonu teşvik etmektedirler. Ayrıca bakteriyi hasta sürgünlerden sağlıklı sürgünlere de taşımaktadırlar (Van der Zwet and Beer, 1995).

1.4. Hastalık Belirtileri

Ateş yanıklığı hastalığının belirtileri kolaylıkla uzaktan fark edilmektedir. Hastalığın en belirgin özelliği hasta dalların üzerindeki yaprakların ateşte yanmış gibi kavrulmuş görünümüdür. Bu görünüm nedeniyle hastalık “ateş yanıklığı” olarak adlandırılmaktadır. Hastalık ağaçların tüm organlarında yanıklık belirtisi oluşturabilmektedir (Karaca, 1977).

Çiçek yanıklığı belirtisi vejetasyon döneminde görülen ilk belirtidir. İlkbahar aylarında çiçeklenme döneminde ortaya çıkmaktadır. İlk belirtiler genellikle tek bir çiçek veya tüm çiçek demetinde görülmektedir. Başlangıçta enfekteli kısımlar suda haşlanmış gibi bir görünüm almakta, solmakta, büzüşmekte, kahverengileşmekte, zamanla siyahlaşmakta ve ateşte yanmış gibi bir görünüm almaktadır. Enfekteli çiçekler dökülebilmekte, ancak genellikle dökülmeden asılı kalmaktadır. Enfeksiyon çiçek sapına doğru ilerlemekte ve çiçek sapı koyu yeşil renkte suda haşlanmış gibi bir görünüm

almaktadır. Ilık ve nemli havalarda çiçek sapı üzerinde damla şeklinde bakteriyel akıntı oluşmaktadır (Mc Manus and Heimann, 1997). Çiçek enfeksiyonunu takiben meyve sapından genç meyveler de enfekte olabilmektedir. Meyveler kurumakta, buruşmakta ve genelde dökülmeden asılı kalmaktadır. Tek çiçek enfeksiyonu tüm dalın kaybına yol açabilmektedir (Martinez and Pearce, 2012).

Dip sürgünleri de dahil olmak üzere genç sürgünler hastalığa çok duyarlıdır. Bazen sürgün yanıklığı hastalığın gösterdiği tek belirti olabilmektedir. Sürgün yanıklığı nemli havalarda çok hızlı ilerlemektedir. Enfekteli sürgünler ve yapraklarda renk değişikliği görülmektedir. Armutlarda enfekteli sürgünler koyu kahve-siyah renk almakta, elma ve ayvalarda ise açıktan koyuya kadar değişen kahverengi olmaktadır. Taze sürgünler enfekte olduğunda siyahlaşmakta ve uç kısımları geriye doğru 180 derece kıvrılmaktadır. Bu belirti “çoban değneği” olarak adlandırılmaktadır (Olsen M. W., 1998). Nemli havalarda enfekteli çiçek sapında olduğu gibi yanıklık gösteren sürgün üzerinde de damla şeklinde bakteriyel akıntı oluşmaktadır. Sürgün yanıklığı ilerledikçe dal yanıklığı gelişebilmektedir (Steiner, 2000).

Yaprak yanıklığı bakterinin doğal açıklıklar veya böcek zararı sonucu oluşan yaralar yoluyla giriş yapması sonucu oluşmaktadır. Enfeksiyon yaprak ayasını etkilediğinde kuruyan nekrotik alanlar oluşmaktadır. Ancak enfeksiyon çoğunlukla damarlar yoluyla ana damara, oradan yaprak sapı ve sürgüne ulaşmaktadır. Yaprak sapının ve yaprak ana damarının siyahlaşmasına ve enfekteli dokuların üzerinde bakteriyel akıntı oluşumuna sıklıkla rastlanılmaktadır. Enfekteli doku bazen sadece yaprak kenarlarında oluşmakta, bazı durumlarda ise ana damarı ve yaprak ayasının tümünü kapsamaktadır (Cooley *et al.*, 2015).

Meyve yanıklığında meyvenin enfekteli kısmı önce koyu yeşil veya su emmiş görünüm almakta, daha sonra kahverengileşmekte veya siyahlaşmaktadır. Olgunluk dönemine yaklaşan armut meyvelerinde sıklıkla enfekteli alanın etrafında su emmiş görünümlü sınır dokusu oluşabilmektedir. Oysa elma meyvelerinde enfekteli alanı çevreleyen sınır dokularında zamansız kızarma görülmektedir. Meyve lentisellerinden bazen sütümsü beyazımsı amber renkli bakteriyel akıntı çıkmaktadır. Daha kurak bölgelerde meyvenin üzerinde oluşan akıntı ipliksi yapıda oluşmaktadır. Enfekteli

meyveler renk değiştirmekte (armut meyveleri siyah, elma meyveleri kahverengi), buruşmakta ve mumyalaşarak dalda asılı kalmaktadır (Steiner, 2000).

Dal ve gövde yanıklığı duyarlı çeşitlerde iek, sürgün ve meyveden büyük dallara ve gövdeye doğru ilerlemektedir. Dal ve gövdelerde enfekteli kısımlardaki dokular içeriye doğru çökmekte ve başlangıçta kırmızımsı-kahverengi bir hal almaktadır. Hastalıklı kısımlarda kabuk bir bıçakla kaldırıldığında, kabuk dokusunun kahverengileştiği ve bu kahverengileşmenin sağlam doku içine doğru ilerlediği görülmektedir. Koşullar uygun olduğunda yine bu kısımlarda bakteriyel akıntı oluşmaktadır. Kabukta küçük yarıkların ve amber renkli akıntının oluşması dal ve gövde enfeksiyonunun ilk işaretidir. Kabuktaki yarıklardan aşağı doğru akan bitki özsuyu da bu enfeksiyonun önemli göstergesidir. Dal ve gövde enfeksiyonu sonucunda duyarlı çeşitlere ait ağaçlar birkaç ay gibi kısa sürede lme gidebilmektedir. Gövde üzerinde kenarları belli olmayan "kanserler" oluşmakta ve bahar aylarında bu kanserlerin kenarlarında başlayan bakteriyel aktivite kanserlerin genişlemesine ve enfeksiyonun filizlere, sürgünlere ve dallara geçmesine neden olmaktadır. Kök boğazı ve kök yanıklığı genelde ağaçları lme götürmektedir. Kök boğazında enfekteli alan koyu, su emmiş görünümlü ve morumsu olmaktadır. Enfekteli alanın kenarları önce belirsiz veya kabarık olmakta, ancak daha sonra oluşan çatlak veya yarık ile belirginleşmektedir. Kabuk kaldırıldığında enfekteli alandaki i dokularda kıızıl-kahverengi çizgiler görülmektedir. Ateş yanıklığı hastalığının kök boğazı ve kökte görülmesi nedeniyle bitkilerde gelişme geriliği de görülebilmektedir (Baştaş ve Saygılı 2008; Cooley *et al.*, 2015; Smith, 2017).

Ss bitkilerinde görülen belirtiler elma ve armutta oluşan belirtilere benzemektedir. Konukuların çoğunda kuruyan yapraklar sürgünlere asılı kalmaktadır. Ayvada olduğu gibi ss ayvasında da enfekteli yapraklar açık kahverengi olmaktadır. *Crataegus*, *Cotoneaster* ve *Pyracanta* türlerinde sürgün yanıklığı görülmekte ve daha sonra enfekteli kısımlarda bakteriyel akıntı oluşmaktadır. Enfekteli *Crataegus* sürgünlerinde kavrulmuş görünümlü iek demetleri görülmekte ve oluşan kanserlerin yüzeyleri kahverengi-morumsu renk almaktadır. Bu ss bitkisi türünde enfekteli dokular üzerinde ipliksi bakteriyel akıntı görülebilmektedir. *Stranvaesia* türlerinde sürgün yanıklığı dışında hastalığın en ayırt edici belirtisi en uçta bulunan iek demetlerinin

sarkması ve bu demetin yapraklarının açık kahverengi renk almasıdır (Karahana ve Üstün, 2014).

1.5. Hastalığın Mücadelesi

Ateş yanıklığı hastalığının yayılmasını önlemede ve mücadelesinde en etkili ve en önemli yöntemlerden birisi karantinedir. Dünyanın pek çok ülkesinde hastalık için karantina tedbirleri uygulanmakta olup, kurallara titizlikle uyulduğunda olumlu sonuçlar alınmaktadır. Ateş yanıklığı görülen ülkelerden, *Rosaceae* familyası bitkilerindeki, tüm meyve, tohum, sürgün ve diğer bitki kısımlarının ithalini engellemek en etkili karantina düzenlenmesidir (Merriman, 2004).

Tüm bitki hastalıklarıyla mücadelede olduğu gibi ateş yanıklığı ile mücadelede de temiz üretim materyali kullanımı alınacak ilk tedbirlerden birisi olarak görülmelidir. Özellikle yeni bahçe kurulması sırasında önemi büyük olan bu işlem sayesinde, dışarıdan sonradan bulaşmalar oluncaya kadar hastalığın kontrolünde etkili olacaktır. Bu nedenle yeni bahçe kurulurken hastalıktan arı meyve fidanları, aşı gözleri, aşı kalemleri tercih edilmelidir (Bastas ve Saygılı, 2008).

Ateş yanıklığı ile en eski mücadele metodu hastalıklı sürgünleri, dalları ve taze filizleri budayarak temizlemeyi kapsamaktadır. Hastalık belirtileri taze filizlerde, sürgünlerde, dallarda görülür görülmez budama yapılırsa hastalık kontrol altına alınabilmektedir. Ancak hastalık şiddetinin yüksek olduğu yerlerde bu mücadele yöntemi etkili olmamaktadır (Johnson and Stocwell, 2000). Budama makasları, bakterinin yayılışını önlemek amacıyla her defasında dezenfektan bir maddeye batırılmalıdır. Evlerde kullanılan sodyum hipoklorid budama aletleriyle bulaşmayı önlemede başarıyla kullanılmaktadır (Sobiczewski et al., 1997). Bunların yanı sıra bahçedeki inokulum miktarını kontrol etmenin bir diğer yolu ateş yanıklığı hastalığının diğer konukçularının takip edilmesidir. Bu amaçla farklı dönemlerde çiçek açmaları nedeniyle hastalık için uygun olan koşullarla çiçek döneminde karşılaşma şansı yüksek olan ve hastalığın yayılmasında önemli olan ateş dikenini, dağ muşmulası, akdiken, üvez, süs bitkisi olarak yetiştirilen elma, armut, ayva ve ayrıca yabancı konukçularından olan ahlat bitkileri sürekli kontrol edilmeli, mümkünse bahçe kenarlarından veya içinden sökülerek uzaklaştırılmalıdır (Karahana ve Üstün, 2014).

Meyve bahçesi tesis ederken bahçenin yeri, toprağın yapısı ve gübreleme oldukça önemlidir. Ateş yanıklığı hastalığı ağır, su tutan, zayıf drenajlı topraklara sahip bahçelerde daha şiddetli seyretmektedir. Gübreleme programı, vejetatif gelişmeyi mümkün olduğunca geciktirecek şekilde düzenlenmelidir. Vejetatif gelişmeyi teşvik ederek sokucu emici ağız yapısına sahip vektör böcekler için ağacı daha cazip hale getiren aşırı azotlu gübrelemelerden kaçınılmalıdır. Ayrıca bahçe toprağının pH'sı 5.5-6.5 seviyelerinde tutulmalı, yağmurlama sulama uygulanmamalı, damla sulama tercih edilmelidir (Karahan ve Üstün, 2014).

Çevreye ve doğaya olan zararlı etkilerine rağmen, ateş yanıklığı hastalığına karşı kimyasal mücadelede bakırlı bileşikler önemli bir yer tutmuştur (Van der Zwet *et al.*, 2012). Ancak bakırlı bileşiklerin bitkilerde fitotoksiteye sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 1950'li yıllarda antibiyotiklerin keşfi ile önemli gelişmeler elde edilmiş ama kullanımına sınırlandırmalar getirilmiştir. Bitki sağlığında geniş tarım alanlarında kullanımına izin verilmesi durumunda antibiyotiklere dayanıklı bakterilerin hızla gelişeceği ve dayanıklılığın tıbbi açıdan önemli bakterilere de aktarımının olasılık dahilinde olduğu belirtilmektedir (Stoc we lland Duffy, 2012; Fried *et al.*, 2013). Bu nedenle sadece ateş yanıklığında değil diğer bakteriyel hastalıklarda da antibiyotik kullanımı yasaktır ve ruhsatlandırılmamaktadır (Moller *et al.*, 1981).

Başta afitler, karıncalar, sinekler ve arılar olmak üzere pek çok zararlının hastalığı yaydığı göz önüne alındığında böcek mücadelesine önem verilmeli ancak meyve tutumunda tozlayıcı böceklerin etkiliğine zarar verilmemelidir (Baştas ve Saygılı, 2008).

E. amylovora'nın biyolojik mücadelesi için yapılan denemeler sonucunda *Pantoea agglomerans* (syn. *Erwinia herbicola*), *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas graminis*, *Serratia* spp. *Enterobacter* spp. ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerinin diğerlerine göre daha başarılı olduğu bulunmuştur (Bahadou *et al.*, 2017; Sharifazizi *et al.*, 2017; Mikicinski *et al.*, 2016, Geramini *et al.*, 2013). Bununla birlikte arazi koşullarında sürgünlere yapılan uygulamalarda ise; biyolojik mücadele etmenlerinin hastalığın gelişiminin engellenmesi üzerine etkisinin olduğu, fakat bu etkinin uygulama sayısına bağlı olarak bir süre sonra kaybolduğu tespit edilmiştir. Ancak konu ile ilgili bu çalışmaların devam ettirilmesi ve etkinliği *in vitro* ve *in vivo* koşullarda kanıtlanmış olan veya etkililiği yeni ortaya konacak olan antagonist biyoformulasyon çalışmalarının

sürdürülmesi gerekmektedir. *İnvivo* ve *in vitro* koşullarda, *Alchemilla vulgaris*, *Allium sativum*, *Berberis vulgaris*, *Hedera helix*, *Juglans regia*, *Mahonium aquifolium*, *Reynoutria sachalinensis* ve uçucu yağlarla hastalık mücadelesinde sonuçlar elde edilmiştir (Vanneste, 2000).

Konukçunun savunma mekanizmasını tetikleyen fosetil alüminyum, potasyum fosfit, harpin protein, acibenzolar-S-methyl ve prohexadine Ca kullanımının ateş yanıklığı hastalığının şiddetini azalttığı, entegre mücadele programları içerisinde yer alarak hastalıkla mücadelede tamamlayıcı bir role sahip olabilecekleri tespit edilmiştir (Steiner, 2000; Accimovic, 2015; Johnson and Temple, 2016).

Ateş yanıklığına dayanıklılık açısından konukçular ve türleri arasında farklılıklar olduğu bilinmektedir (Van der Zwet *et al.*, 2012). Bu durum pek çok araştırmacıyı, konukçu patojen interaksiyonlarından faydalanarak mücadele olanaklarının belirlenmesi yönünde çalışmalara odaklamıştır. Ayrıca, son yıllarda organik yetiştiriciliğin öne çıkması ile dayanıklı çeşit ve anaç kullanımı, hastalığın kontrolünde birinci derecede önem kazanmıştır. Bu hastalığın sorun olduğu ülkeler halen daha yeterli dayanıklılığa sahip ve çeşit özellikleri iyi olan yeni bireyleri bulabilmek için ıslah çalışmalarını devam ettirmektedir ki bu çalışmalar hastalıkla mücadelede önemli bir basamaktır. Bu nedenle ülkemizde yapılan farklı çalışmalar sonucunda duyarlılık durumları tespit edilerek ümitvar görülen çeşitlerin muhafazası ve devamlılığının sağlanması yetiştiriciliğimiz açısından oldukça önem taşımaktadır.

Gerek tarafımızca yapılan survey çalışmalarında gerekse elma yetiştiriciliği yapan çiftçilerin bahçelerinden toplayarak getirdiği numunelerden *E. amylovora* ile enfekteli çok sayıda örnek elde edilmiştir. Maalesef ki patojenin neden olduğu ateş yanıklığı hastalığı, yumuşak çekirdekli meyvelerde görülen en tehlikeli bakteriyel bir hastalıktır ve hastalığın ekonomik önemi çok yüksektir. Özellikle duyarlı çeşitlerin kullanıldığı alanlarda, etkilediği meyve plantasyonlarını yangın yerine çevirmesi, onun epidemik karakterini ve önemini daha iyi açıklamaktadır. Ayrıca patojenin rüzgârla uzak mesafelere yayılabilen, göçmen kuşlarla bile farklı kıtalara bulaşabilen bakterilerden birisi olduğu düşünüldüğünde ilimizin göçmen kuşlar yolu üzerinde bulunduğu dikkat çekilmesi gereken bir durumu oluşturmaktadır. Eğer etkili ve kalıcı önlemler alınmazsa, yumuşak çekirdekli meyve ve fidan üretimimizde önemli düşüşler olabilecektir. Bu

nedenle ateş yanıklığı hastalığı hem meyveciliğimiz hem de ülke ekonomimiz açısından ele almamız gereken çok önemli bir sorundur. Hastalığın epidemiyolojisi ve oluşturduğu ekonomik kayıp da göz önüne alındığında elma ve armut bahçelerimizin büyük bir risk altında olduğu ve hastalığın mücadelesinde en etkili ve kalıcı yöntem olan dayanıklı çeşit tespiti bir zorunluluk olduğu görülmektedir. Bu nedenle artarak yaygınlık gösteren ateş yanıklığı hastalığına karşı mevcut meyve çeşitlerimizin varlığını korumak, hastalığın yayılmasını ve oluşturacağı ekonomik kayıpları önlemek için dayanıklı gen kaynaklarının tespiti, dayanıklı çeşit geliştirilmesine yönelik çalışmalar çok büyük önem arz etmektedir. Belirtilen bu sebeplerden dolayı çalışmamızın amacını Iğdır elma bahçelerinde ateş yanıklığı hastalığı simptomsu gösteren örneklerden patojenin izole edilerek tanınması ve elde edilen *E. amylovora* strainlerine karşı farklı elma çeşitlerinin duyarlılık reaksiyonlarının tespiti oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ateş yanıklığı hastalığı armut, elma, ayva ve yenidünya gibi yumuşak çekirdekli meyve türlerinin en eski, en ciddi ve en tahripkar hastalığıdır. Patojenin mücadelesinde karşılaşılan zorluklar ve olumsuzluklar hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların gündeme gelmesine neden olmuştur. Bu konuda özellikle konukçu bitkiyi ön planda tutan ve çeşit reaksiyonlarını ortaya çıkarmayı amaçlayan çok sayıda araştırma yapılmıştır ve bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Momol *et al.* (1992)'de Batı Akdeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, ateş yanıklığının armutlarda bulunma oranları tespit edilmiş, Santa Maria çeşidinin patojene karşı oldukça hassas, Ankara çeşidinin ise diğerlerine göre en dayanıklı çeşit olduğu saptanmıştır.

Demir ve Gündoğdu (1993)'te ve 1989-1992 yıllarında yürütülen bir çalışmada 23 farklı armut çeşidinin *E. amylovora*'ya karşı reaksiyonları değerlendirilmiş, Williams, Santa Maria, Coscia, Akça, Mustafa Bey, Ankara, Hacı Hamza gibi çeşitlerin de içinde bulunduğu 13 çeşidin hassas, Çermai, Migrik, Tezeren, Limon armutları gibi çeşitlerin de dahil olduğu 10 çeşidin ise orta derecede dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Aysan ve ark. (1994)'te Doğu Akdeniz Bölgesinde yapılan bir çalışmada, bazı armut çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılık reaksiyonları araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde Lemon, Kieffer ve Hacı Hamza çeşitlerinin az duyarlı, Ankara, Mustafa Bey ve Akça çeşitlerinin duyarlı, Migrik, Williams, Çermai ve Lalelie çeşitlerinin ise hastalığa çok duyarlı oldukları tespit edilmiştir.

Tokgönül (1994)'te yaptığı çalışmada 18 farklı yenidünya çeşidinin [Akko XIII, Armut Şekilli, Baffico, Dr. Tarabut, Gold Nugget, Hafif Çukurgöbek, Uzun Çukurgöbek, Yuvarlak Çukurgöbek (E. Tip-1), Yuvarlak Çukurgöbek (E. Tip-2), Yuvarlak Çukurgöbek (E. Tip-4), Kanra, M. Malre, Ottovianni, Sobü Oval, St. Mitchel, Tanaka, Tozo, Wiktor] tek bir *E. amylovora* strainine karşı reaksiyonu değerlendirilmiştir. Patojenin inokulasyonundan 8 hafta sonra tüm çeşitlerin ateş yanıklığı hastalığına karşı çok duyarlı olduğunu saptanmıştır.

Baştaş (1998)'de yaptığı çalışmada 1997 Mayıs ve Eylül ayları arasında Konya ilinin altı ilçesinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında, ateş yanıklığı hastalığının

derecesinin belirlenmesi amacıyla armut, elma ve ayva bahçelerinde survey yapılmıştır. Hastalık, armut ve ayva ağaçlarında, elma ağaçlarına göre daha tahripkar bulunmuştur. Survey sonuçlarına göre; hastalık ve yaygınlık oranları, armutlarda %57,8 ve %83,8, elmalarda %22,4 ve %50,9, ayvalarda %92,5 ve %91,7 olarak tespit edilmiştir. Ateş yanıklığının, bölgede, yumuşak çekirdekli meyvelerde önemli bir problem oluşturduğu görülmüştür.

Mirik (2000)'de yaptığı bir araştırma sonucunda Amasya ilinde armutlarda Santa Maria ve Williams çeşitlerinin en hassas çeşitler olduğu ve bu çeşitleri Mustafabey, Akça ve Ankara armutlarının takip ettiği belirlenmiştir. En dayanıklı armut çeşidinin ise Keklik olduğu saptanmıştır. Araştırma bölgesinde yetiştirilen ayva çeşitlerinden Esme ve Ekmek ayvası çeşitlerinin hastalığa karşı duyarlı oldukları tespit edilmiştir. Elma çeşitlerinden ise Golden Delicious ve Starking Delicious çeşitlerinin diğer çeşitlerden daha dayanıklı olduğu ve bunları Misket çeşidinin takip ettiği görülmüştür. Fakat yerel yazlık elma (Alyanak) ve Stark Earlist çeşitleri hastalığa çok duyarlı olarak bulunmuştur. Tokat ilinde yetistirciliği yapılan elma, armut ve ayva çeşitlerinin dayanıklılık ve hassasiyet durumları incelendiğinde Armut çeşitlerinden Williams, Santa Maria ve Akça' nın en hassas çeşitler olduğu, bunları Mustafabey ve Ankara çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. En dayanıklı armut çeşidi olarak da Kieffer çeşidi tespit edilmiştir. Ayvalardan ise Esme, Ekmek ve limon ayvası çeşitleri hastalığa karşı çok duyarlı olarak bulunmuştur. Tokat'ta da Golden Delicious ve Starking Delicious çeşitleri hastalığa dayanıklı olarak tespit edilmiş ve bunları Misket çeşidinin takip ettiği saptanmıştır. Amasya'da olduğu gibi Tokat'ta da Yaz Elması ile Stark Earlist çeşitleri hastalığa en hassas elma çeşitleri olarak tespit edilmiştir.

Norelli *et al.* (2002)'de yaptıkları çalışmada biyotik ve abiyotik strese dayanıklı, pomolojik olarak mükemmel elma anaçlarını geliştirmek amaçlanmıştır. Serada 48 farklı anaç virülanslığı yüksek olan E 4001 straini ile inokule edilmiş ve inkübasyon periyodu sonrası sürgünlerde oluşan yanıklığın uzunluğu ölçülmüştür. Değerlendirmeler sonucunda Budagovsky 9 (88 % SLB), Ottawa 3 (87 %), M.9 (86 %), M.26 (80 %) ve Supporter 4 (69 %) en hassas anaçlar olarak belirlenmiş, M.7 (28 %), G.30 (22 %), G.16 (18 %), G.11 (7 %) ve diğer 13 Geneva anaçları (CG.) (8-30 %) en dayanıklı türler olarak tespit edilmiştir.

Özrenk (2002)'de yaptığı çalışmada ateş yanıklığı hastalığına karşı Erzincan ovasında yetiştirilen armut genotiplerindeki duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. 2001-2002 yılları arasında Erzincan Merkez' e bağlı Çağlayan, Çatalarmut ve Yalnızbağ beldeleri ile Karatuş, Yalınca, Konakbaşı, Bahçeliköy, Elmaköy ve Yeşilçat köyleri ve Üzümlü ilçesi ile buna bağlı Bayırbağ beldesinde arazi tarama çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalar sırasında yörede özellikle Çatalarmut beldesi ile Bahçeliköy, Elmaköy ve Yeşilçat köylerinde hastalığın çok yaygın olduğu, buna karşılık Çağlayan beldesi, Karatuş, Yalınca ve Konakbaşı köylerinde ise hastalık yayılımının az olduğu gözlenmiştir. Ayrıca örnekleme alanlarında belirlenen toplam 81 genotipten elde edilen aşılı armut fidanlarına kontrollü koşullarda *E. amylovora* bulaştırılmıştır. Bulaştırma sonrasında periyodik olarak yapılan lezyon uzunluğu ölçümlerine göre genotipler, duyarlılık sınıflarına ayrılmıştır. Buna göre, bu genotiplerin 5 tanesinin A duyarlılık sınıfına (Çok az duyarlı), 9 tanesinin B duyarlılık sınıfına (Az duyarlı), 24 tanesinin C duyarlılık sınıfına (Orta derecede duyarlı), 28 tanesinin D duyarlılık sınıfına (Duyarlı) ve 15 tanesinin de E duyarlılık sınıfına (Çok duyarlı) girdiği belirlenmiştir.

Al-Dahmashi and Khlaif (2004)'de yaptıkları çalışmada, çeşitli ayva, elma ve armut çeşitlerinin *E. amylovora*'ya karşı duyarlılıklarının test edildiği çalışmada Assansah ve Humice ayva çeşitleri, Comice ve Coscia armut çeşitleri, Royal Gala, Golden Mor Spur ve Fuji elma çeşitleri hastalığa karşı hassas çeşitler olarak tespit etmişlerdir. Delba restival elma ve Williams armut çeşiti ise *E. amylovora* 'ya karşı orta derecede hassas olarak belirlemişlerdir.

Hevesi *et al.* (2004)'de Macaristan'da ticari çeşitlerin duyarlılığını veya dayanıklılığını değerlendirmek amacıyla 1999 yılında armutta, 2000 yılında elmada ateş yanıklığı araştırma programları başlatılmıştır. Macaristan gen bankasında yer alan armut çeşitleri ile Ukrayna'dan elde edilen elma çeşitleri arasında *E. amylovora*'ya karşı dayanıklılık kaynağı araştırılmıştır. Elma ve armut çeşitleri *E. amylovora* strainlerinin karışımı ile inokule edilmiştir. Patojene karşı konukçuların reaksiyonu ağaçların sürgün, çiçek ve meyvelerinde incelenmiştir. Test edilen armut çeşitlerinin %50'si hassas, %30'u orta derecede hassas ve %10'u az hassas olarak gruplandırılmıştır. Çalışmada patojene karşı bitki organlarının farklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Test edilen geleneksel Macaristan çeşitleri arasında Skulai ve Szemes Alma yüksek derecede dayanıklı

bulunmuş ve organik yetiştiriciliğin yapıldığı bahçelerde ve ıslah programlarında ateş yanıklılığına dayanıklılıkta kaynak olarak kullanılması önerilmiştir.

Tsiantos and Psallidas (2004)'de Yunanistan' da 1997-1999 yıllarında tarla şartlarında 14 elma, 35 armut ve 4 yenedünya çeşidinin *E. amylovora*'ya karşı reaksiyonu ilk kez değerlendirmişlerdir. Yunanistan'a ait 5 *E. amylovora*' straininin karışımı ile hazırlanan bakteri süspansiyonu bitkilere inokule edilmiş ve 6 hafta sonra oluşan lezyonların büyüklükleri kaydedilmiştir. Test edilen yenedünya çeşitlerinin hepsinin patojene karşı çok duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Elma ve armut çeşitlerinin ise duyarlılık seviyelerinin farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca farklı yıllarda *E. amylovora*'ya karşı bitkilerin göstermiş olduğu reaksiyonun değişken olduğu belirlenmiştir.

Basım ve ark. (2007)'de yaptıkları çalışmada 2004-2007 yıllarında Türkiye'deki elma, armut ve ayva gen kaynaklarının *E. amylovora*'ya karşı dayanıklılıkları değerlendirilmiş ve tüm ayva gen kaynaklarının hassas olduğu, elma ve armut gen kaynaklarının ise duyarlılığında farklılıklar olduğu tespit etmişlerdir.

Korba *et al.* (2008)'de 64 elma çeşitinin *E. amylovora*'ya karşı dayanıklılığı arazi çalışmasında araştırılmıştır. Çeşitlerin hastalığa dayanıklılık seviyesi sürgün inokulasyonu sonrası oluşan nekrozların gelişim derecesine göre değerlendirilmiştir. Test edilen elma çeşitlerinden hiçbirisi yüksek derecede dayanıklı bulunmamıştır. Çeşitlerin %3,1'i dayanıklı, %10,9'u orta derecede dayanıklı, %57,8'i orta derecede duyarlı, %21,9'u duyarlı ve %6,3'ü çok hassas olarak tespit edilmiştir. Kordona, Golden Smoothee, Julia, HL 323, Melodie, HL 421 ve S 634/3 orta derecede dayanıklı, Vesna, Topas ve Vanda çeşitleri ise çok duyarlı olarak belirlemişlerdir.

Özrenk *et al.* (2012)'de yaptıkları çalışmada 48 elma, 38 armut ve 6 ayva genotipinin *E. amylovora*'ya karşı reaksiyonu test edilmiştir. *E. amylovora*'ya konsantrasyonu spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda 10^8 CFU/ml olarak ayarlanmış ve sürgünlere inokule edilmiştir. İnokulasyondan iki hafta sonra ilk hastalık belirtileri gözlenmiştir. Her bir genotipe ait sürgün ve lezyon uzunluğu kaydedilmiştir. Ateş yanıklığı hastalığına karşı duyarlılık genotip duyarlılık indeksi (GDI) ile belirlemiştir. Elma genotiplerinde sürgün uzunluğunun 30,5-120 cm, lezyon uzunluğunun

5,7-60 cm arasında olduğu, GDİ'nin ise 12,4-54,2 hastalık şiddeti değerini gösterdiği bulunmuştur. 48 elma genotipinden 7 tanesi orta derecede dayanıklı, 25 tanesi orta derecede hassas, 15'i hassas ve bir tanesi de çok hassas olarak tespit edilmiştir. Armut genotiplerinde sürgün uzunluğunun 35,7-120,5 cm, lezyon uzunluğunun 6,1-67,8 cm arasında olduğu saptanmıştır. 38 armut genotipinden 2 tanesi orta derecede dayanıklı, 14 tanesi orta derecede hassas ve 22'si hassas olarak belirlenmiştir. Ayva genotipleri için sürgün uzunluğunun 43-71,6 cm, lezyon uzunluğunun 7,6-32 cm arasında olduğu, hastalık şiddetinin ise %17,8- 45,4 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. 6 ayva genotipinden bir tanesi orta derecede dayanıklı, 1 tanesi orta derecede hassas ve 4 tanesi hassas olarak belirlenmiştir.

Balint *et al.* (2013)'te elma ıslah çalışmasının bir parçası olarak yapılan arazi çalışmasında geleneksel (Batul, Ponyik, Sovari) ve ticari (Golden Delicious, Starkrimson) elma çeşitleri bazı hastalıklar ve zararlılar açısından değerlendirilmiştir. Pestisit uygulanmayan alanlarda geleneksel elma çeşitlerinin *E. amylovora*, *Podosphaera leucotricha* ve *Venturia inaequalis*'e karşı yüksek ve/veya orta derecede dayanıklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Sovari çeşitinin *Aphis pomi*'ye, Sovari hariç bütün çeşitlerin ise *Dysaphis devecta*'ya karşı yüksek derecede dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. Elma meyveleri *Phyllonorycter blancardella* ve *Cydia pomonella* 'ya karşı dayanıklı ve orta derecede dayanıklı bulunurken *Leucoptera scitella* ve *Adoxophyes reticulana* 'a karşı orta ve yüksek derecede duyarlılık saptanmıştır. Elde edilen verilerden eski elma çeşitlerinin, elma ıslah programlarında önemli bir gen kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Korba *et al.* (2013)'te yaptıkları çalışmada 33 armut çeşitinin *E. amylovora*'ya karşı duyarlılığı araştırılmıştır. Bakteri süspansiyonu için 5 *E. amylovora* straininin karışımı kullanılmıştır. Nutrient sukroza agar üzerinde geliştirilen 24 saatlik bakteri kültürleri sdH₂O ile süspanse edilmiş ve inokulumun yoğunluğu 10⁶ CFU/ml olarak hazırlanmıştır. Üç yaşındaki ağaçlara bakteri inokulumu bulaştırılmış, uygulama yapılan sürgünlerdeki yaprakların ucu makasla kesilmiştir. Sürgünlerde oluşan nekroz gelişimine göre bitkilerin duyarlılığı sınıflandırılmış, %0-7 nekroz yüksek derecede dayanıklı, %7,1-13 nekroz dayanıklı, %13,1-25 orta derecede dayanıklı, %26,1-60 nekroz orta derecede hassas, %60,1-80 hassas ve %80' den daha fazla nekroz oluşumu çok hassas olarak

değerlendirilmiştir. Test edilen 33 çeşitten sadece bir tanesi (US 625-63-10) yüksek derecede dayanıklı bulunmuştur. Çeşitlerin %3'ü dayanıklı (US 625-63-4), %12,1'i orta derecede dayanıklı (Alexander Lucas, Alfa, Bohemica ve HL 31-50-31), %36,4'ü orta derecede hassas, %18,2'si hassas ve %27,3'ü yüksek derecede hassas (Vonka, Karina, Bona, Decora, Elektra, Milka, Regina, Alice ve TE 4763). olarak belirlenmiştir.

Taşdemir (2016), tarafından Van ili; Gevaş, Edremit, Erciş ilçeleri ve Bitlis Adilcevaz ve Tatvan ilçeleri olmak üzere 5 farklı bölgeden alınan bazı elma ve armutların farklı anaçlarının ateş yanıklığı hastalığına karşı toleransları incelenmiştir. Golden elma çeşitinde MM 106 ve M26 anaçlarında sürgünlerde lezyon büyüklüğü 10-20 cm olarak belirlenmiş ve çeşittin reaksiyonu az duyarlı olarak kaydedilmiştir. M9 anacına aşılı Golden elma çeşidine ait sürgünlerde lezyon boyutu 40-60 cm olarak tespit edilmiş ve duyarlı sınıfında yer aldığı saptanmıştır. Çöğür anaçlarda ise sürgünlerde lezyon büyüklüğü 20-40cm olarak ölçülmüş ve hastalığa orta derecede duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Dağ elmasında M9 ve çöğür anaçları kullanılmış, M9 anacında lezyon uzunluğu 40-60 cm aralığında yayılım gösterdiğinden hastalığa duyarlı, çöğür anaçta ise 20-40 cm aralığında yayılım gösterdiğinden hastalığa orta derece duyarlı olarak belirlenmiştir. Edremit lokasyonundan alınan Melaki armut çeşitinde anaç olarak F-40, BA-29 ve çöğür anaçları kullanılmıştır. Bitkilerin sürgünlerinde meydana gelen lezyon büyüklüğü F-40 anacında 0-10cm, BA-29 anacında 40-60cm, çöğür anacında ise 60-100cm olarak tespit edilmiş ve sırasıyla çok az duyarlı, duyarlı ve çok duyarlı olarak gruplandırılmıştır. Deveci armudunda OHF333, F-40 ve çöğür anaçları kullanılmıştır. OHF33 anacına aşılı deveci armudunda belirlenen 0-10 cm lezyon uzunluğu, F-40 ve çöğür anacında 10-20 cm olarak saptanmış ve sırasıyla çok az duyarlı ve az duyarlı olarak gruplandırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda farklı bölgelerden alınan bazı elma ve armutların hastalığa duyarlılıklarının anaç ve bölgesel faktörlere bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Evrenosoğlu *et al.* (2017)'de farklı melezleme kombinasyonlarıyla elde edilen melezlerin ateş yanıklığı hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlendiği çalışmada bitkiler sürgün enjeksiyonu yoluyla inokule edilmiştir. İnokulasyon sonrası hastalık gelişimi sekiz hafta boyunca izlenmiş ve bu süre sonunda sürgünlerde oluşan nekroz değerlendirmeleri yapılmış ve bitkilerin hassasiyet sınıfları belirlenmiştir. İnokule edilen

toplam 7036 melez bitkiden, %12.28'nin "çok az duyarlı" (A), %3,62'sinin ise "az duyarlı" (B) sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir.

Mertoğlu ve Evrenosoğlu (2017)'de tarafında yapılan çalışmada armudun en yıkıcı hastalığı olan ve henüz kesin bir çözümün bulunamadığı ateş yanıklığı hastalığına karşı 42 adet melezin ve referans olarak kullanılan 4 ticari armut çeşidinin duyarlılık durumları belirlenmiştir. İncelenen genotiplerden 3 adet melez çok az duyarlı, 4 adet melez orta derecede duyarlı, 11 adet melez duyarlı ve 24 adet melez ise çok duyarlı olarak belirlenmiştir.

Alexandrova and Dzhuvinov (2017)'de tarafından yapılan çalışma *E. amylovora*'ya karşı dayanıklılıkta anaç faktörünü değerlendirmek için 2015-2016 yıllarında Filibe'de Meyve Yetiştirme Enstitüsünde yapılmıştır. Bu amaçla armut çeşitleri BA29 ayva anacı ve OHF 333 (Old Home ix Farmingdale) armut anacı üzerine aşılanmıştır. *E. amylovora* inokulasyonundan 10 gün sonra en iyi sonuç OHF 333 anacı üzerine aşılanan Williams ve Red Williams çeşitlerinde sıfır enfeksiyon derecesi ile elde edilmiştir. BA29 anacına aşılanan Red Williams çeşidi %84, 62 enfeksiyon derecesi ile patojene karşı en hassas çeşit olarak bulunmuştur. OHF 333 anacı üzerine aşılanan Beurre Bosc ve Abate Fetel çeşitlerinde ise enfeksiyon derecesi sırasıyla %14,29 ve %11,11 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar OHF 333 anacı üzerine aşılanan bitkilerin patojene karşı yüksek derecede dayanıklılığa sahip olduğunu göstermiştir.

Sklodowska *et al.* (2018)'de yapılan araştırmada elma yapraklarında ateş yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılığın göstergesi olan fenolik bileşiklerin içeriği ve türü analiz edilmiştir. Dayanıklı (Enterprise) ve hassas (Idared) çeşitlerde *E. amylovora* inokulasyonundan sonra flavonoidler ve fenolik asitlerin miktarı belirlenmiştir. Her iki çeşitte de fenoliklerin miktarı benzer bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılığın bileşiklerin içeriği ve glukositlerden fenollerin serbest kalması ile ilişkili olduğu saptanmıştır. 15 fenolik bileşikten 8 tanesinin seviyesi hassas çeşidin yapraklarında dayanıklı çeşitte kıyasla belirgin şekilde yüksek tespit edilmiştir. Hassas çeşitte SA miktarının dayanıklı çeşitte göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Dayanıklı çeşitte glukositlerin, 4-hydroxbenzoic asit ve gentisic asit daha yüksek seviyede bulunmuştur. *Invitro* koşullarda patojene karşı 13 fenolik bileşiğin aktivitesi test edilmiş ve bunlardan

gallic asit, *phloroglucinol*, *hydroquinone* ve *phloretin*'in *E. amylovora*'nın gelişimini engellediği belirlenmiştir.

Yazıcı (2018)'te yapılan çalışmada, Ankara, Kieffer, Magness, Taş gibi ateş yanıklığına dayanıklı çeşitler ile, Akça, Santa Maria gibi ateş yanıklığına hassas çeşitlerin kombinasyonlarından elde edilen melezler kullanılmıştır. Alınan 22'şer adet hassas ve dayanıklı melez örneklerinde ve ebeveynlerde tanen içeriği ve *E. amylovora* ile inokulasyon öncesi ve sonrası hücre zarı kararlılıklarına bakılarak, bu verilerin hastalığa dayanım ile ilişkileri araştırılmıştır. Her iki özellik açısından da melezler ile inokulasyon öncesi ve sonrası dönemler arasında istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Tanen içerikleri açısından melezlerde inokulasyon sonrası tanen miktarının düştüğü, iyon sızıntı miktarının arttığı tespit edilmiştir. İyon sızıntı miktarındaki artışın, duyarlı çeşitlerde oransal olarak dayanıklılara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar

Çalışmada Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında bulunan mikrobiyal tanı sistemi, steril kabin, otoklav, inkübatör, hematolojik çalkalayıcı, pH metre, derin dondurucu (-80 °C), buzdolabı, su banyosu, magnetik karıştırıcı, hassas terazi, saf su cihazı ve vortex kullanılmıştır.

3.1.2. Çalışmada kullanılan bitki materyali

Çalışmada *E. amylovora* 'ya karşı dayanıklılık reaksiyonunu değerlendirmek için Stark Crimson, Joremini, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Aztec, Granny Smith, Mondial Gala, Amasya, Golden Reinders ve Pink Lady olmak üzere 11 elma çeşiti kullanılmıştır. Çeşitler 2 yaşında fidanlar olarak İnegöl Ergene Fidancılık 'tan temin edilmiştir. Çeşitlere ait bazı özellikler aşağıda belirtilmiştir;

3.1.2.a. Stark crimson

A.B.D orjinlidir. Anaç olarak MM 106 kullanılmıştır. Ağacı orta kuvvetli, yarı dik gelişir. Ülkemizde yaygın olan verimli bir çeşittir. Meyvesi iri, konik biçimde ve orta kısmı geniştir. Kabuk rengi koyu kırmızı olup yeme olgunluğunda rengi açıktır. Meyve sapı kısa ve kalındır. Meyve eti beyaz, sulu ve tatlıdır. Dayanıklı bir çeşit olup soğuk hava tesislerinde uzun süre muhafaza edilebilen bir çeşittir (Şekil 3.1.a).

3.1.2.b. Joremine

Ağaçları orta kuvvetle gelişen çok verimli bir çeşittir. Anaç olarak M9 kullanılmıştır. Meyvesi iri ve koni şeklinde, çok koyu renklidir. Ağustosun ortasından itibaren renklenir. Sert ve lezzetli bir çeşittir. Meyveleri iridir (Şekil 3.1.b).

3.1.2.c. Williams pride

A.B.D orjinlidir. Anaç olarak M9 kullanılmıştır. Ağaçları kuvvetli gelişir ve yayvan taç oluşturur. Yazlık elmalar içinde kalite yönünden de iyilerinden birisidir. Kara leke'ye ve birçok elma hastalığına dayanıklıdır. Kademeli çiçek açması nedeniyle geç donlardan korunur, soğuklama ihtiyacı düşüktür. Erkeni olmasına karşın mükemmel bir meyve kalitesine sahiptir. Meyvesi gösterişli ve orta iriliktir. Meyve kabuğu yeşil- sarı

Zemin üzerine %70- 90 koyu kırmızı üst renge sahiptir. Meyve eti gevrek ve sert dokulu olup yaklaşık 6 hafta soğuk depoda saklanabilir (Şekil 3.1.c).

3.1.2.ç. Red chief

A.B.D. Orjinlidir Ağacı orta kuvvete yarı spur gelişir. Oldukça verimli bir çeşittir. Yarı bodur klon anaçlara ve tohum anaçlara uyumu iyidir. Toprak yapısına göre M 106 ve M 111 ve klasik çöğür anaçlarında çok iyi performans gösterirler Meyveleri orta irilikte bazende iri basık şekildedir. Meyve kabuk rengi kırmızıdır. Meyve eti beyaz, tatlı, sert, sulu ve lezzetlidir. Soğuk hava tesislerinde uzun süre muhafaza edilebilir. Tatlı, sulu, kremi beyaz meyve etli bir çeşittir (Şekil 3.1.ç).

3.1.2.d. Scarlet spur

A.B.D orjinlidir. Anaç olarak M 111 kullanılmıştır Ağacı orta kuvvette, yarı spur gelişir. Oldukça verimli bir çeşittir. Yarı bodur klon anaçlara ve tohum anaçlara uyumu iyidir Toprak yapısına göre M 106 ve M 111 klasik çöğür anaçlarında çok iyi performans gösterir. Meyvesi orta irilikte bazen iri olup uzunsu bir şekildedir. Meyve kabuk rengi koyu kırmızıdır. Gözalıcı bir görünümü vardır. Meyve eti beyaz, tatlı, sert, sulu ve lezzetlidir. Soğuk hava tesislerinde uzun süre muhafaza edilebilir (Şekil 3.1.d).

3.1.2.e. Fuji zhen astec

Japonya orjinlidir. Anaç olarak M 106 kullanılmıştır. Ağaçları çok güçlü yarı dik ve hızla gelişim sağlar. Bodur, yarı bodur ve tohum anaçlarına uyumu iyidir. Toprak yapısına göre M9, M26 ve M 106 anaçlarında verimlidir. Meyvesi orta iri-iri büyüklükte, kabuk rengi diğer fuji çeşitlerine göre daha kırmızıdır. Sert ve çok suludur. Depolamaya çok uygundur. Uygun şartlarda 9 ay süreyle saklanabilir. Ülkemizde ve Avrupa ülkelerinde sevilerek tüketilen ihracata uygun bir çeşittir. Her yıl düzenli ve bol ürün verir (Şekil 3.1.e).

3.1.2.f. Granny Smith

Avustralya orjinlidir. Anaç olarak M 106 kullanılmıştır. Ağaçları çok güçlü yarı dik ve hızla gelişim sağlar. Bodur, yarı bodur ve tohum anaçlarına uyumu iyidir. Toprak yapısına göre M9, M26 ve M106 anaçlarında verimlidir. Nemli ve güneşi bol bölgelerde daha kaliteli meyve oluşturur. Meyvesi orta iri-iri büyüklükte, kabuk rengi yeşil zemin üzerine hafif donuk sarı renkli, beyaz benekli, sert ve çok suludur. Kendine has mayhoş bir tada sahiptir. Depolamaya çok uygundur. Uygun şartlarda 9 ay süreyle saklanabilir.

Ülkemizde ve Avrupa ülkelerinde sevilerek tüketilen ihracata uygun bir çeşittir. Her yıl düzenli ve bol ürün verir (Şekil 3.1.f).

3.1.2.g. Mondial gala

Orjini Orange Red x Golden Delicious'dır. Anaç olarak M 111 kullanılmıştır. Ağacı kuvvetli fakat dalları açıldığında yarı yayılarak büyür. Bodur anaçlar üzerinde kuvvetli büyümesi kontrol edilebilir. Sürekli yüksek miktarda ürün elde edilir, seyreltme ile meyve niteliği artar. Meyve eti sarımsı, sulu ve serttir. Meyve rengi sarı zemin üzerine kırmızıdır (Şekil 3.1.g).

3.1.2.ğ. Amasya

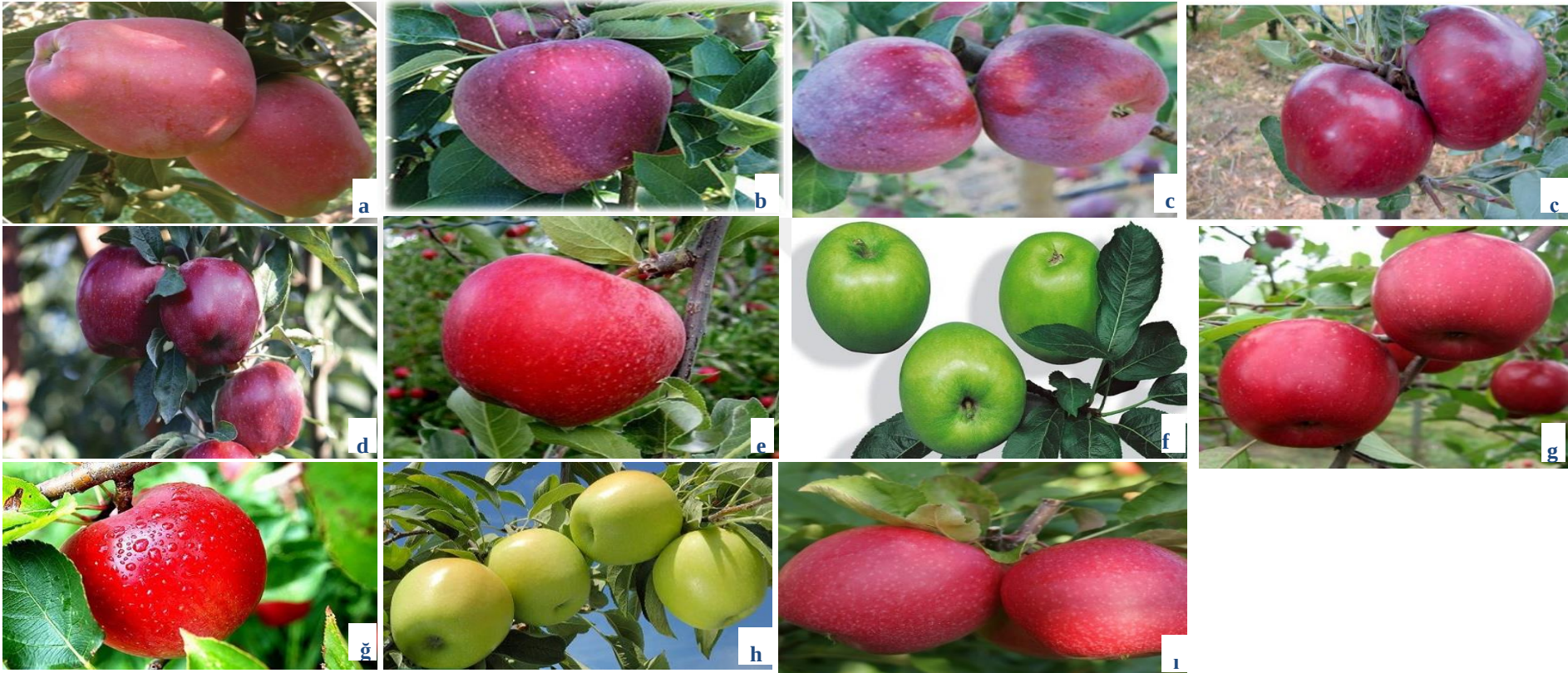
Ülkemizin önemli bir kışlık elma çeşididir. Anaç olarak M 111 kullanılmıştır. Meyvesi tatlı, sulu, gevrek ve aromalıdır. Meyve eti beyaz renkli, meyve kabuğu yeşil zemin rengi üzerine parçalı veya sıvama koyu veya açık kırmızı renklidir. Meyvesi genellikle küçüktür. İyi muhafaza koşullarında mayıs ayı sonuna kadar soğuk hava depolarında saklanabilir (Şekil 3.1.ğ).

3.1.2.h. Golden reinders

Farklı güçte anaçlarla kombine edilerek sınırlı veya yayılğan bir gelişim içinde yetiştirilebilir. Anaç olarak M 111 kullanılmıştır. Meyve kalitesi ve verimliliği çok yüksektir. Meyvesi orta irilikte, geniş ve biraz uzun forma sahiptir. Kabuğu sarı renkte bazen de kırmızılıklar olabilir. Meyve eti beyaz, sert, sulu ve lezzetlidir. Pasa karşı dayanıklıdır. Soğuk hava tesislerinde uzun süre bekleyebilir (Şekil.3.1.h).

3.1.2.ı. Pink lady

Ağaçları yarı dik ve kuvvetli gelişen çok verimli bir çeşittir. Anaç olarak M9 kullanılmıştır. Bodur ve yarı bodur anaçlar üzerinde gelişimi iyidir. Meyveleri orta irilikte, uzun silindirik biçimindedir. Meyve kabuğu açık sarı zemin üzerinde pembe renktedir. Meyve hasat zamanından birkaç ay sonra tüketildiğinde mükemmel bir aromaya ulaşır. Meyve et dokusu sert olduğu için yola ve soğuk muhafazaya çok uygun bir çeşit olup, yaklaşık 7-8 ay soğuk hava depo koşullarında Özeliklerini yitirmeden muhafaza edilebilir (Şekil 3.1.ı).



Şekil. 3.1 Çalışmada kullanılan elma çeşitleri: a) Stark Crimson b) Joremine c) Williams Pride ç) Red Chief d) Scarlet Spur e) Fujı Zhen Astec f) Granny Smith g) Mondial Gala ğ) Amasya h) Golden Reinders ı) Pink Lady

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Patojen Strainleri

Çalışmada patojenisite testinde yüksek virülent özelliğe sahip olduğu tespit edilen 7 *E. amylovora* straini (AK7, AK15, AK25, AK 42, AK 48, AK 52, AK 76) kullanılmıştır.

3.1.4. Çalışmada Kullanılan Karşılaştırma Kültürleri

Çalışmada yer alan testlerde karşılaştırma kültürleri olarak Dr. Mesude Figen DÖNMEZ'in kültür koleksiyonunda bulunan *E. amylovora* (strain GG3, GG11, GG15, GG68), *E. carotovora subsp. carotovora* (strain MFD 310), *Xanthomonas campestris pv. phaseoli* (strain MFD 145), *Xanthomonas axonopodis pv. vesicatoria* (strain BS 160, BS 232), ve *Pseudomonas viridiflava* (strain BS1 68) bakteri strainleri kullanılmıştır.

3.1.5. Çalışmada Kullanılan Besi Yerleri ve Çözeltiler

Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltilerin hazırlanışı aşağıda belirtilmiştir;

3.1.5.a. Nutrient agar: 1 litre distile su içerisine 28 gram nutrient agar karışımı (Oxoid) ilave edilerek besiyeri otoklavda 121 °C'de 15 dakika steril edilmiştir. Otoklav sonrası karışım 45 °C'ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır.

3.1.5.b. Nutrient sukroz agar: 23 g nutrient agar (Difco) ve 50 g sukroz tartılarak, toplam hacim saf su ile 1 litre'ye tamamlanmış, besiyeri otoklavda 121 °C'de 15 dk. steril edildikten sonra 45 °C'ye kadar soğutulmuş ve steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır.

3.1.5.c. Nutrient broth: 13 g nutrient broth içeriği (Oxoid) 1 l distile su içerisine eklenerek, karışım otoklavda 121°C'de 15 dk steril edilmiştir.

3.1.5.ç. Yeast dextrose carbonate agar (YDC): 1 l saf su içerisine 10 gram yeast extract, 20 g dextrose, 20 g CaCO₃ ve 15 g agar ilave edilmiştir. Karışım otoklavda 121 °C'de 15 dk. steril edilmiş ve ardından besiyeri 45 °C'ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır.

3.1.5.d. Trypticase soy broth agar (TSBA) besiyeri: 30 g Trypticase soy broth (BBL # 11768), 15 g granüle agar (BBL # 11849) 2 l'lik bir erlenmayer içerisindeki 1 l dH₂O içerisine ilave edilerek, ısıtmalı magnetik karıştırıcı üzerinde agar eriyinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra karışım 121 °C'de 15 psi basınç altında 15 dk süreyle otoklav edilmiştir. Steril edilen ortam 45 °C' ye ayarlı su banyosunda soğutulduktan sonra steril

kabinde petrilere (100x15 mm) 20-25 ml'lik kısımlar halinde dökülerek oda sıcaklığında katılaşmaya bırakılmıştır.

3.1.5.e. King besiyeri: 1 l saf su içerisine 20 g proteaseptone (Difco No:3), 1.5 g K₂HPO₄.3H₂O, 1.5 g MgSO₄.7H₂O, 15 g agar ve 10 ml gliserol ilave edilmiştir. Karışımın pH'sı 7.2'ye ayarlandıktan sonra 121 °C'de 15 dk steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrası, besiyeri 45 °C'ye kadar soğutulmuş ve daha sonra petrilere dökülerek katılaşması sağlanmıştır.

3.1.5.f. %70'lik etil alkol: 70 ml etil alkolün hacmi steril distile su ile 100 ml'ye tamamlanarak hazırlanmış, +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.5.g. %30 'lük gliserol: 70 ml steril distile su içerisine 30 ml gliserol eklendikten sonra otoklavda 121 °C'de 15 dk steril edilerek hazırlanmıştır.

3.1.5.ğ. %3'lük KOH çözeltisi: 3 g KOH 100 ml steril distile su içerisinde çözülerek hazırlanmıştır.

3.1.5.h. %7'lik H₂O₂ çözeltisi: 7 ml H₂O₂'nin hacmi steril saf su ile 100 ml'ye tamamlanarak hazırlanmıştır.

3.1.5.ı. Hücre parçalama (saponification) çözeltisi: 150 ml metil alkol (HPLC Grade) ve 150 ml sdH₂O l'lik renkli çözelti şişesine ilave edilmiş, daha sonra katı formdaki 45 g sodyum hidroksit (ACS Grade) eklenerek iyice çözülünceye kadar karıştırılarak hazırlanmıştır.

3.1.5.i. Metilleştirme (Methylation) çözeltisi: 325 ml hidroklorik asit (6 N) ve 275 ml metil alkol (HPLC Grade) 1 l'lik renkli çözelti şişesi içerisinde iyice çözülünceye kadar karıştırılarak hazırlanmıştır.

3.1.5.j. Saflaştırma (extraction) çözeltisi: 200 ml metil-tert-butil-eter (HPLC Grade) 200 ml hexan (HPLC Grade) üzerine ilave edilerek 1 l 'lik renkli çözelti şişesine aktarılmış ve iyice çözülünceye kadar karıştırılarak hazırlanmıştır.

3.1.5.k. Bazık yıkama (base wash) çözeltisi: 10,8 g katı formdaki sodyum hidroksit (ACS Grade) 900 ml sdH₂O içerisinde iyice çözülünceye kadar karıştırılacak, sonra 1 l'lik renkli çözelti şişesine aktarılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

Çizelge 3.1. Survey çalışması yapılan köy ve mahalleler

Sıra No	Köy / Mahalle Adı	Bulunduğu Yer
1	Melekli Beldesi	Merkez
2	Halfeli Beldesi	Merkez
3	Küllük Köyü	Merkez
4	Yaycı Köyü	Merkez
5	Alikamerli Mahallesi	Merkez
6	Bayraktutan Köyü	Merkez
7	Çalpala Köyü	Merkez
8	Aşağı Çarıkçı	Merkez
9	Oba Köyü	Merkez
10	Kuzugüden Köyü	Merkez
11	Hakmemet Köyü	Merkez
12	Gaziler Köyü	Tuzluca
13	Ağabey Köyü	Tuzluca
14	Necefali Köyü	Merkez
15	Kadıkışlak Köyü	Merkez
16	Kasımcan Köyü	Merkez
17	Evcı Köyü	Merkez
18	Kazancı Köyü	Merkez
19	Enginalan Köyü	Merkez

Surveyler Çizelge 3.1’de belirtilen merkez ve köylerdeki elma bahçelerinde 2014 ve 2015 yılı mayıs ve haziran aylarında yapılmıştır. Bahçelerde tipik ateş yanıklığı belirtilen hastalıkları gösteren yaprak, sürgün ve meyve örnekleri toplanarak, polietilen torbalara konulmuş ve buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilerek izolasyon işlemine kadar, 4°C’de saklanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Hastalıklı bitki örneklerinin toplanması

3.2.2. Bakteri Strainlerinin İzolasyonu ve Stok Kültürlerin Hazırlanması

Bitki örnekleri öncelikli olarak üzerindeki tozlardan arındırmak için akan musluk suyunda iyice yıkanmıştır. Daha sonra %1'lik sodyum hipokloritte 1 dk tutulmuş ve 3 seri steril saf sudan geçirildikten sonra steril kabinde, steril bir bistüri yardımıyla birkaç mm boyunda parçalara ayrılmıştır. Bu küçük parçalar içerisinde 10 ml steril saf su bulunan tüplere atılarak 30 dakika bekletilmiştir. Hazırlanan solüsyondan öze ile alınarak NAS besiyerine çizgi ekim yapılmış ve petriler 27 °C'de 3 gün inkübe edilerek gelişmeye bırakılmıştır. Bakteriyel akıntı gösteren meyvelerden izolasyonda öze direkt akıntıya değdirilmiş ve besiyerine çizgi ekim şeklinde ekilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen kabarık, mukoid koloniler yeni bir besi yerine ekilerek saflaştırılmıştır. Saf kültürlerle ait 24 sa'lık her bir bakteriden bir öze dolusu alınarak, içerisinde 500 µl % 30 'luk gliserol ve 500 µl NB bulunan steril eppendorf tüplere bırakılmıştır. Tüpler karıştırıcıda karıştırılarak homojenizasyon sağlanmış, çalışmalarda kullanılmak üzere 80 °C'de muhafaza edilmiştir (Dönmez,2004).

3.2.3. Mikroorganizmaların Yağ Asit Profillerine Göre Tanısı

Saf kültür olarak – 80 °C'de muhafaza edilen bakteri strainlerinden yağ asit metil ester ekstraksiyonu (FAME), izolasyonu, saflaştırılması ve analizi yapılmıştır. Bilgisayar kontrollü gaz kromatografi sistemi olan Mikrobiyal Identifikasyon Sistemi (MIDI, Inc., Newark, DE) kullanılarak kültüre alınan strainlerin tür ve alt tür seviyesinde tanısı

yapılmıştır. Referans kültür olarak GG 11 *E. amylovora* (MIS tanılama yüzdesi 82) kullanılmıştır.

3.2.3.a. Aerobik bakteri strainlerinin trypticase soy brothagar (tsba) besiyerinde geliştirilmesi

Test edilen mikroorganizmalar steril platin bir öze ile depo kültürden alınmış, TSBA katı besiyerine 4 fazlı çizgi ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler, 24-48 sa. süreyle 27 °C'ye ayarlı bir inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.3.b. Yağ asit methyl esterlerinin saflaştırılması

Mikroorganizmaların yağ asitlerini saf olarak izole edebilmek için 4 farklı çözelti kullanılmıştır. Hazırlanan 4 çözelti ile aerobik bakterilerden yağ asit metil esterlerinin saflaştırılması aşağıdaki metod takip edilerek yapılmıştır.

1. TSBA üzerinde geliştirilen bakterilerin inkübasyon periyodunu takiben, 4 fazlı çizim yapılmış petrilerin 3 ve 4 numaralı fazlarından canlı bakteri hücreleri steril bir özeyle toplanarak (~ 40 mg) steril teflon kapaklı cam test tüplerine (5 ml) aktarılmış, tüpler etiketlenerek ağızları kapatılmıştır.
2. Her bir test tüpüne 1 ml hücre parçalayıcı çözelti ilave edilmiş ve 5-10 saniye çalkalandıktan sonra test tüpler 5 dk süreyle 100 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Ardından tekrar 5-10 sn çalkalanan test tüpler 25 dk süreyle 100 °C'lik su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Bu muamele ile canlı hücreler parçalanarak, yağ asitlerinin serbest kalması sağlanmıştır.
3. Test tüplerine 2 ml metilleştirme çözeltisinden eklendikten sonra 5-10 sn'lik bir çalkalamadan sonra 80 °C 'de 10 dk süreyle su banyosunda bekletilmiş ve hemen takiben 2 dk süreyle buz veya soğuk su içerisinde soğutulmuştur. Bu uygulama ile serbest yağ asitlerine ester bağları ile metil eklenmiş ve yağ asitlerinden yağ asit metil esterleri elde edilmiştir. Böylece yağ asitlerine yüksek sıcaklıklarda uçuculuk özelliği kazandırılmıştır.
4. Soğutulmuş tüplere 1.25 ml saflaştırma çözeltisinden eklenerek 10 dk süreyle hematoloji çalkalayıcısında çalkalanmıştır. Tüplerin alt kısmında asidik (inorganik), üst kısmında da organik sıvı faz olmak üzere 2 ayrı faz oluştuğu gözlenmiştir. Yağ asit metil esterleri asidik fazdan ayrılarak organik faz bölgesinde toplandığından pastör pipeti kullanarak tüplerin alt kısmındaki asidik faz atılmış ve organik faz muhafaza edilmiştir.

5. En son aşamada her tüpe 3 ml bazık yıkama çözeltisinden ilave edilmiştir. Tüpler 5 dk süreyle hematoloji çalkalayıcısında karıştırıldıktan sonra 10 dk süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Kullanılan çözelti bazık özellikte olduğundan, serbest yağ asit metil esterleri daha saf olarak elde edilmiştir. Bu aşamada da tüp içerisinde yine iki ayrı faz olduğu gözlenmiştir. Üst fazda toplanan ve yağ asit metil esterleri içeren faz pastör pipeti ile alınarak 2 ml gaz kromatografisi tüplerine transfer edildikten sonra ağızları sıkıca kapatılmış, MIS cihazı üzerindeki örnek depolama tepsisine yerleştirilmiştir.

Örnekler MIS cihazı üzerindeki örnek depolama tepsisine yerleştirildikten sonra cihaz çalıştırılmış, sistem kılavuzunda belirtildiği gibi tek tek analiz edilerek tanı sonuçları alınmıştır.

3.2.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) Testi

Elde edilen bütün bakteriyel strainler NAS besiyerine ekilerek, 24-48 sa 27 °C'ye ayarlı inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen kültürlerden sH₂O ile konsantrasyonu 10⁷ hücre/ml olan solüsyonlar hazırlanmıştır. Plastik bir enjektör ile her bir straine ait süspansiyondan 1 ml alınmış ve tütün (*Nicotiana tabacum* L. Samsun) yapraklarının alt kısmından damar aralarına enjekte edilmiştir. Negatif kontrol olarak aynı şekilde tütün bitkilerinin damar aralarına sdH₂O inokule edilmiştir. Bitkilerde enjeksiyondan 5 gün sonra lokal enfeksiyon noktasındaki hücrelerin hızlı ölümü ile sonuçlanan hipersensitif reaksiyonun varlığı incelenmiştir. Ölü doku oluşumu HR pozitif, oluşmaması ise HR negatif olarak değerlendirilmiştir (Jurgens 2012). Bu test için karşılaştırma kültürü olarak GG15 *E. amylovora* (pozitif kontrol) straini kullanılmıştır.

3.2.5. Patojenisite Testi

Bakteri strainlerinin hastalık oluşturma özelliklerinin tespiti için Pink Lady elma çeşidi kullanılmıştır. Elma sürgünleri laboratuvar koşullarında içinde çeşme suyu bulunan erlenlere konulmuştur. Patojenite testinde her bir *E. amylovora* straini YDC besi yerinde 24 sa geliştirilmiş ve spektrofoto metrede 660 nm'de 0.060 ölçüm değerinde (10⁸ hücre/ml bakteri yoğunluğu) süspansiyonları hazırlanmıştır. İnokulasyon işleminden önce sürgün ucundaki yaprakların uçları patojen süspansiyonuna batırılmış makasla kesilmiş ve elde edilen strainlerin süspansiyonları bir el pülverizatörüyle bitkilere püskürtülmüştür. Negatif kontrol grubunda yer alan bitkilere steril su püskürtülmüştür. İnokulasyondan 15 gün sonra yapraklara yapılan uygulama sonuçları gözlenmiş ve tipik

hastalık belirtilerine neden olan strainlerin patojenik özellikte olduğu tespit edilmiştir. Yapraklarda meydana gelen simptomlar 0-4 skalasına (0: hastalık yok; 1: yaprakların %1-10'unu kaplayan yanıklık; 2: yaprakların %11-45 kaplayan yanıklık; 3: yaprakların %46-85 kaplayan yanıklık; 4: yaprakların %86-100 kaplayan yanıklık) göre değerlendirilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak aynı şartlarda 2 kez tekrarlanmıştır (Korba *et al.*, 2008; Muzzucchi and Brunelli, 2008).

3.2.6. Morfolojik Testler

3.2.6.a. Koloni morfolojisi

İzole edilen bakteriyel strainler % 5 sakkaroz içeren nutrient agar besi yerine çizgi ekim yapılarak ve 25 °C'de 48-72 sa inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası strainlerin koloni gelişimleri değerlendirilmiştir (Atasağun, 2009). Karşılaştırma kültürü olarak GG 15 *E. amylovora* straini kullanılmıştır.

3.2.6.b. Hareketlilik testi

Litrede 10 g tryptone, 5 g NaCl ve 5 g agar (pH: 6.8-7.2) içeren yarı katı formülü besi yeri tüplere 5'er ml konulmuş ve 121°C'de 15 dk otoklav edilmiştir. Tüp içerisindeki besi yerine *E. amylovora* strainleri kültür delme şeklinde aşılandıktan sonra 25 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan 8, 24 ve 48 sa sonra değerlendirme yapılmıştır. İnkübasyon bölgesinden çevreye doğru yayılmış bir koloni gelişimi gözlenmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Schaad *et al.*, 2001). Pozitif kontrol olarak GG 3 *E. amylovora* straini kullanılmıştır.

3.2.7. Biyokimyasal Testler

3.2.7.a. Gram reaksiyon testi

Bakteri strainlerinin hücre duvarlarındaki farklılığı belirleyebilmek için bir lam üzerine %3'lük KOH çözeltisinden bir iki damla damlatılmıştır. Ardından YDC üzerinde geliştirilen 24-48 sa 'lık bakteri kültüründen öze ile alınarak KOH çözeltisi ile 5-10 sn karıştırıldıktan sonra öze yukarıya doğru kaldırılmıştır. Karışımın uzaması gram negatif özellik olarak değerlendirilmiştir (Fahy ve Hayward 1983). Referans kültür olarak BS 160 *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* straini kullanılmıştır.

3.2.7.b. Katalaz testi

Katalaz enzimin varlığını belirlemek için bakteri strainleri YDC ortamında geliştirilmiştir. 24-48 saat'lik bakteri kültüründen bir öze alınmış ve üzerine 1 damla

H₂O₂ ilave edilmiştir. Kabarcık oluşumu katalaz pozitif, oluşmaması ise katalaz negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir. (Klement *et al.*, 1990). Pozitif kontrol olarak MFD 145 *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* straini kullanılmıştır.

3.2.7.c. Oxidaz testi

Test için %1 tetramethyl-p-phenylendiamine dihydrochloride içeren diskler kullanılmıştır. Bu diskler 1 damla sdH₂O ile doyurulmuş ve sonra üzerleri 24-48 sa'lik bakteri kültürü ile kaplanmıştır. Diskte gözlemlenen mavimsi-mor renk oluşumu pozitif, oluşmaması ise negatif sonuç olarak kabul edilmiştir (Narayanasamy, 1997). Karşılaştırma kültürü olarak BS 232 *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* straini kullanılmıştır.

3.2.7.ç. Levan testi

Strainler çizgi ekim şeklinde nutrient sukroz agar besiyeri yerine ekilerek 27 °C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Levan sucrase enziminin sukrozu kullanması sonucu oluşan konveks, mukoid koloniler levan pozitif, konveks ve mukoid yapıda olmayan koloniler ise levan negatif olarak belirlenmiştir (Lelliot and Stead 1987). Pozitif kontrol olarak GG 68 *E. amylovora* straini kullanılmıştır.

3.2.7.d. Fluorescent pigment üretim testi

Fluorescent pigment üreten strainlerin belirlenmesi amacıyla King B besiyeri hazırlanmıştır. Her bir strain besiyeri yerine çizgi ekimle kontamine edildikten sonra, 25 °C'ye ayarlı inkübatörde 2 gün süreyle inkübe edilmiştir. Gelişen kültürler UV (Ultraviyole lamba) altında, karanlık odada gözlemlenmiş, yeşil fluorescens pigment üretenler pozitif, diğerleri negatif olarak değerlendirilmiştir (Yılmaz ve Aysan, 2009). Pozitif kontrol olarak BS 168 *Pseudomonas viridiflava* straini kullanılmıştır.

3.2.7.e. 36 °C'de gelişim testi

NA besiyeri yerine bakteri strainleri çizgi ekim şeklinde ekilmiş ve 36 °C'ye ayarlı inkübatörde 3 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde bakteri gelişimi oluşmuşsa pozitif, oluşmamışsa negatif sonuç olarak kaydedilmiştir (Ataşağın, 2009). Karşılaştırma kültürü olarak GG 11 *E. amylovora* straini kullanılmıştır.

3.2.7.f. Ham armut testi

Ham armut meyveleri %10'luk sodyum hipoklorit ile 4 dk yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Steril kabinde 7-8 mm kalınlıkta dilimler halinde kesilen ham armutlar steril nemli petri kaplarına yerleştirilmiştir. Bu dilimlerin üzerine SNA' da geliştirilen 10^8 hücre/ml yoğunluğundaki bakteri strainleri steril iğne ile bulaştırılarak 27°C 'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda bakteriyel akıntı oluşturan strainler pozitif olarak kaydedilmiştir (Van der Zwet, 1986). Pozitif kontrol olarak MFD 310 *E. carotovora* subsp. *carotovora* kullanılmıştır.

3.2.8. Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Çeşit Reaksiyonu Denemesi

3.2.8.a. Patojen bakteri süspansiyonunun hazırlanması

Patojenite testi sonucunda virülensliğinin yüksek olduğu tespit edilen 7 *E. amylovora* straini kullanılmıştır. Her bir *E. amylovora* straini YDC besi yerinde 24 sa geliştirilmiş ve geliştirilen kültürlerden yoğunluğu 10^8 hücre/ml bakteri (spektrofotometrede 660 nm'de 0.060) olan süspansiyonlar hazırlanmıştır. *E. amylovora* strainlerinin süspansiyonlarından eşit hacimde karışımlar yapılarak hazırlanan inokulum çeşit reaksiyonu denemelerinde kullanılmıştır (Mazzucchi and Brunelli, 2008).

3.2.8.b. Çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı yaprak reaksiyonunun belirlenmesi

Elma çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı reaksiyonu 2015-2016 yıllarında Halfeli beldesinde kurulan deneme alanında test edilmiştir. Her bir çeşit için 3 uygulama, 3 kontrol olacak şekilde fidanlar 16.03.2015 tarihinde deneme alanına dikilmiştir. *E. amylovora* strainlerinin karışımından hazırlanan patojen bakteri süspansiyonu denemenin birinci yılında 25.05.2015 tarihinde, ikinci yılında ise 27.05.2016 tarihinde bitkilerin yapraklarına bir el pülverizatörü ile inokule edilmiştir. Kontrol grubundaki fidanlara ise su sprey edilmiştir. Su ve patojen inokulasyonu öncesinde fidanların yaprakları uç kısmından kesilmiştir. İnokulasyondan 17 gün sonra yapraklara yapılan uygulama sonuçları gözlenmiş ve yapraklarda meydana gelen belirtiler 0-4 skalasına (0: hastalık yok; 1: yaprakların %1-10'unu kaplayan yanıklık; 2: yaprakların %11-45 kaplayan yanıklık; 3: yaprakların %46-85 kaplayan yanıklık; 4: yaprakların %86-100 kaplayan yanıklık) göre değerlendirilmiştir. Ancak iklim şartlarındaki olumsuzluklar nedeniyle denemenin yürütüldüğü her iki yılda da oluşan belirtilerin kaybolduğu görülmüş ve çalışmaya laboratuvar şartlarında devam edilmiştir. Elma çeşitlerine ait sürgünler

kesilerek laboratuvara getirilmiş ve inokulasyon gerçekleştirilmiştir. İnokulasyon sonrası yaprak ve sürgündeki hastalık şiddeti aşağıda belirtilen şekilde değerlendirilmiştir.

Tanımsal skalaya göre belirlenen değerlerle hastalık şiddeti indeksi Townsend-Heuberger (1943) formülüne göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Hastalık Şiddeti İndeksi} = [\Sigma(\text{SD} \times \text{BS})] \times 100 / \text{ESD} \times \text{TB} \quad (3.1)$$

SD: Skala değeri

BS: Aynı skala değerindeki bitki sayısı

ESD: En yüksek skala değeri

TB: Toplam bitki sayısı

Elma fidanlarının yapraklarında patojene karşı oluşan reaksiyon Thibault *et.al.* 1987'ye göre aşağıda belirtilen şekilde gruplandırılmıştır (Şekil 3.2).

Çizelge 3.2. Çeşitlerin yaprak reaksiyonuna ait duyarlılık sınıfları ve karakterleri

Hastalık Şiddeti (%)	0	1-10	11-20	21-40	41-60	61-100
Duyarlılık Sınıfı	A	B	C	D	E	F
Duyarlılık Karakteri	Dayanıklı	Çok az duyarlı	Az duyarlı	Orta duyarlı	Duyarlı	Çok duyarlı

3.2.8.c. Çeşitlerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Sürgün Reaksiyonunun Belirlenmesi

Elma fidanlarının sürgün reaksiyonunu değerlendirmek için karışım şeklinde hazırlanan inokulumdan sürgünün üstten 3. yaprak axiline patojen 100 µl inokule edilmiştir. (Lepinasse and Paulin 1990). (Şekil 3.3). Sürgünlerin hastalığa karşı duyarlılığı enfekteli sürgünlerde oluşan lezyon gelişiminin derecesine göre değerlendirilmiştir. İnokulasyondan 40 gün sonra, sürgünlerin toplam uzunluğu ve sürgünlerde oluşan lezyon uzunluğu kaydedilmiş ve sürgünlerin ateş yanıklığı hastalığına karşı duyarlılıkları aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir (Thompson ve ark.1962).

Enfekteli kısmın uzunluğu (cm)

$$\text{Çeşit Duyarlılığı (ÇD) Değeri} = \frac{\text{Enfekteli kısmın uzunluğu (cm)}}{\text{Toplam sürgün uzunluğu (cm)}} \times 100 \quad (3.2)$$

Toplam sürgün uzunluğu (cm)

Elde edilen çeşit duyarlılığı verilerine göre Le Lezec *et.al.* 1997'ye göre aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çeşitlerin sürgün reaksiyonuna ait karakterleri ve sınıfları

Çeşit Duyarlılığı	0	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Duyarlılık Sınıfı	A	B	C	D	E	F
Duyarlılık Karakteri	Dayanıklı	Çok az	Az	Orta	Duyarlı	Çok
		Duyarlı	Duyarlı	Duyarlı		Duyarlı

Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($P \leq 0.05$) kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 3.3. Sürgün inokulasyonu

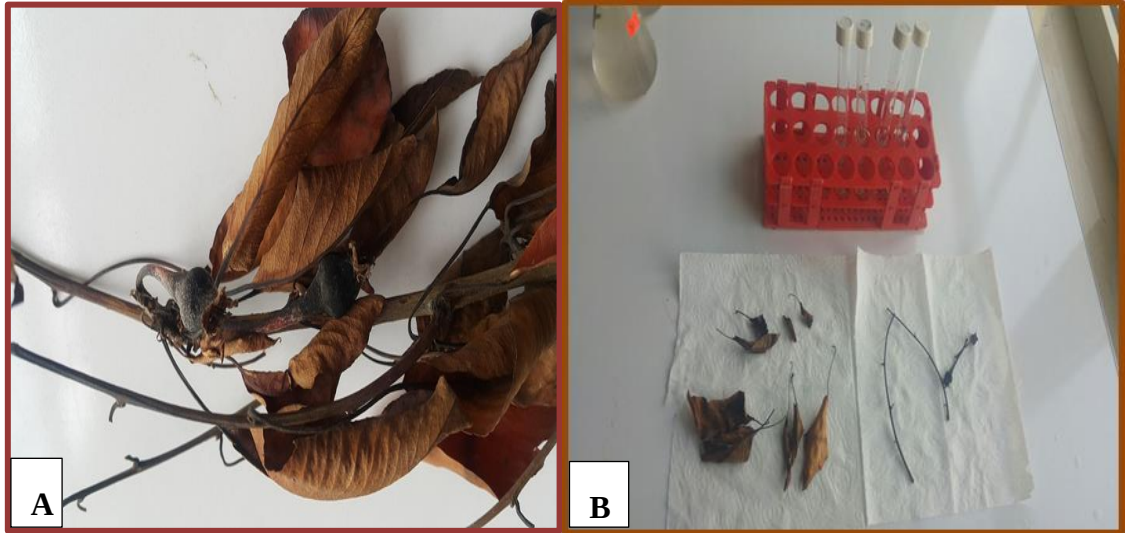
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

2014 yılında survey çalışması kapsamında ziyaret edilen merkeze bağlı Yaycı, Alikamerli, Bayraktutan, Oba ve Kadıkışlak köyleri ile Tuzluca ilçesine bağlı Gaziler ve Ağabey köylerinde tipik ateş yanıklığı semptomu sergileyen elma ağaçları tespit edilmiştir. Genellikle küçük meyvelerde bakteriyel akıntı, yanıklık ve yaprak ve yaprak saplarında kahverengi lekeler gözlenmiştir. Merkeze bağlı Melekli ve Halfeli beldeleri ile Küllük, Çalpala, Aşağı Çarıkçı, Kuzugüden, Hakmemet, Necefali, Kazancı, Enginalan, Erhacı ve Tacirli köylerinde ise ateş yanıklığı belirtisi gösteren hasta ağaçlara rastlanılmamıştır.

4.2. Bakteri Strainlerin İzolasyonu ve Stok Kültürlerin Hazırlanması

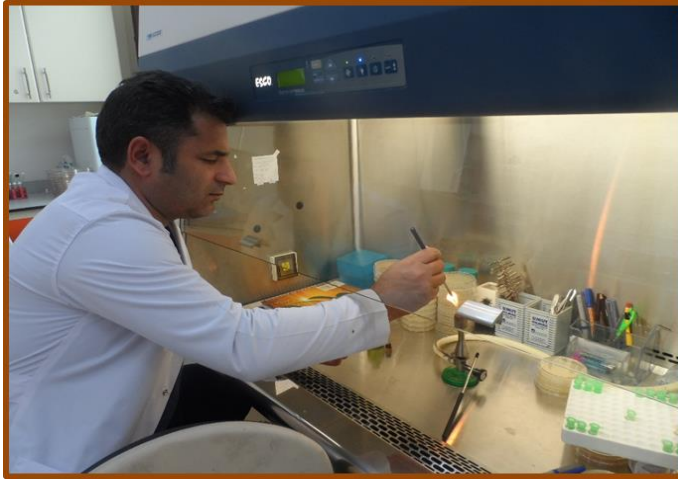
Tipik hastalık semptomları sergileyen bitki aksamlarından izolasyon yapılmış ve toplam 79 bakteri straini elde edilmiştir. (Şekil 4.1). Strainlere ait saf bakteri kolonilerinden stok kültürler hazırlanmış, çalışmalarda kullanılmak üzere -80 °C’de muhafaza edilmiştir (Şekil 4.2). Bakteri strainlerinin lokasyonlarda bulunuş sayıları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1. A) İzolasyon için laboratuvara getirilen hastalıklı bitki örneği, B) Hastalıklı bitki örneklerinden izolasyon

Çizelge 4.1. 2014 yılında hastalıklı elma örneklerinden izole edilen bakteri strainlerinin sayısı ve izole edildiği yerler

İzole Edildiği Yer		Strain Sayısı
Alikamerli Mah	Merkez	22
Bayraktutan Köyü	Merkez	13
Kadıkışlak Köyü	Merkez	11
Oba Köyü	Merkez	8
Yaycı Köyü	Merkez	19
Ağabey Köyü	Tuzluca	2
Gaziler Köyü	Tuzluca	4
Toplam		79



Şekil 4.2. İzolasyon sonrası stok kültürlerin hazırlanması

4.3. Mikroorganizmaların Yağ Asit Profillerine Göre Tanısı

Bakteri strainlerinin mikrobiyal tanı sistemi (MIS) kullanılarak elde edilen yağ asit profillerine göre elde edilen tanı sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelge 'de belirtilen sonuçlara göre 58 *E. amylovora*, 4 *Bacillus subtilis*, 3 *Bacillus megatorium*, 4 *Enterobacter intermedius*, 4 *Pantoea agglomerans*, 2 *Pseudomonas aeruginosa* ve 4 *Serratia fonticola* olmak üzere 7 farklı bakteri türü tanılanmıştır (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Elde edilen bakteri strainlerinin yağ asit profilinin MIS sisteminde analizi

Çizelge 4.2. Bakteri strainlerinin yağ asit profillerine göre (MIS) tanı sonuçları

Strain No	MIS Tanı Sonucu	SIM Index (%)	Bitki Aksamı	Lokasyon
AK1	<i>Erwinia amylovora</i>	63	Meyve	Alikamerli
AK2	<i>Erwinia amylovora</i>	72	Meyve	Alikamerli
AK3	<i>Erwinia amylovora</i>	51	Meyve	Alikamerli
AK4	<i>Erwinia amylovora</i>	78	Meyve	Alikamerli
AK5	<i>Erwinia amylovora</i>	66	Meyve	Alikamerli
AK6	<i>Erwinia amylovora</i>	88	Meyve	Alikamerli
AK7	<i>Erwinia amylovora</i>	79	Meyve	Alikamerli
AK8	<i>Erwinia amylovora</i>	51	Meyve	Alikamerli
AK9	<i>Erwinia amylovora</i>	35	Yaprak	Alikamerli
AK10	<i>Pantoea agglomerans</i>	46	Yaprak	Alikamerli
AK11	<i>Erwinia amylovora</i>	55	Yaprak	Alikamerli
AK12	<i>Erwinia amylovora</i>	67	Yaprak	Alikamerli
AK13	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	71	Yaprak	Alikamerli
AK14	<i>Pantoea agglomerans</i>	48	Meyve	Alikamerli
AK15	<i>Erwinia amylovora</i>	81	Meyve	Alikamerli
AK16	<i>Bacillus subtilis</i>	68	Yaprak	Alikamerli
AK17	<i>Erwinia amylovora</i>	35	Meyve	Alikamerli
AK18	<i>Erwinia amylovora</i>	79	Sürgün	Alikamerli

Çizelge 4.2. (devam)

Strain No	MIS Tanı Sonucu	SIM Index (%)	Bitki Aksamı	Lokasyon
AK19	<i>Erwinia amylovora</i>	81	Sürgün	Alikamerli
AK20	<i>Erwinia amylovora</i>	67	Sürgün	Alikamerli
AK21	<i>Erwinia amylovora</i>	74	Yaprak	Alikamerli
AK22	<i>Erwinia amylovora</i>	42	Meyve	Alikamerli
AK23	<i>Erwinia amylovora</i>	77	Yaprak	Alikamerli
AK24	<i>Bacillus megatorium</i>	69	Yaprak	Alikamerli
AK25	<i>Erwinia amylovora</i>	71	Yaprak	Alikamerli
AK26	<i>Erwinia amylovora</i>	57	Meyve	Alikamerli
AK27	<i>Erwinia amylovora</i>	60	Meyve	Alikamerli
AK28	<i>Erwinia amylovora</i>	75	Yaprak	Alikamerli
AK29	<i>Erwinia amylovora</i>	63	Yaprak	Alikamerli
AK30	<i>Enterobacter intermedius</i>	49	Yaprak	Alikamerli
AK31	<i>Pantoea agglomerans</i>	67	Yaprak	Alikamerli
AK32	<i>Erwinia amylovora</i>	78	Yaprak	Alikamerli
AK33	<i>Erwinia amylovora</i>	80	Yaprak	Alikamerli
AK34	<i>Erwinia amylovora</i>	71	Yaprak	Alikamerli
AK35	<i>Erwinia amylovora</i>	48	Yaprak	Bayraktutan
AK36	<i>Serratia fonticola</i>	55	Yaprak	Bayraktutan
AK37	<i>Erwinia amylovora</i>	62	Yaprak	Bayraktutan
AK38	<i>Erwinia amylovora</i>	71	Yaprak	Bayraktutan
AK39	<i>Bacillus megatorium</i>	67	Yaprak	Bayraktutan
AK40	<i>Erwinia amylovora</i>	80	Yaprak	Bayraktutan
AK41	<i>Erwinia amylovora</i>	58	Yaprak	Bayraktutan
AK42	<i>Erwinia amylovora</i>	82	Yaprak	Bayraktutan
AK43	<i>Erwinia amylovora</i>	79	Meyve	Bayraktutan
AK44	<i>Bacillus subtilis</i>	68	Yaprak	Bayraktutan
AK45	<i>Erwinia amylovora</i>	76	Yaprak	Bayraktutan
AK46	<i>Erwinia amylovora</i>	52	Yaprak	Bayraktutan

Çizelge 4.2. (devam)

Strain No	MIS Tanı Sonucu	SIM Index (%)	Bitki Aksamı	Lokasyon
AK47	<i>Erwinia amylovora</i>	60	Yaprak	Bayraktutan
AK48	<i>Erwinia amylovora</i>	78	Yaprak	Oba
AK49	<i>Erwinia amylovora</i>	53	Yaprak	Oba
AK50	<i>Erwinia amylovora</i>	69	Yaprak	Oba
AK51	<i>Serratia fonticola</i>	83	Yaprak	Oba
AK52	<i>Erwinia amylovora</i>	76	Yaprak	Oba
AK53	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	41	Yaprak	Oba
AK54	<i>Erwinia amylovora</i>	72	Yaprak	Oba
AK55	<i>Erwinia amylovora</i>	72	Yaprak	Yaycı
AK56	<i>Erwinia amylovora</i>	61	Yaprak	Yaycı
AK57	<i>Erwinia amylovora</i>	67	Yaprak	Yaycı
AK58	<i>Enterobacter intermedius</i>	73	Yaprak	Yaycı
AK59	<i>Serratia fonticola</i>	41	Yaprak	Yaycı
AK60	<i>Erwinia amylovora</i>	46	Meyve	Yaycı
AK61	<i>Erwinia amylovora</i>	61	Meyve	Yaycı
AK62	<i>Erwinia amylovora</i>	60	Meyve	Yaycı
AK63	<i>Erwinia amylovora</i>	54	Sürgün	Yaycı
AK64	<i>Pantoea agglomerans</i>	62	Sürgün	Yaycı
AK65	<i>Erwinia amylovora</i>	55	Sürgün	Yaycı
AK66	<i>Enterobacter intermedius</i>	49	Yaprak	Yaycı
AK67	<i>Bacillus subtilis</i>	74	Yaprak	Yaycı
AK68	<i>Erwinia amylovora</i>	69	Yaprak	Yaycı
AK69	<i>Erwinia amylovora</i>	73	Meyve	Yaycı
AK70	<i>Bacillus megatorium</i>	41	Yaprak	Yaycı
AK71	<i>Erwinia amylovora</i>	78	Meyve	Yaycı
AK72	<i>Enterobacter intermedius</i>	51	Meyve	Yaycı
AK73	<i>Bacillus subtilis</i>	68	Sürgün	Yaycı

Çizelge 4.2. (devam)

Strain No	MIS Tanı Sonucu	SIM Index (%)	Bitki Aksamı	Lokasyon
AK74	<i>Erwinia amylovora</i>	71	Yaprak	Ağaver
AK75	<i>Erwinia amylovora</i>	63	Yaprak	Ağaver
AK76	<i>Erwinia amylovora</i>	75	Yaprak	Gaziler
AK77	<i>Serratia fonticola</i>	62	Yaprak	Gaziler
AK78	<i>Erwinia amylovora</i>	78	Yaprak	Gaziler
AK79	<i>Erwinia amylovora</i>	69	Yaprak	Gaziler

4.4. Tütünde Aşırı Duyarlılık (Hypersensitive Response=HR) Testi

Karşılaştırma kültürü olarak kullanılan GG15 *E. amylovora* straininin.ve yağ asit profiline göre tanısı yapılan 58 *E. amylovora* straininden 57 tanesinin tütünde tipik aşırı duyarlılık reaksiyonuna neden olduğu gözlenmiş ve sonuç HR pozitif olarak kaydedilmiştir. Strainlerden bir tanesinin (AK22) ise HR negatif reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Bakteri strainlerine ait tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Tütünde HR testi

4.5. Patojenisite testi

Pink Lady elma çeşidinin yapraklarında meydana gelen belirtiler 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Strainlerden 13 tanesinin (AK9, AK17, AK20, AK 21, AK 28, AK 29, AK37, AK41, AK47, AK49, AK60, AK61, AK68) inokule edildikleri yaprakların %1-10'unu kaplayan yanıklık belirtisine neden olduğu ve skala değeri olarak 1 içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. 21 strainin (AK2, AK4, AK5, AK6, AK8, AK11, AK18, AK19, AK35, AK38, AK40, AK45, AK46, AK49, AK50, AK54, AK69, AK71, AK74, AK75, AK78) yaprakların %11-45'ini kaplayan yanıklık symptomuna sebep olduğu ve skala değerinin 2 içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Strainlerden 13 tanesinin (AK1, AK3, AK12, AK23, AK26, AK27, AK34, AK43, AK56, AK57, AK62, AK63, AK65) yaprakların %46-85 kaplayan yanıklık symptomunu oluşturduğu ve 3 skala değerine sahip olduğu saptanmıştır. 10 tane strainin ise (AK7, AK15, AK25, AK32, AK33, AK42, AK48, AK52, AK55, AK76) yaprakların %86-100 kaplayan yanıklık belirtisine neden olduğu ve bu hastalık şiddeti ile 4 skalası içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Tütünde HR negatif sonuç veren AK22 straininin elma yapraklarında herhangi bir hastalık symptomu oluşturmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Bakteri strainlerinin patolojik test sonuçları

Strain No		HR Testi	Hastalık Skalası
AK1	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK2	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK3	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK4	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK5	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK6	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK7	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK8	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK9	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK11	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK12	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK15	<i>Erwini aamylovora</i>	+	4
AK17	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1

Çizelge 4.3. (devam)

Strain No		HR Testi	Hastalık Skalası
AK18	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK19	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK20	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK21	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK22	<i>Erwinia amylovora</i>	-	0
AK23	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK25	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK26	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK27	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK28	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK29	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK32	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK33	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK34	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK35	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK37	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK38	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK40	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK41	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK42	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK43	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK45	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK46	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK47	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK48	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK49	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK50	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK52	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK54	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK55	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4

Çizelge 4.3. (devam)

Strain No		HR Testi	Hastalık Skalası
AK56	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK57	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK60	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK61	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK62	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK63	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK65	<i>Erwinia amylovora</i>	+	3
AK68	<i>Erwinia amylovora</i>	+	1
AK69	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK71	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK74	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK75	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK76	<i>Erwinia amylovora</i>	+	4
AK78	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2
AK79	<i>Erwinia amylovora</i>	+	2

4.6. Koloni rengi

İzole edilen patojen bakterilerin oluşturdukları koloni renkleri NA besiyerine bakterilerin ekiminden 48 saat sonra belirlenmiştir. Karşılaştırma kültürü olarak GG 15 *E. amylovora* ve *Erwinia* cinsine ait bakteri strainlerinin hepsinin krem renkli koloniler oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

4.7. Hareketlilik testi

Pozitif kontrol olarak kullanılan GG 3 *E. amylovora* straininin ve çalışmada elde edilen *E. amylovora* strainlerinin besi yerine inokule edildikleri noktadan çevreye doğru yayılan koloni gelişimi gösterdikleri tespit edilmiş, sonuç pozitif olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4).

4.8. Gram reaksiyon testi

Karşılaştırma kültürü olarak kullanılan BS 160 *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* ve *E. amylovora* strainlerine ait koloniler KOH çözeltisi ile karıştırılıp öze

yukarıya doğru kaldırıldığında, karışımın özeye yapışarak uzayan bir yapı gösterdiği gözlenmiş ve sonuç gram negatif olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4).

4.9.Katalaz testi

Elde edilen *E. amylovora* strainlerine ait kolonilere H_2O_2 damlatılmış ve çok kısa sürede yoğun kabarcık oluşumu tespit edilmiş, sonuç kuvvetli pozitif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.5.). Referans kültür MFD 145 *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* ile aynı sonucu verdikleri gözlenmiştir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.5 AK 12 straininin katalaz testinde oluşturduğu kabarcık

4.10. Oksidaz testi

Referans kültür BS 232 *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın yaklaşık 1 dk içerisinde diskte mor renk oluşturduğu gözlenirken *E. amylovora* strainlerinin bulaştırıldıkları dikte hiçbir renk değişimine neden olmadıkları görülmüş, sonuç oksidaz negatif olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4).

4.11. Levan testi

Levan testi sonucunda karşılaştırma kültürü olarak kullanılan GG 68 *E. amylovora* ve *E. amylovora* strainlerinin NAS besi yeri üzerinde kabarık, mukoid koloni oluşturdıkları tespit edilmiş, sonuç levan pozitif olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4).

4.12. Fluorescent pigment üretim testi

King B besi yerinde geliştirilen bakteri strainlerininreferans kültür BS 168 *Pseudomonas viridiflava*'nın tersine UV altında, yeşil fluorescens pigment üretmedikleri saptanmış ve sonuç negatif olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4).

4.13. 36 °C'de Gelişim testi

Karşılaştırma kültürü olarak kullanılan GG 11 *E. amylovora* straini ile çalışmadan elde edilen *Erwinia* strainlerinin 36 °C'ye ayarlı inkübatörde gelişme göstermedikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

4.14.Ham Armut testi

Pektolitik aktive için patates dilimlerine inokule edilen *Erwinia* strainlerinin bakteriyel akıntı oluşturdıkları gözlenmiştir (Çizelge 4.4).

4.15. Amilaz testi

Karşılaştırma kültürü olarak kullanılan MFD 265 *Xanthomonas campestris phaseoli fuscans* kolonileri üzerine lügol solüsyonu dökülmüş ve kolonilerin çevresinde belirgin şeffaf bir alan oluşmuştur. *Erwinia* strainlerinde ise ekim çizgileri etrafında açık renk hale oluşumu gözlemlenmemiş ve sonuç amilaz negatif olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Erwinia* strainlerinin morfolojik ve biyokimyasal test sonuçları

Strain No		KR	H	36 °C’de Gelişme	L	O	HA	A	FP	K	GR
AK1	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK2	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK3	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK4	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	+	-
AK5	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK6	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK7	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK8	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK9	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	+	-	+	-	-	K+	-
AK11	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK12	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK15	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	+	-
AK17	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK18	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK19	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK20	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	+	-
AK21	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	+	-
AK23	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-

Çizelge 4.4. (devam)

Strain No		KR	H	36 °C'de Gelişme	L	O	HA	A	FP	K	GR
AK25	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK26	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK27	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK28	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK29	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK32	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK33	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK34	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK35	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK37	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK38	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK40	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK41	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK42	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK43	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK45	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK46	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK47	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-

Çizelge 4.4. (devam)

Strain No		KR	H	36 °C'de Gelişme	L	O	HA	A	FP	K	GR
AK48	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK49	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK50	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK52	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK54	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK55	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK56	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK57	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK60	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK61	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK62	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK63	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK65	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK68	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK69	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK71	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK74	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-

Çizelge 4.4. (devam)

Strain No		KR	H	36 °C’de Gelişme	L	O	HA	A	FP	K	GR
AK75	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK76	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK77	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK78	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-
AK79	<i>Erwinia amylovora</i>	Krem	Hareketli	-	K+	-	+	-	-	K+	-

KR; koloni rengi, **H;** hareketlilik özelliği, **O;** oksidaz, **HA;** ham armut testi, **A;** amilaz, **FP;** floresant pigment üretimi, **K;** katalaz, **GR;** gram reaksiyonu, **K+;** kuvvetli pozitif

4.16. Ateş Yanıklığı Hastalığına Karşı Çeşit Reaksiyonu Denemesi

Halfeli beldesinde kurulan bahçe denemesinin birinci yılında hem yaprak hem de sürgün inokulasyonu sonucu herhangi bir simptom oluşumu gözlenmemiştir. İkinci yıl tekrarlanan denemede ise sürgün inokulasyonu sonucunda Jeromine ve Amasya çeşitlerinde bakteriyel akıntı tespit edilmiş ancak simptomun üç hafta sonra kaybolduğu belirlenmiştir. Iğdır Meteoroloji Müdürlüğü 17100 Gözlem İstasyonu'ndan alınan iklim verileri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da belirtilmiştir. Her iki çizelge değerlendirildiğinde gerek yağış ve gerekse nem değerlerinin hastalık oluşumu için uygun olmadığı görülmüş ve patojene karşı çeşit reaksiyonu çalışmasına laboratuvar şartlarında devam edilmiştir.

Çizelge 4.5. 2015 yılı mayıs ve haziran ayı iklim verileri

	Max. Sıcaklık (°C)	Min, Sıcaklık (°C)	En Düşük Ort, Nispi Nem (%)	En Yüksek Ort, Nispi Nem (%)	En Yüksek Ort, Sıcaklık (°C)	En Düşük Ort, Sıcaklık (°C)
	32.5	7.0	27.7	71.7	23.7	12.8
	31.05.2015	16.05.2015	31.05.2015	24.05.2015	31.05.2015	06.05.2015
Tarih	37.8	12.5	27.0	65.7	29.7	19.1
	30.06.2015	01.06.2015	12.06.2015	17.06.2015	24.06.2015	16.06.2015

Çizelge 4.6. 2016 yılı mayıs ve haziran ayı iklim verileri

	Max. Sıcaklık (°C)	Min, Sıcaklık (°C)	En Düşük Ort, Nispi Nem (%)	En Yüksek Ort, Nispi Nem (%)	En Yüksek Ort, Sıcaklık (°C)	En Düşük Ort, Sıcaklık (°C)
	30.6	11.1	27.0	65.7	29.2	16.9
	16.05.2016	13.05.2016	12.05.2016	17.05.2016	30.05.2016	08.05.2016
Tarih	36.7	11,1	26.5	75.6	32,8	18,6
	30.06.2016	13.06.2016	29.06.2016	16.06.2016	30.06.2016	16.06.2016



Şekil 4.6. Çeşit reaksiyon denemesinde yaprak inokulasyonu

4.16.a. Çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı yaprak reaksiyonunun belirlenmesi

Elma çeşitlerinin patojene karşı gösterdikleri yaprak reaksiyonu 0-4 hastalık skalasına göre değerlendirilmiş, elde edilen bulgular Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çeşitlerin yapraklarında ortaya çıkan yanıklık simptomunun derecesine göre hastalık şiddeti belirlenmiştir. Çeşitlerden Pink Lady’ nin çok duyarlı (F duyarlılık sınıfı), Jeromine, Granny Smith, Mondial Gala ve Amasya çeşitlerinin duyarlı (E duyarlılık sınıfı), Stark Crimson, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zehn Astec ve Golden Reinders çeşitlerinin ise orta derecede duyarlı (D duyarlılık sınıfı) olduğu saptanmıştır (Şekil 4.6.).

Çizelge 4.7. Çeşitlerin yaprak reaksiyonuna ait hastalık şiddeti indeksi, duyarlılık sınıfları ve karakterleri

Elma	H.Ş.İ	DS	DK
Stark	33	D	Orta Duyarlı
Jeromine	50	E	Duyarlı
Williams	33	D	Orta Duyarlı
Red Chief	33	D	Orta Duyarlı
Scarlet Spur	33	D	Orta Duyarlı
Fuji Zehn	25	D	Orta Duyarlı
Granny Smith	41,7	E	Duyarlı
Mondial Gala	50	E	Duyarlı
Amasya	50	E	Duyarlı
Golden	33	D	Orta Duyarlı
Pink Lady	83	F	Çok Duyarlı

H.Ş.İ; Hastalık şiddeti indeksi, **DS;** Duyarlılık Sınıfı, **DK;** Duyarlılık karakteri

4.16.b. Çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı sürgün reaksiyonunun belirlenmesi

Elma çeşitlerinin patojene karşı gösterdikleri sürgün reaksiyonu sonuçları Çizelge 4.8’de belirtilmiştir. Çeşitlerin sürgünlerinde meydana gelen yanıklık simptomu’nun büyüklüğüne göre çeşit duyarlılığı değeri (%) hesaplanmıştır. Çeşitlerden Stark Crimson, Jeromine, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec, Granny Smith ve Mondial Gala’ nın az duyarlı (C duyarlılık sınıfı), Amasya, Golden Reinders ve Pink Lady’ nin orta derecede duyarlı (D duyarlılık sınıfı) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Çeşitlerin sürgün reaksiyonuna ait çeşit duyarlılığı, duyarlılık sınıfları ve karakterleri

Elma çeşitleri	ÇD %	DS	DK
Stark Crimson	24	C	Az Duyarlı
Jeromine	28	C	Az Duyarlı
Williams Pride	22	C	Az Duyarlı
Red Chief	30	C	Az Duyarlı
Scarlet Spur	32	C	Az Duyarlı
Fuji Zhen Astec	24	C	Az Duyarlı
Granny Smith	34	C	Az Duyarlı
Mondial Gala	38	C	Az Duyarlı
Amasya	44,2	D	Orta Duyarlı
Golden Reinders	44,7	D	Orta Duyarlı
Pink Lady	45	D	Orta Duyarlı

ÇD; Çeşit duyarlılığı, DS; Duyarlılık Sınıfı, DK; Duyarlılık karakteri

Yapılan bu çalışma sonucunda patojene karşı tam olarak dayanıklı bir çeşit tespit edilememiştir. Ayrıca duyarlılık reaksiyonunun yaprak ve sürgün inokulasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Örneğin Pink Lady çeşidinin yaprak reaksiyonu çok duyarlı olarak bulunmuşken sürgün reaksiyonu orta duyarlı olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde Stark Crimson, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec ve Golden Reinders çeşitleri yaprak enfeksiyonuna göre orta duyarlı olarak tespit edilmişken sürgün enfeksiyonu sonucunda az duyarlı çeşitler olarak saptanmıştır. Sobiczewski *et al.* (2015) ve Van der Zwet (2012) tarafından elma çeşitlerinin ateş yanıklığı enfeksiyonuna gösterdikleri tepkiler konusunda belirgin farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ayrıca çeşitlerin aşılandıkları anaca ve bitkilerin fizyolojisine bağlı olarak da duyarlılık bakımından farklılıklar sergiledikleri görülmüştür. Korba *et al.* (2008) tarafından elma çeşitlerinin *E. amylovora*'ya karşı reaksiyonlarının test edildiği çalışmada bitkilere uygulanan inokulum konsantrasyonunun önemli olduğu belirtilmiştir. Ancak 6 yıl boyunca süren araştırmada her yıl inokulasyon için sabit inokulum yoğunluğu kullanılmasına rağmen hastalık şiddeti ortalamalarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçlarda elde edilen değişkenlikten dolayı *E. amylovora* enfeksiyonunu inokulum yoğunluğu dışında farklı faktörlerin de etkilediği ifade edilmiştir. Hastalık

gelişiminde; patojenin konukçuyu penetrasyon kabiliyetinin veya penetrasyon sonrası aktivitesinin engellenmesinin, konukçunun yaşı, sağlığı ve besin içeriğinin, nem, sıcaklık gibi çevresel faktörlerin, deneme alanının lokasyonu, toprak tipi ve yetiştiricilikteki kültürel uygulamaların birinin veya kombinasyonlarının son derece etkili olduğu ileri sürülmüştür. Örneğin Richter and Fisher (2000)'de yapılan bir çalışmada elma sürgünlerinde oluşan yanıklık uzunluğunun seradaki düşük sıcaklıktan dolayı kısa kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Lespinasse and Aldwinle (2000)'de bu tür çalışmalarda inokulumun tek bir strainden mi yoksa strainlerin karışımından mı oluşması gerektiğinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Iakimova *et al.* (2013), tarafından patojene karşı bitkide ilk savunma tepkisi olarak lokal reaksiyonun teşviki sonucu HR, lipid peroksidasyonu ve oksidatif burst'un meydana geldiği belirtilmektedir. Bu reaksiyonun ardından fito aleksinlerin birikimi, patogenesisle ilgili proteinlerin aktivasyonu ve bitki hormon dengesinin değişiminin sıklıkla oluşan reaksiyonlar olduğu ifade edilmektedir (Bonasera *et al.*, 2006). Dao *et al.* (2011) tarafından *E. amylovora* enfeksiyonunu takiben elma ağacının dokularında sekonder metabolitlerde özellikle fenolik bileşiklerde dikkate değer değişiklikler saptanmıştır. Fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılan bu bileşiklerin patojen enfeksiyonunda dahil olduğu çevresel strese karşı bitkinin savunma sisteminde farklı fizyolojik proseslerde yer aldığı bulunmuştur (Cheynier *et al.*, 2013). Iakimova *et al.* (2013), tarafından patojene karşı bitkide enfeksiyon noktasında hızla fenolik bileşiklerin biriktiği ve bakteri için hayati önem taşıyan biyokimyasal prosesleri etkileyerek patojenin ilk giriş yaptığı noktadan itibaren yayılımını sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Markakis *et al.* (2010) tarafından bazı fenolik türevlerinin patojene ait proteinlerle reaksiyona girdiği ve bunun patojenin enzimatik etkisinin kaybolmasına neden olduğu ve böylece patojenin gelişiminin, canlılığının engellendiği ifade edilmektedir. Flavonoidlerin antibakteriyel, antitoksin, antiviral ve antifungal aktiviteye sahip oldukları ve bu özellikleri ile bitkinin savunma sisteminde yer aldıkları bulunmuştur (Treutter, 2005). Hernandez *et al.* (2009) ve Treutter (2001) tarafından fenolik bileşiklerin antioksidant kapasitesinin çeşitli etkilere duyarlı hücresel proseslerde önemli rol oynamasını sağladığı belirtilmektedir. Bu bileşiklerin biyosentezi, oranı ve miktarı ise bitki türüne, aksamına ve gelişme durumuna göre değişiklik göstermektedir. Fischer *et al.* (2007). tarafından bitkide patojen

enfeksiyonuna tepki olarak savunmayla ilişkili flavonoidler, phenolaminler, flavonoid phytoalexinler, lignin ve SA gibi fenolik bileşiklerin sentezinin arttığı bildirilmektedir. Jensen *et al.* (2012), tarafından phenylpropanoid pathway'ının hareketliliği ateş yanıklığı hastalığına dayanıklılığın en ayırıcı özelliği olarak bildirilmektedir. Ancak bitkinin dayanıklılık tepkisinin parçası olan bu pathwaylerin harekete geçmesi patojenin aktivitesine de bağlıdır ki *E. amylovora* bitkinin savunma mekanizmasının üstesinden gelebilen bir patojendir ve phenylpropanoid genlerinin ekspresyonunu engelleyebilmektedir (Venisse *et al.*, 2002). Milcevicova *et al.*, (2010) tarafından patojen ile tetiklenen SA pathwayinin aktivasyonunda patojen ve elma çeşitleri arasındaki interaksiyonun belirleyici olduğu saptanmıştır. Kumar (2014) tarafından çeşidin strese tepkisi boyunca SA'nın % 90'dan fazlasının plastidlerde sentezlendiği, SA moleküllerinin hızlı bir şekilde farklı türevlere dönüştüğü ve bunların büyük bir çoğunluğunu glikozit türevlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. SA-Glukozit molekülünün bitkilerde fito hormonların sinyal aktivitelerini kontrol eden SA- β -glukosidaz enzimi ile SA'nın bağlı olan formdan serbest forma dönüşümünü katalize ettiği ve bunun sonucunda bitkide serbest SA seviyesini düzenlediği belirlenmiştir. Robert-Seilantantz *et al.* (2007) ve Duge de Bernonville *et al.* (2012). tarafından elma çeşitleri ve *E. amylovora* pato sisteminde savunma proseslerinin jasmonik asit, absisik asit ve SA ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Farklı elma çeşitlerinde *E. amylovora* inokulasyonu sonrasında total SA birikiminin çok belirgin olduğu ancak hassas elma çeşitlerinde ise SA birikiminin düşük olduğu bulunmuştur. Hassas bitkilere methyl jasmonat uygulandığında ise *E. amylovora* 'ya karşı dayanıklılığın arttığı gözlenmiştir Roemmelt *et al.* (1999). tarafından yapraklarında yüksek fenolik içeren elma çeşitlerinin patojene karşı daha az hassas olduğu tespit edilmiştir. Sklodowska *et al.* (2018). tarafından elma yapraklarında ateş yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılığın göstergesi olarak fenolik bileşiklerin içeriğinin ve türünün önemli olduğu belirtilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılığın bileşiklerin içeriği ve glukositlerden fenollerin serbest kalması ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Hassas çeşitlerde SA miktarının dayanıklı çeşitlere göre daha düşük olduğu, dayanıklı çeşitlerde ise glukositlerin, 4-hydroxbenzoic

asit ve gentisic asitin daha yüksek seviyede bulunduğu tespit edilmiştir. *Invitro* koşullarda fenolik bileşiklerden gallic asit, phloroglucinol, hydroquinone ve phloretin'in *E. amylovora*'nın gelişimini engellediği belirlenmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Survey çalışması kapsamında ziyaret edilen merkeze bağlı Yaycı, Alikamerli, Bayraktutan, Oba ve Kadıkışlak köyleri ile Tuzluca ilçesine bağlı Gaziler ve Ağaver köylerinden alınan hastalıklı bitki örneklerinden toplam 79 bakteri straini izole edilmiştir. Elde edilen strainlerden 58 tanesi *E. amylovora* olarak tanımlanmıştır. Ancak *E. amylovora* olarak tespit edilen AK22 straininin tütünde HR ve patojenisite testi sonucunda patojen olmadığı belirlenmiştir. Ateş yanıklığı hastalığına karşı çeşit reaksiyonu denemesinde 11 elma çeşidi test edilmiş, çeşitlerin duyarlılıklarının yaprak ve sürgün inokulasyonuna bağlı olarak farklılıklar sergilediği görülmüştür. Çeşitlerinin ateş yanıklığı hastalığına karşı gösterdikleri yaprak reaksiyonu değerlendirilmiş ve bir tanesinin çok duyarlı (Pink Lady), 4 tanesinin duyarlı (Jeromine, Granny Smith, Mondial Gala ve Amasya) ve 6 tanesinin orta derecede duyarlı (Stark Crimson, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zehn Astec ve Golden Reinders) olduğu saptanmıştır. Sürgün inokulasyonu sonucu elde edilen çeşit duyarlılığına göre ise 8 çeşit (Stark Crimson, Jeromine, Williams Pride, Red Chief, Scarlet Spur, Fuji Zhen Astec, Granny Smith ve Mondial Gala) az duyarlı, 3 çeşit (Amasya, Golden Reinders ve Pink Lady) ise orta derecede duyarlı olarak tespit edilmiştir.

Hastalığın kontrolünde kültürel mücadele oldukça önemlidir ve yetiştiricilerin bu mücadele yöntemine daha fazla önem vermesi sağlanmalıdır. Toprak faktörleri hastalığa karşı duyarlılığı etkilediğinden toprak pH'sının 5,5-6,5 arasında olmasına özen gösterilmelidir. Besin elementlerindeki dengesizlik hastalık şiddetini arttıracığından N, P, K, Ca ve Mg gibi majör besin elementleri ve B, Zn, Cu, Mn ve Fe gibi minör besin elementleri dengeli bir şekilde uygulanmalıdır. Hastalığa karşı antibiyotikler dışında etkili bir kimyasal mücadele bulunmaması nedeniyle biyolojik uygulamaların yaygınlaştırılması üzerinde durulmalıdır. Ancak hastalıkla mücadelede etkin bir çözümün bulunmaması ve son zamanlarda tüketici eğiliminin organik ürünlere doğru kayması sebebiyle dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi ve kullanılması çok önemlidir. Dayanıklı çeşit çalışmalarında hastalığı etkileyen anaç, ağacın çeşidi, yaşı, içerdiği fenolik bileşiklerinin türü ve oranı, meyve bahçesinin topoğrafyası, patojenin virülanslığındaki farklılıklar, inokulum yoğunluğu, iklim ve toprak faktörleri dikkate alınmalıdır. Farklı duyarlılık düzeyi tespit edilen çeşitlerin fenolik madde içerikleri ince tabaka kromatografisi ve

yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile analiz edilmelidir. Islah programlarında doğal koşullarda bitkilerin duyarlılık düzeyinin belirlenmesi, meyve ağaçları gibi çok yıllık bitkilerde uzun zaman almaktadır. Bu nedenle bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılık reaksiyonu'nun belirlendiği çalışmalarda ilk aşama olarak suni inokulasyon testlerinin yapılması avantaj sağlamaktadır. Ancak son dönemlerde ıslah çalışmalarında süresini kısaltılması amacıyla DNA'ya dayalı moleküler yöntemler üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle hastalığa dayanıklılıkla ilgili moleküler markörlerin kullanımı, kısa sürede hedeflenen özellikte çeşitlerin / genotiplerin tespitine olanak sağlaması ile büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle *E. amylovora*'ya karşı dayanıklı elma çeşitlerinin genotiplerinin belirlenmesinde markör destekli seleksiyon çalışmalarına ağırlık verilmeli, moleküler belirteçler tespit edilmelidir. Böylece DNA esaslı moleküler belirteçler ile erken seleksiyon sağlanacak, morfolojik ve fenotipik değerlendirmelere göre daha doğru bilgi alınacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr Erişim Tarihi (20.06.2019).
- Anonim, 2019. http://www.ergenefidancilik.com.tr/2013/?page_id=48 Erişim Tarihi (29.06.2019).
- Anonymous, 2019. FAO Statical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim Tarihi (13.06.2019).
- Acimovic, S.G., Zeng, Q., McGhee, G.C., Sundin, G.W., Wise, J.C., 2015. Control of Fire Blight (*Erwinia amylovora*) on Apple Trees With Trunk-Injected Plant Resistance in Ducers and Antibiotics and Assessment of İnduction of Pathogenesis-related Protein Genes. **Frontiers in Plant Science**, 6,16.
- Al-Dahmashi, M.S., Khlaif, H., 2004. Fire Blight of Pome Fruits in Jordan: Disease Development and Response of Different Fruit Cultivars to the Disease. **Scientia Horticulturae**, 101(1-2), 81-93.
- Alexandrova, D., Dzhuvinov, V., 2017. First Results of Five Pear Cultivars After Artificial Inoculation with *Erwinia amylovora* (Burrill). **Journal of BioScience and Biotechnology**, ISSN 1314-6246, SE/ONLINE: 31-33.
- Anonim, 2009. **MEGEP, (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Bahçecilik, Elma Yetiştiriciliği**, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. Ankara, Sayfa: 3
- Anonim, 2009. **MEGEP, (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Bahçecilik, Elma Yetiştiriciliği**, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. Ankara, Sayfa: 4
- Anonim, 2014. **Tarım Teknolojileri, Yumuşak Çekirdekli Meyve Yetiştiriciliği-1**, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. Ankara, Sayfa: 4
- Aysan, Y., Tokgönül, S., Çınar, Ö., Küden, A., 1994. Research of Resistant Reactions of Pears Against *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. 9th **Congress of the Mediterranean Phytopathological Union**, Kuşadası Aydın, Türkiye, 311-313.

- Bahadou, S.A., Ouijja A., Boukhari M.A., Tahi, A., 2017. Development of Field Strategies for fire Blight Control Integrating Biocontrol Agents and Plant Defense Activators in Morocco. *Journal of Plant Pathology*, 99, 51-58.
- Balint, J., Thiesz, R., Nyaradi I., Szabo, K., 2013. Field Evaluation of Traditional Apple Cultivars to Induced Diseases and Pests. Available online at www.notulaebotanicae.ro *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca Not Bot Horti Agrobo*, 41(1), 238-243.
- Baştaş, K.K., 1998. *Erwinia amylovora'nın Konya İlinde Yaygınlığının Tespiti Üzerine Araştırmalar*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 66.
- Bonasera, J.M., Kim, J.F., Beer, S.V. 2006. PR Genes of Apple: Identification and Expression in Response to Elicitors and Inoculation with *Erwinia amylovora*. *BMC Plant Biology*, 6, 23–35.
- Cheynier, V., Comte, G., Davies, K.M., Lattanzio, V., Martens, S., 2013. Plant Phenolics: Recent Advances on Their Biosynthesis, Genetics, and Ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 1–20.
- Cooley, D.R., Autio W.R., Clements, J., Cowgill, W.P. 2015. *Fruit Notes*, An annual Fire Blight Management Program For apples: An update. 80, 18-29.
- Dao, T.T.H., Linthorst, H.J.M., Verpoorte, R., (2011). Chalcone Synthase and its Functions in Plant Resistance. *Phytochemistry Reviews*, 10, 397–412.
- Demir, G., Gündoğdu, M., 1993. Fire blight of Pome Fruit Areas in Turkey. Distribution of the Disease, Chemical Control of Blossom Infections and Susceptibility of Some Cultivars. *Acta Horticulturae*, 338, 67-74.
- Dugéde Bernonville, T., Gaucher, M., Flors, V., Gaillarda, S., Paulina, J.P., Data, J.F., and Brisset, M.N. 2012. T3SS-dependent Differential Modulations of the Jasmonic Acid Pathway in Susceptible and Resistant Genotypes of *Malus* spp. Challenged with *Erwinia amylovora*. *Plant Science*, 188–189, 1–9.

- Evrenosoğlu, Y., Mısırlı, A., Aysan, Y., Saygılı, H., Boztepe, Ö., Horuz, S., Acarsoy Bilgin, N., Bilen, E., Baykul, A., 2017. Evaluation of Fire Blight (*Erwinia amylovora*) Disease Action of Pear Hybrid Combinations. ***Tarım Bilimleri Dergisi***, 23,177-184.
- Fischer, T.C., Gosch, C., Pfeiffer, J., Thilo, C., Gosch, C., Pfeiffer, J., Halbwirth, H., Halle, C., Stich, K., Forkmann, G., 2007. Flavonoid Genes of Pear (*Pyrus communis*). ***Trees Structure and Function***, 21, 521–529.
- Fried, A., Schell, E., Moltman, E., and Wensing, A., 2013. Control of Fire Blight in Baden-Württemberg at the end of the Streptomycin Era. ***Acta Horticulturae***, 1056, 55–56.
- Geramini, E., Hassanzadeh, N., Abdollahi, H., Ghasemi A., Heydari, A., 2013. Evaluation of Some Bacterial Antagonists for Biological Control of Fire Blight Disease. ***Journal of Plant Pathology***, 95(1),127-134.
- Hevesi, M., Göndör, M., Kasa, K., Honty, K., Toth, M.G., 2004. Blackwell Publishing, Ltd. Traditional and Commercial Apple and Pear Cultivars as sources of Resistance to Fire Blight. ***Bulletin OEPP/EPPO***, 34, 377–380.
- Iakimova, E.T., Sobiczewski, P., Michalczuk, L., Wegrzynowicz- Lesiak, E., Mikiciński, A., Woltering, E.J., 2013. Morphological and Biochemical Characterization of *Erwinia amylovora* Induced Hypersensitive Cell Death in Apple Leaves. ***Plant Physiology and Biochemistry***, 63, 292–305.
- Jensen, P.J., Halbrendt, N., Fazio, G., Makalowska, I., Altman, N., Praul, C., Maximova, S.N., Ngugi, H.K., Crassweller, R.M., Travis, J.W., McNellis, T.W., 2012. Root Stock Regulated Gene Expression Patterns Associated with Fire Blight Resistance in Apple. ***BMC Genomics***, 13, 9.
- Johnson, K.B., Temple, T.N., 2016. Comparison of Methods of Acibenzolar-S-Methyl Application for Post-infection Fire Blight Suppression in Pear and Apple. ***Plant Disease***, 100, 1125-1131.
- Jurgens, A.G., 2012. ***Status of Streptomycin-resistant Erwinia amylovora in Illinois Apple Orchards and Evaluation of Alternative Compounds to Manage Fire***

Blight Disease. Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Crop Sciences in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, 71.

- Korba, J., Sillerova, J., Kudela, V., (2008). Resistance of Apple Varieties and Selections to *Erwinia amylovora* in the Czech Republic. **Plant Protection. Science**, 44,91–96.
- Korba, J., Sillerova, J., Paprstein, F., Sedlak, J., Prokinova, E., Hoskova, P., 2013. Evaluation of Susceptibility Level of Pear Cultivars to Fire Blight (*Erwinia amylovora*) in the Czech Republic. **Horticultural Science**, 40(2),58–64.
- Kumar, D., (2014). Salicylic acid Signaling in Disease Resistance. **Plant Science**, 228, 127–134.
- Le Lezec, M., Lecomte, P., Laurens, F., Michelesi, J.C., 1997. Sensibilite varietale au feu bacterien. **Arboriculture Fruitiere**, 503,57-62.
- Lespinasse Y. Paulin J. P., 1990. Pathogenicity of Strains of *Erwinia amylovora* to Some Apple Cultivars in the Greenhouse. **Acta Horticulturae**, 273,319–326.
- Lespinasse, Y., Aldwinckle, H.S., (2000). Breeding for Resistance to Fire Blight. In: Vanneste J.L. (ed.): **Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, Erwinia amylovora**. CABI Publishing, Wallingford: 383, 253–273.
- Markakis, E.A., Tjamos, S.E., Antoniou, P.P., Roussos, P.A., Paplomatas, E. J., and Tjamos, E.C., 2010. Phenolic Responses of Resistant and Susceptible Olive Cultivars Induced by Defoliating and non Defoliating *Verticillium dahliae* Pathotypes. **Plant Disease**, 94, 1156–1162.
- Martinez, A., Pearce, M., 2012. **Fire blight: Symptoms, Causes and Treatment**. The University of Georgia Cooperative Extension, Circular 871.
- Mazzucchi, A., Brunelli, A., 2008. Resistance to *Erwinia amylovora* in Immature Pears Induced by Acibenzolar-S-methyl in the Orchard. **Phytopathologia Mediterranea**, 47,272–276.

- Mcmanuss, P.S., Heimann M.F., 1997. Apple, Pear and Related Trees Disorder: **Fire Blight Disease**. UW Extension, A1616, R-01-97.
- Merriman, P., 2004. Revised Contingency Plan for Fire Blight. Project Number: AP98070, ISBN 0 7341 0 5487.
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., 2017. Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) Hastalığına Dayanıklılık Islahında, Hastalığa Karşı Testlenmiş F1 Melez Armut Popülasyonunun Fenolojik ve Meyve Özellikleri. **Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty**, 14(03),104-115.
- Mikicinski, A., Sobiczewski, P., Puławska, J., Maciorowski, R., 2016. Control of Fire Blight (*Erwinia amylovora*) by a Novel Strain 49M of *Pseudomonas graminis* from the Phyllosphere of Apple (*Malus* spp.). **European Journal Plant Pathology**, 145, 265–276.
- Milcevicova, R., Gosch, C., Halbwirth, H., Stich, K., Hanke, M.V., Peil, A., Flachowsky, H., Rozhon, W., Jonak, C., Oufir, M., Hausman, J.F., 2010. *Erwinia Amylovora* Induced Defense Mechanisms of Two Apple Species that Differ in Susceptibility to Fire Blight. **Plant Science**, 179, 60–67.
- Momol, T.M., Yeğen, O., Basım, H., Rudolph, K., 1992. Identification of *Erwinia amylovora* the Occurance of Fire Blight of Pear in Western Mediterranean Region of Turkey. **Journal of Turkish Phytopathology**, 21(1),41-47.
- Norelli, J.L., Aldwinckle, H.S., Holleran, H.T., Robinson, T.L., Johnson, W.C., 20002. Resistance of ‘Geneva’ Apple Root Stocks to *Erwinia amylovora* when Grown as Potted Plants and Orchard Trees. Proc. 9th Int. Workshop on Fire Blight. Eds. C. Hale and R. Mitchell. **Acta Horticulture**, 590, ISHS 2002.
- Olsen, M.W., 1998. Fire Blight. **Plant Disease Management Horticultural Crops**. The University of Arizona Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Sciences, Tucson, Arizona. 1-3.
- Özrenk, K., 2002. *Erzincan Ovasında Armutlarda Sorun Olan Ateş Yanıklığı Hastalığı (Erwinia amylovora (Burrill) Winslow et al.)' na Dayanıklı Genotiplerin*

Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 161.

Özrenk, K., Balta, F., Çelik, F., 2012. Levels of Fire Blight (*Erwinia amylovora*) Susceptibility of Native Apple, Pear and Quince Germ Plasm from Lake Van Basin, Turkey. **European Journal of Plant Pathology**, 132,229–236.

Richter, K., Fisher, C., 2000. Stability of fire blight resistance in apple. **Acta Horticulturae**, 538, 267–270.

Robert-Seilanianantz, A., Navarro, L., Bari, R., Jones, J.D., 2007. Pathological Hormone Imbalances. **Current Opinion' in Plant Biology**, 10, 372–379.

Roemmelt, S., Plagge, J., Treutter, D., Gutmann, M., Feucht, W., and Zeller, W. 1999. Defense Reaction of Apple Against Fire Blight: Histological and Biochemical Studies. **Acta Horticulturae**, 489, 335–336.

Sharifazizi, M., Harighi, B., Sadeghi, A., 2017. Evaluation of Biological Control of *Erwinia amylovora*, Causal Agent of Fire Blight Disease of Pear by Antagonistic Bacteria. **Biological Control**, 104, 28-34.

Skłodowska, M., Mikiciński, A., Wielanek, M., Kuźniak, E., Sobiczewski, P., 2018. Phenolic Profiles in Apple Leaves and the Efficacy of Selected Phenols Against Fire Blight (*Erwinia amylovora*). **European Journal of PlantPathology**, 151,213–228.

Smith, A.C., 2017. Fire Blight. **Pest Fact Sheet 32**. UNH Cooperative Extension. Bringing Information and Education into Communities of the Granite State. 3.

Sobiczewski, P., Peil, A., Mikiciński, A., Richter, K., Lewandowski, M., Żurawicz, E., Kellerhals, M., 2015. Susceptibility of Apple Genotypes from European Genetic Resources to Fire Blight (*Erwinia amylovora*). **European Journal of PlantPathology**, 141, 51–62.

Steiner, P.W., 2000. Integrated or Chard and Nursery Management for the Control Of Fire Blight. In Fire blight. The Disease and its Causative Agent, *Erwinia*

- amylovora*, Vanneste J.L. (ed), CABI Publishing, Oxon. CAB International, Wallingford, UK. 339-358
- Steiner, P.W., 2000. The Biology and Epidemiology of Fire Blight. ***Illionis Horticultural Society Meeting***, 6.
- Stockwell, V.O., Duffy, B., 2012. Use of Antibiotics in Plant Agriculture. ***Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties***, 31, 199–210.
- Taşdemir, A.S., 2016. *Van Gölü Havzasında Yetişen Elma ve Armut Genotiplerinin Ateş Yanıklığı (Erwinia amylovora (Burr.) Winslow Et Al.)’na Dayanıklılık Düzeylerinin Anaçlara Bağlı Olarak Belirlenmesi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65.
- Treutter, D., 2001. Biosynthesis of Phenolic Compounds and its Regulation in Apple. ***Plant Growth Regulation***, 34, 71–89.
- Treutter, D., 2005. Significance of Flavonoids in Plant Resistance and Enhancement of Their Biosynthesis. ***Plant Biology***, 7, 581–591.
- Tsiantos, J., Psallidas, P., 2004. Fire Blight Resistance in Various Loquat, Apple and Pear Cultivars and Selections in Greece. ***Journal of Plant Pathology***, 86(3), 227-232.
- Van der Zwet, T., Orolaza-Halbrecht, N., Zeller, W., 2012. ***Fire Blight, History, Biology and Management***, St. Paul, MN: APS Press, 421.
- Venisse, J.S., Malnoy, M., Faize, M., Paulin, J.P., Briset, M.N., (2002). Modulation of Defense Responses of *Malus* spp. During Compatible and Incompatible Interactions with *Erwinia amylovora*. ***Molecular Plant-Microbe Interactions***, 15, 1204–1212.
- Yazıcı, İ., 2018. *Armutta Ateş Yanıklığına (Erwinia amylovora) Dayanıklılık Mekanizması Üzerine Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 72

ÖZGEÇMİŞ

Ağrı ili Taşlıçay İlçesinde 02.11.1976 tarihinde doğdu, ilk, orta ve lise öğrenimini Ağrı’da tamamladı. 1998 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2002 yılında bu bölümden mezun oldu. 2014 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. 2007-2017 yılları arasında Iğdır İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak görev yaptı. 28.09.2017 tarihinden beri Bursa Yenişehir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.