

**ARMUT AĞAÇLARINDA ATEŞ YANIKLIĞI ETMENİ *Erwinia amylovora*'YA KARŞI BAKTERİ UYGULAMALARI İLE
BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI**

Yılmaz KARABIÇAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Doç. Dr. Recep KOTAN

2012

Her Hakkı Saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ARMUT AĞAÇLARINDA ATEŞ YANIKLIĞI ETMENİ *Erwinia amylovora*'YA KARŞI BAKTERİ UYGULAMALARI İLE
BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI**

Yılmaz KARABIÇAK

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

ARMUT AĞAÇLARINDA ATEŞ YANIKLIĞI ETMENİ *Erwinia amylovora*'ya KARŞI BAKTERİ UYGULAMALARI İLE BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Recep KOTAN danışmanlığında, Yılmaz KARABIÇAK tarafından hazırlanan bu çalışma 30...121...12012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Erkoİ DEMİRCİ

İmza: E. Demirci

Üye : Doç. Dr. Recep KOTAN

İmza: R. Kotan

Üye : Doç. Dr. Ertan YILDIRIM

İmza: E. Yildirim

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)

Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARMUT AĞAÇLARINDA ATEŞ YANIKLIĞI ETMENİ *Erwinia amylovora*'YA KARŞI BAKTERİ UYGULAMALARI İLE BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Yılmaz KARABIÇAK

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Recep KOTAN

Bu çalışmada; yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ve özellikle armutlarda ciddi verim kayıpları ve kurumlara neden olan ateş yanıklığı hastalığının etmeni *Erwinia amylovora*'nın biyolojik kontrolüne olanak sağlayabilecek potansiyel biyoajan bakterilerin laboratuvar ve arazi şartlarında etkinlikleri araştırılmıştır. Kimyasal mücadeleye alternatif olarak 3 farklı biyoajan bakteri, *Pantoea agglomerans* RK-79, *Pantoea agglomerans* RK-84 ve *Pseudomonas putida* RK-142 izolatları, laboratuvar koşullarında armut çiçek demetlerinde ve arazi koşullarında armut sürgünlerinde *Erwinia amylovora*'ya karşı kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda; laboratuvar koşullarında çiçek demetleri üzerinde yapılan uygulamalarda ateş yanıklığını *Pseudomonas putida* RK-142 ve *Pantoea agglomerans* RK-84 izolatı sırası ile %57,2 ve %48,9 oranında azaltmıştır. 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. Ateş yanıklığına karşı, biyolojik mücadele etmenleri ile yapılacak koruyucu uygulamaların, yeşil aksamda vejetasyon süresince hastalık gelişimini önlemede etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışma; 2010 ve 2011 yıllarında mastır projesi olarak Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü arazisinde yürütölmüştür.

2012, 58 sayfa

Anahtar Kelimeler: Armut, Ateş Yanıklığı, Biyolojik Mücadele, *Erwinia amylovora*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas putida*, *Pyrus communis*

ABSTRACT

MS. Thesis

THE INVESTIGATION OF BIOLOGICAL CONTROL FACILITIES BY USING BACTERIA AGAINST *Erwinia amylovora* CAUSES FIRE BLIGHT ON PEAR TREES

Yılmaz KARABIÇAK

Atatürk University
Graduate School of Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Recep KOTAN

In this study, the effect of some antagonistic bacterial strains were investigated for biological control of fire blight caused by *Erwinia amylovora* that causing serious loss of product and drying on pome trees, especially on pear trees, in laboratory and field conditions. As alternative the chemical control, 3 different antagonistic bacteria *Pantoea agglomerans* RK-79, *Pantoea agglomerans* RK-84 and *Pseudomonas putida* RK-142 strains were used against *Erwinia amylovora* on pear flower bunch in laboratory and pear shoots in field conditions.

As the result of the experiments conducted on flowers bunch in laboratory condition, *Pseudomonas putida* RK-142 and *Pantoea agglomerans* RK-84 isolates reduced the disease severity by the rate of 57.2% and 48,9%, respectively. In the experiments conducted on exile of the plant in the field condition, it was observed that the effects of the biological control agents prevented the development of the disease, but this effect disappeared after a while, depending on the number of applications. It was observed that the protective applications to do with biological control agents against the fire blight had the effect of preventing the development of disease on shoot during the vegetation period.

This study was conducted between 2010 and 2011 in orchard of Erzincan Horticultural Research Station.

2012, 58 pages

Keywords: Pear, Fire Blight, Biological Control, *Erwinia amylovora*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas putida*, *Pyrus communis*

TEŞEKKÜR

Tez yöneticiliğimi üstlenip, çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen Hocam Sayın Doç. Dr. Recep KOTAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında desteklerini gördüğüm Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi hocalarıma çok teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitim yapma süresi boyunca beni destekleyen Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın M. Hüsrev ÖZ ve Müdür Yardımcısı Sayın Birol KARADOĞAN'a verdikleri desteklerden dolayı teşekkür ederim.

Laboratuar ve arazi uygulamalarım esnasında katkıları hiç eksik olmayan laboratuar personeline, arazi uygulamalarım esnasında bizzat yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisleri Sayın Serdar TUNCER ve Sayın İsmail ALASERHAT'a ve yazım esnasında benim hatalarımı düzeltme sabrını gösteren Ziraat Mühendisi Sayın Selahattin ALBAYRAK'a, istatistik analizlerinde yardımcı olan Sayın Selçuk YILMAZ'a ve burada isimlerini sayamadığım, birlikte çalışmaktan büyük zevk duyduğum, aynı zamanda çok şey öğrendiğim değerli arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Yaşamımı paylaştığım, her konuda olduğu gibi bu çalışmayı yaparken de her zaman sevgi, övgü ve desteklerini gördüğüm sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

Yılmaz KARABIÇAK

Ocak, 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Yararlanılan alet ve cihazlar	17
3.1.2. Kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanış.....	17
3.1.3. Kullanılan, biyoajan ve patojen bakteri strainleri	18
3.1.4. Kullanılan test bitkileri	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Bakteri strainlerinin nutrient agar (NA) besiyerinde geliştirilmesi.....	18
3.2.2. Sprey uygulamalarında kullanılacak bakteriyel yoğunluğun ayarlanması	18
3.3. Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmalar	19
3.3.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçeklenme döneminde <i>Erwinia amylovora</i> 'ya karşı etkisinin test edilmesi	19
3.3.2. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçeklerinde fitotoksik etkisinin test edilmesi	20
3.4. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanının özellikleri.....	21
3.4.1. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanı hakkında genel bilgiler	21
3.4.2. Deneme alanının toprak ve iklim özellikleri.....	22
3.4.3. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	23
3.4.4. Deneme alanına ait iklim verileri.....	23
3.4.4.a. Sıcaklık verileri	24
3.4.4.b. Yağış.....	24

3.4.4.c. Nem.....	25
3.5. Arazi koşullarında yürütülen çalışmalar.....	26
3.5.1. Doğal inokulasyon uygulaması.....	27
3.5.2. Yapay inokulasyon uygulamaları.....	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	29
4.1. Laboratuvar koşullarında çiçek demetleri üzerinde yürütülen çalışmalar	29
4.1.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçeklenme döneminde <i>Erwinia amylovora</i> 'ya karşı etkisinin test edilmesi.....	29
4.1.2. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçeklerinde fitotoksik etkisinin test edilmesi	33
4.2. Arazi koşullarında yürütülen çalışmalar	35
4.2.1. Doğal inokulasyon çalışmaları.....	35
4.2.2. Yapay inokulasyon çalışmaları	41
5. SONUÇ	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	59

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
cm	Santimetre
dk	Dakika
dH ₂ O	Distile su
Fe	Demir
g	Gram
km ²	Kilometre kare
K	Potasyum
L	Litre
m ²	Metrekare
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µl	Mikrolitre
ng	Nanogram
NA	Nutrient agar
P	Fosfor
sdH ₂ O	Steril distile su
syn	Sinonim
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Laboratuvar koşullarında yeralan uygulamalar	20
Şekil 3.2.	Çiçek uygulamaları.....	21
Şekil 3.3.	Erzincan İli'nin coğrafi konumu	22
Şekil 3.4.	Deneme alanından bir görünüm	23
Şekil 3.5.	Deneme alanında 2010 ve 2011 yılı vejetasyon döneminde oluşan haftalık sıcaklık ortalamaları.....	24
Şekil 3.6.	Deneme alanında 2010 ve 2011 vejetasyon döneminde oluşan haftalık yağış tablosu	25
Şekil 3.7.	Deneme alanında 2010 ve 2011 vejetasyon döneminde oluşan haftalık nem tablosu	25
Şekil 3.8.	Arazi koşullarında yer alan uygulamalar	26
Şekil 4.1.	Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde laboratuvar koşullarında patojene karşı etkisinin test edilmesi 1. gün (Bioajan + <i>Erwinia</i> <i>amylovora</i>)	30
Şekil 4.2.	Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde laboratuvar koşullarında patojene karşı etkisinin test edilmesi 4. gün (Bioajan + <i>Erwinia</i> <i>amylovora</i>)	31
Şekil 4.3.	Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçek üzerindeki fitotoksik etkisinin laboratuvar koşullarında test edilmesi (1. gün)	34
Şekil 4.4.	Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçek üzerindeki fitotoksik etkisinin laboratuvar koşullarında test edilmesi (4. gün)	34
Şekil 4.5.	Doğal inokulasyon uygulamalarında saf su uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu(2010 yılı)	36
Şekil 4.6.	Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> strain RK-79 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı).....	36
Şekil 4.7.	Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> strain RK-84 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı)	37

Şekil 4.8. Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pseudomonas putida</i> strain RK-142 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı).....	37
Şekil 4.9. Doğal inokulasyon uygulamalarında saf su uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı).....	39
Şekil 4.10. Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> strain RK-79 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı).....	39
Şekil 4.11. Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> strain RK-84 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı).....	40
Şekil 4.12. Doğal inokulasyon uygulamalarında <i>Pseudomonas putida</i> strain RK-142 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı).....	40
Şekil 4.13. 2010 yılında biyolojik mücadele etmenlerinin uygulandığı sürgünlerde meydana gelen hastalık gelişiminin seyri	42
Şekil 4.14. Yapay inokulasyon uygulamalarında %50 Bakır oksiklorür uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı).....	43
Şekil 4.15. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Erwinia amylovora</i> (Kontrol) uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı).....	43
Şekil 4.16. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> RK-79 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)	44
Şekil 4.17. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> RK-84 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)	44
Şekil 4.18. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pseudomonas putida</i> RK-142 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)	45

Şekil 4.19. 2011 yılında biyolojik mücadele etmenlerinin uygulandığı sürgünlerde meydana gelen hastalık gelişiminin seyri.....	46
Şekil 4.20. Yapay inokulasyon uygulamalarında %50 Bakır oksiklorür uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı).....	47
Şekil 4.21. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Erwinia amylovora</i> (Kontrol) uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı).	48
Şekil 4.22. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> RK-79 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)	48
Şekil 4.23. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pantoea agglomerans</i> RK-84 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık gelişimi seyri (2011 yılı).....	49
Şekil 4.24. Yapay inokulasyon uygulamalarında <i>Pseudomonas putida</i> RK-142 + <i>Erwinia amylovora</i> uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünyada kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri	15
Çizelge 3.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçeklerinde fitotoksik etkisini değerlendirme skalası	21
Çizelge 3.2. Doğal inokulasyonlarda fidanlar üzerinde ateş yanıklığını değerlendirme skalası	27
Çizelge 4.1. Çiçek uygulamalarında görülen (%) hastalık şiddeti.....	29
Çizelge 4.2. Çiçek uygulamalarındaki etkinlik (%)	30
Çizelge 4.3. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde oluşturduğu fitotoksisite etkisi.....	33
Çizelge 4.4. Doğal inokulasyonlarda fidanlarda meydana gelen hastalık şiddeti (2010 yılı).....	35
Çizelge 4.5. Doğal inokulasyonlarda fidanlarda meydana gelen hastalık şiddeti (2011 yılı).....	38
Çizelge 4.6. 2010 yılında yapılan uygulamaların, periyodik ölçüm yapılan günlerde sürgünlerde oluşan hastalık lezyonları üzerine etkisi	42
Çizelge 4.7. 2011 yılında yapılan uygulamaların, periyodik ölçüm yapılan günlerde sürgünlerde oluşan hastalık lezyonları üzerine etkisi	46

1. GİRİŞ

Ülkemiz, sahip olduğu iklim ve toprak yapısı ile pek çok meyve türünün yetiştiriciliği için oldukça uygundur. Yumuşak çekirdekli meyveler grubuna giren; elma (*Malus communis* L.), armut (*Pyrus communis* L.), ahlat (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai), ayva (*Cydonia oblonga* Mill.), muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve yenidünya (*Eriobotrya japonica* L.), sıcak iklim şartlarının hakim olduğu bölgelerde yetiştirilen çok yıllık bitkilerdir (Lamey and Stack 1993). Yumuşak çekirdekli meyveler taze tüketiminin yanında sanayide hammadde (meyve suyu, konserve, reçel, marmelat, pekmez ve kurutmalık) olarak da kullanılmaktadır.

Üretim değerleri açısından dünyadaki üretim ile karşılaştırıldığımızda dünyada toplam meyve üretimi 417 588 627 ton olup, Türkiye bu üretimde 13 471 714 ton ile küçümsenemeyecek bir öneme sahiptir (Anonymous 2009a). Dünyada yumuşak çekirdekli meyve üretimi 94 250 437 ton olup, bunun 3 280 087 tonu Türkiye'de üretilmektedir. Türkiye'de yumuşak çekirdekli meyve üretiminin dağılımı incelendiğinde 2 782 370 tonunu elma, 384 244 tonunu armut, 96 282 tonunu ayva, 12 986 tonunu yenidünya, 4 205 tonunu muşmula oluşturmaktadır (Anonymous 2009a). Çalışmayı yürüttüğümüz Erzincan'ın, 21 268 ton yumuşak çekirdekli meyve üretimi bulunmaktadır. İlimiz ağaç sayısı itibariyle 393 724 adet meyve veren yaşıta yumuşak çekirdekli meyve ağacına ve 90 600 adet meyve vermeyen yaşıta yumuşak çekirdekli meyve ağacına sahiptir (Anonymous 2009b).

Bitki hastalıkları, tarım ürünlerinde meydana gelen verim ve kalite kayıplarının en önemli sebepleri arasında yer almaktadır. Olumsuz toprak şartları ve patojen mikroorganizmaların etkisine maruz kalan bitkilerin normal hayatsal faaliyetlerindeki bozulma ve buna bağlı olarak meydana gelen, bu doğrudan veya dolaylı zararlanmalar bitki hastalığı olarak adlandırılmaktadır. FAO tarafından 1993 yılında yayınlanan istatistiklere göre, dünyada her yıl tarım ürünlerinin en az %12' lik bir bölümü patojen mikroorganizmaların neden olduğu bitki hastalıklarından dolayı kaybedilmektedir

(Anonymous 1993). Yapılan alışmalar, bitki hastalıklarına %60-75 oranında fungus ve bakteriler, %10-15 oranında virüs ve viroidler, %10 oranında ise diğery patojenler ve çevresel etkenlerin sebep olduğunu göstermektedir (Agrios 1997). Meyve üretiminde hastalıklar sebebi ile %12,6, böceklerin yol açtığı zararlar nedeniyle %7,8 ve yabancı otlardan meydana gelen zararlar neticesinde de %3,0 olmak üzere toplam kayıp miktarının %23,4 olduğu bildirilmektedir (Agrios 1997).

Yumuşak çekirdekli meyvelerin üretiminde birçok sınırlayıcı faktör (uygunsuz çevre koşulları, böcekler ve patojen mikroorganizmalar) bulunmaktadır. Bu faktörlerin içerisinde bakteriyel hastalıklar önemli bir tehdit grubunu oluşturur. Bu türlerde yaygın olarak görülen bakteriyel hastalıklar şunlardır; ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burill) Bergey *et. al.*), bakteriyel tomurcuk yanıklığı (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall.), bakteriyel acı benek (*Pseudomonas syringae* pv. *papulans* (Rose) Dhanvantari), kök kanseri (*Agrobacterium tumefaciens* (E.F. Smith & Townsend) Conn), saçak kök oluşumu (*Agrobacterium rhizogenes* (Riker *et. al.*) ve bakteriyel dal yanıklığı (*Erwinia stewarti* (Smith) Mergaert *et. al.*)'dır.

Ateş yanıklığı hastalığı, bakteriyel bir etmenin neden olduğu saptanan ilk bitki hastalığıdır. Bu bakteri Rosaceae familyasına ait 39 farklı cins ve 128 türe ait bitkilerde hastalık oluşturduğu bildirilmektedir (Beer and Opgenorth 1976). Fitopatojen bakteriler, salgıladıkları enzim, toksin ve hormonlarla bitkilerde hastalık oluşumuna neden olmaktadır. *E. amylovora*'nın enzim ve toksin üreterek bitkilerde kloroz, nekroz ve geriye doğru ölümlere sebep olduğu bildirilmektedir (Crosse *et al.* 1972). Ateş yanıklığı hastalığı tüm dünyada karantinaya tabi olup yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının en tahripkâr hastalığıdır. Sadece o yılın ürününü etkilemekle kalmayıp, ağaçlarda sürgün, ana dal ve gövdeyi hastalandırarak gelecek yıllardaki ürüne de etki edip ağacı kurutabilmektedir (Anonim 2008). Bakteri Gram-negatif olup, çubuk şeklindedir. Boyutları 0,7–1,0 x 0,9–1,5 µ arasında, zincir veya tek tek görülebilir. Bakteri hücresi peritrik kamçılı ve hareketlidir. Minimum gelişme sıcaklığı 3–8°C, optimum 27–30°C ve maximum 37°C'dir (Anonim 2008).

Hastalık ismini yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının yaprak, sürgün ve dallarında ateşten yanmış görünümü veren belirtilerden almaktadır (Van der Zwet and Keil 1979). Hastalık ilk olarak çiçek demetlerinde ve genç sürgünlerde oluşmaktadır. Enfeksiyona uğrayan çiçek ve sürgünler solmakta, kahverengileşmekte, zaman ilerledikçe dokular siyahlaşmaktadır. Kuruyup siyahlaşan sürgünler uç kısmından geriye doğru kıvrılmaktadır. Yapraktaki belirtileri ise ana damarda siyahlaşmayı takiben solgunluk oluşması, kahverengileşme sonrasında siyahlık ve kuruyan yaprakların dallar üzerinde asılı kalmasıdır. Gövdede ise kahverenkli ve çökük alanlar meydana gelir. Hastalıklı dokular üzerinde, havada yüksek nem olduğunda krem renkli bakteriyel akıntılar oluşabilmektedir. Hastalık etmeni, kışı bir önceki yıldan kalan dal ve gövde üzerindeki kanserli dokular etrafındaki kabuk dokusu içinde geçirmektedir (Van der Zwet and Keil 1979). İlk enfeksiyonlar hastalıklı dokular etrafında çoğalan bakterilerin böcek, yağmur ve rüzgâr hareketleriyle yeni oluşan çiçek ve sürgünlere bulaşmasıyla meydana gelmektedir (Momol 1990). Çiçeklenme döneminde oluşan nem ve 18–24°C sıcaklık primer enfeksiyonlar için uygun koşulları sağlamakta, hastalığın meydana getirdiği enfeksiyonlar içinde en yaygın olanı çiçek enfeksiyonları olmaktadır (Benlioğlu ve Özakman 1992). Hastalık etmeni bakteri iletim demetleri yoluyla dallara doğru ilerleyerek sekonder enfeksiyonlara yol açmaktadır. Hastalıklı dokularda oluşan bakteriyel akıntı ve iplikçikler önemli inokulum kaynağını teşkil etmektedirler (Momol 1990). Enfeksiyonların ilerleme hızı sonbaharda yavaşlamakta, patojen kışın lokalize olmakta fakat, ilkbaharda tekrar aktif hale geçmektedir (Benlioğlu ve Özakman 1992).

Ateş yanıklığı hastalığı; ilk olarak Türkiye’de 1985 yılında Sultandağ ve Afyon’da belirlenmiş ve daha sonra 1987’de Isparta ve Burdur’da da görülmüştür. Sonraki yıllarda yapılan survey çalışmalarıyla ateş yanıklığı hastalığının Orta Anadolu Bölgesi’nde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında %15–60 oranına varan bulaşıklık oluşturduğu belirlenmiş; hastalık nedeniyle bölgede çok sayıda ağacın yok edildiği bildirilmiştir (Öktem ve Benlioğlu 1988). Yapılan diğer çalışmalarda Ege Bölgesi’nde %23,93 ve Doğu Akdeniz Bölgesi’nde ise %42,37 oranında bulaşıklık saptanmıştır (Tokgönül ve Çınar 1991; Demir ve Gündoğdu 1993). Yapılan bu çalışmalar hastalığın

Ülkemizde yumuşak çekirdekli meyve yetiştiriciliği yapılan hemen her bölgede önemli bir sorun oluşturduğunu göstermektedir.

Ateş yanıklığına karşı hâlihazırda uygulanan mücadele yöntemleri üç ana başlık altında değerlendirilebilir. Bunlar sırasıyla, kültürel önlemler, dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve kimyasal mücadeledir. Belirtilen bu metodlar hastalığın önlenmesinde yetersiz kalmakla birlikte, birçok da olumsuz yönü bulunmaktadır. Kültürel nlemler hastalığın kontrolünde hem tek başına yeterli olmamakta, hem de çok işgücü gerektirmesinden dolayı çiftçiler tarafından ya tam olarak uygulanmamakta ya da tercih edilmemektedir. Dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında ise; klasik ışlah metodları ile dayanıklılık genlerinin bir çeşitten başka bir çeşide aktarılması çok uzun zaman almakta ve çoğunlukla çalışmalar başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Bu yöntemle tek bitki patojenine karşı dayanıklı çeşit geliştirilebilirken, çok sayıda patojene karşı dayanıklı çeşit geliştirilememiştir. Kimyasal mücadelenin olumsuz yanlarına bakılacak olursa; bitki patojenlerinin kimyasallara karşı dayanıklılık oluşturması, doğal dengeyi bozması, insan ve hayvan sağlığı üzerine yaptığı olumsuz etkileri gibi birçok faktör sayılabilir.

Hastalığın bulaşmasında özellikle bal arılarının büyük rolü olduğu, bazı sokucu-emici ağız tipine sahip böceklerin etmeni taşımasının yanında etmenin dokuya girişi için yara açtıkları kaydedilmektedir (Van der Zwet *et al.* 1988). Patojen bakterinin bitkiye girişi doğal açıklıklardan (lentisel ve stomalar) olmasına rağmen, sürgün ve dallardaki enfeksiyonlar genellikle yaralardan olmaktadır (ktem ve Benlioğlu 1988).

Ateş yanıklığının mücadelesinde bakırlı bileşikler ve antibiyotikler uygulanmaktadır. Ancak bakırlı preparatlar fitotoksik etkileri nedeniyle ilaçlama programlarında rutin olarak kullanılmamaktadır. Hastalığın hâlihazırda mücadelesinin zor ve etkin olmayışı nedeniyle son yıllarda, hastalıkla mücadelede biyolojik yöntemlerin kullanılabilmesi için yoğun olarak araştırmalar yapılmaktadır.

Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak tarımsal üretimin artırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Hastalık etmeni ve zararlılarla mücadelede tüm ekosistemi dikkate

olarak canlılar arasındaki doğal dengenin korunması, çevre kirliliği, kalıntı ve tarımsal üretim maliyetleri göz önüne alınarak yeni mücadele yöntemlerinin uygulanmasıyla ancak sürdürülebilir bir tarımsal üretim sağlanabilir. Ancak bu şekilde gelecek nesillere sağlıklı yaşayabilecekleri bir çevre, güvenli ve yeteri miktarda gıda bulabildikleri bir dünyanın kapısı aralanabilir.

Bu nedenle günümüzde mevcut kontrol stratejilerinden daha ucuz, daha etkili ve hem insan sağlığına hem de çevreye daha az zararlı olan biyolojik kontrol uygulamalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Hastalıklarla mücadelede çok çeşitli metodlar olmasına rağmen, en çok tavsiye edileni ve çevreye en zararsız mücadele şekli biyolojik mücadeledir. Biyolojik mücadele; doğal veya genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmalar ya da onların ürettikleri metabolitler kullanılarak patojen veya mikroorganizmaların ortadan kaldırılması veya populasyonlarının baskı altına alınmasını amaçlayan bir tarımsal mücadele yöntemidir (Kotan 2002).

Biyolojik mücadelenin, biyokontrol organizma, patojen ve konukçu arasındaki ilişkiye dayandırılan dört temel mekanizması vardır. Bu dört mekanizma antibiyosis, rekabet, hiperparazitizm ve sonradan kazanılmış sistemik dayanıklılıktır.

Antibiyosis: Herhangi bir organizmanın antibiyotik veya benzeri metabolitler üreterek başka bir organizmayı baskılaması ya da yıkıma uğratması olarak adlandırılır (Mathre *et al.* 1999).

Rekabet: Yeterli kaynağın bulunmadığı ortamlarda iki veya daha fazla organizma arasındaki ortamdan yararlanma üstünlüğü olarak tanımlanmaktadır. Mikroorganizmalar arasındaki rekabet C, N, Fe, O₂, karbonhidrat, mikro besin elementleri, yer ve ışık için söz konusu olabilmektedir. Biyokontrol ilişkide bu besin elementlerinden karbon ve demir büyük önem arzeder. Rekabet biyolojik mücadelede en sorunsuz mekanizmalardan birisi olarak başarı ile kullanılmaktadır (Handelsman and Stabb 1996).

Hiperparazitizm: Mikroorganizmalara karşı başka organizmaların kullanıldığı bir mücadele şeklidir. Parazitizmin esası hücre duvarını eriten ya da parçalayan enzimlerin üretilmesi esasına dayanır. Bu amaçla kullanılan biyoajanlar ürettikleri hidrolitik enzimler veya direk enfeksiyonları ile patojenlerin hücrelerini parçalayarak onların popülasyonlarını baskılar (Fridlender *et al.* 1993).

Sonradan kazanılmış Sistemik Dayanıklılık: Biyokontrol organizmalar kullanılarak konukçu bitkilerin sistemik dayanıklılık mekanizmalarının aktif hale gelmesi esasına dayanır. Cross Protection, SIR ve SAR olmak üzere üç grupta incelenir.

a-) Çapraz Korunma (Cross Protection): Biyokontrol organizmalar tarafından konukçu dokusu içinde antibiyosis, yer ve besin için yarışma, karşılıklı hifsel etkileşim ya da parazitizm gibi mekanizmalardan birisi ya da bunların kombinasyonu ile virulent patojenin gelişiminin önlenmesi olarak tanımlanır (Bora ve Özaktan 1998).

b-) Systemic Induced Resistance (SIR): Patojen olmayan bir mikroorganizmanın bir biyolojik savaş elamanı gibi ya da zayıf virulent bir patojenin gerçek bir patojen gibi davranarak konukçu bitkinin savunma sistemini duyarlı kılması esasına dayanır (Bora ve Özaktan 1998).

c-) Systemic Acquired Resistance (SAR): Bir patojenin primer veya sekonder enfeksiyonlarına karşı, bitkilerde var olan dayanıklılığın teşvik edilmesi ya da bitkide doğal olarak bulunmayan ancak antagonist organizmalar veya kimyasalların uyarısı ile bitkide fizyolojik olarak kazanılan ve bitkinin patojen enfeksiyonuna karşı gösterdiği reaksiyon şeklinde ifade edilir (Shulaev *et al.* 1995).

Bu çalışmada; Doç Dr. Recep Kotan tarafından 2002 yılında yapılan bir çalışmada *E. amylovora*'ya karşı laboratuvar koşullarında petri ve sürgün denemelerinde etkinliğini belirlediği biyolojik mücadele ajanlarından *Pantoea agglomerans* RK-79, *Pantoea agglomerans* RK-84 ve *Pseudomonas putida* RK-142 izolatlarının, laboratuvar koşullarında armut çiçekleri üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi ve arazi koşullarında

sürgünler üzerinde ateş yanıklığı hastalığına karşı biyolojik mücadele de kullanım imkânlarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hastalık Türkiye’de ilk olarak 1985 yılında Sultandağ ve Afyon’da belirlenmiş ve daha sonra 1987’de Isparta ve Burdur’da da görülmüştür (Öktem ve Benlioğlu 1988). Farklı çalışmalarla bazı bölgelerdeki durum ortaya konmuş, Ege Bölgesinde %23,93 ve Doğu Akdeniz Bölgesinde %42,37 oranında bulaşıklık saptanmıştır (Tokgönül ve Çınar 1991; Demir ve Gündoğdu 1993). Doğu Anadolu Bölgesi’nde konuyla ilgili sürvey çalışması yapılmamış olmasına rağmen, yumuşak çekirdekli meyvelerdeki hastalıkların belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada en fazla ateş yanıklığının sorun olduğu görülmüştür (Kotan 2002). Yapılan bu çalışmalar hastalığın ülkemizde yumuşak çekirdekli meyve yetiştiriciliği yapılan hemen her bölgede önemli bir sorun oluşturduğunu göstermektedir.

Bitkilerdeki bakteriyel hastalıklara karşı kullanılan mücadele yöntemleri 4 grup altında (kimyasal, dayanıklılık, kültürel ve biyolojik mücadele) toplanmaktadır. Bu yöntemlerden kültürel önlemler ve dayanıklılık çalışmalarının yumuşak çekirdekli bitkilerdeki bakteriyel hastalıklara karşı etkili olmadığı bildirilmektedir (Mansvelt and Hattingh 1986).

Dünyada ve Türkiye’de bitki hastalıkları ile mücadelede dayanıklı bitki varyetelerinin geliştirilmesinin amaçlandığı çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yumuşak çekirdekli meyvelerde zarar yapan bakteriyel hastalıklarla ilgili olarak yapılan bu dayanıklılık çalışmalarının çoğunluğu ateş yanıklığını önlemeye yöneliktir. Kanada’da ateş yanıklığına karşı dayanıklı ve yüksek kaliteli çeşitlerin elde edilmesinin amaçlandığı bir çalışmada; *Pyrus communis*, *Pyrus ussuriensis*, *Pyrus pyrifolia*’dan elde edilen seleksiyonların ve çeşitlerin yer aldığı çok sayıda dayanıklı çeşit kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ateş yanıklığına karşı yüksek derecede dayanıklılık gösteren ve tescil ettirilen 3 seleksiyondan Harrow Delight ve Harvest Queen 1981 yılında, Harrow Sweet ise 1990’da piyasaya sürülmüştür (Hunter 1993). Ateş yanıklığı hastalığına karşı; armutlarda anaç olarak Old Home, O41/Farmingdale hibridi ve *Pyrus calleryana*; çeşit

olarak ise Ayers, Magness, Maxine ve Orient'i önermektedir (Van der Zwet *et al.* 1988). Bir başka çalışma ile Jonathan, Rome Beauty ve Yellow Transparent elma çeşitlerinin ayrıca Bartlett ve Forelle armut çeşitlerinin ateş yanıklığına karşı oldukça duyarlı çeşitler olduğu belirtilmektedir (Watkins 1992). Avrupa'da Ateş yanıklığına karşı elma çeşitlerinden Braeburn, Cox, Gala, Gloster, Idared, James Grieve, Jynagold, Jonathan ve McIntosh en hassas olduğu, armut çeşitlerinden ise Beurre Bose, Beurre Durondeau, Comice, Conférence, Elsa, Passe Crassane ve Williams'ın hassas olduğu belirtilmiştir (Bagnara *et al.* 1993).

Türkiye'de ateş yanıklığına karşı dayanıklı veya hassas çeşitlerin belirlenmesine yönelikte çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada ateş yanıklığına karşı 15, elma 22 armut ve 5 ayva çeşidinin duyarlılığı test edilmiş; Sport Golden elma çeşidi, Abbefetel armut çeşidi ve İstanbul ayva çeşidi en duyarlı çeşitler olarak gözlenmiştir (Demir ve Gündoğdu 1991). Oldukça yaygın yetiştirilen Santa Maria çeşidi ile kurulan bahçelerin iki yıl gibi kısa bir sürede bu hastalıktan dolayı tamamen yok olduğu belirtilmektedir (Momol *et al.* 1992). Yapılan bir başka çalışmada ise ateş yanıklığına duyarlı armut çeşitleri olarak Williams, Santa Maria, Coscia, Morettini, Abbe Fetel, June Beauty, Doyenne de Comice, Passa Crassane, Beurre Hardy, Akça, Mustafa Bey, Ankara ve Hacı Hamza; kısmen dayanıklı armut çeşitleri olarak Duchese d'Angouleme, Beurre Clairgeau, Marguerita Marillant, Starkrimson, Çermai, Migrik 2106 Tezeren, Lemon, Dr. Julet Guyor ve Wilder, hassas olarak Santa Maria, Williams, Coscia, Mustafa Bey ve Rıza Bey çeşitlerinin olduğu bildirilmiştir (Demir ve Gündoğdu 1993). Konuyla ilgili başka bir çalışmada ise Lemon, Kieffer, Hacı Hamza armut çeşitlerinin zayıf duyarlı; Ankara, Mustafa bey ve Akça'nın orta derecede duyarlı; Migrik, Williams, Çermai ve Laleliyenin ise yüksek derecede duyarlı oldukları bildirilmektedir (Aysan *et al.* 1994). Van gölü havzası elma, armut, ve ayva genetik kaynaklarından toplanan 92 tip sürgünün (48 elma,38 armut,6 ayva) ateş yanıklığına hastalığına karşı sera koşullarında test edildiği çalışmada, sürgünlerin ateş yanıklığına direnç seviyeleri (GSI%) belirlenmiş, lezyon uzunluklarına bakılarak kontrol sürgünlerle karşılaştırmalı olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçta Dayanıklı (R),orta dayanıklı (MR), orta duyarlı MS, duyarlı (S), yüksek duyarlı (HS) olmak üzere beş

sınıf oluşturulmuştur. Elma, armut ve ayvada dayanıklı genotipler gözlenmemiş, 7 elma, 2 armut, 1 adet ayva genotipi orta dayanıklı (MR), 25 elma, 14 armut ve 1 adet ayva genotipi orta duyarlı bulunmuştur. Bu bulgulara bakarak ateş yanıklığına karşı direncin önemli bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. (Ozrenk 2012).

Ateş Yanıklığı hastalığının kimyasal mücadelesi günümüzde tam olarak yapılamamaktadır. Hastalıkla mücadelede kullanılan bakırlı bileşikler koruyucu olarak uygulanmaktadır. Bakırlı preparatlar çiçeklenme periyodunda ve yağışlı havalarda kullanıldığında fitotoksik etki yapabildiği belirtilmektedir (Benlioğlu ve Özakman 1992). Ülkemizde bakırlı preparatların (%2'lik bordo bulamacı) kullanıldığı bir çalışmada; ateş yanıklığı hastalığına karşı bazı kimyasalların in-vitroda ve armut meyve parçacıkları üzerinde etkinlikleri test edilmiş, in-vitroda en iyi aktiviteyi Streptomisin'in gösterdiği, bunu Tri-Miltox'un (bakır tuzları+Maneb) takip ettiği, Aliette (Phosetyl-AI)'nin ise fazla bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Saygılı and Üstün 1996). Streptomisin başta ateş yanıklığı olmak üzere birçok bakteriyel bitki hastalığını kontrol etmek için kullanılmaktadır ancak, birçok bitki patojeninin bu antibiyotige karşı dayanıklılık kazandığı gözlenmiştir (Loper *et al.* 1991). *E. amylovora*'nın streptomisine dayanıklı strainlerinin varlığı, ilk olarak 1971 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde kaydedilmiş olup, daha sonra farklı bölgelerde de rapor edilmiştir (Chiou and Jones 1991; Loper *et al.* 1991). Ülkemizde de antibiyotik kullanımı yasak olmasına rağmen Streptomisine dayanıklılığın oluştuğunu bildiren çalışmalar vardır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada Erzurum, Erzincan, Artvin, Kars ve Iğdır illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen ateş yanıklığı hastalığının etmeni *E. amylovora*'nın toplam 41 straininin streptomisin sülfata karşı duyarlılıkları test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre strainlerin %31,7'sinde streptomisine karşı dayanıklılık tespit edilmiştir (Kotan ve Karagöz 2009). Streptomisine karşı *E. amylovora*'nın dayanıklılık genlerinin kaynağını tespit etmeye yönelik çalışmalarda iki mekanizmanın mevcut olduğu; bunlardan birisinin kromozomal (Schroth *et al.* 1979), diğerinin ise plazmid orijinli olduğu belirtilmektedir (Chiou and Jones 1991). *P. agglomerans* C9-1 strainin üretmiş olduğu herbicolin 0 ve herbicolin 1 adlı iki antibiyotikle *E. amylovora*'nın gelişimini baskıladığı belirlenmiştir (Ishimaru *et al.* 1988).

Hastalığın bulaşmasında özellikle bal arılarının büyük rolü olduğu, bazı sokucu-emici ağız tipine sahip böceklerin etmeni taşımasının yanında etmenin dokuya girişi için yara açtıkları kaydedilmektedir (Van der Zwet *et al.* 1988). Patojen bakterinin bitkiye doğal açıklıklardan (lentisel ve stomalar) giriş yapmasına rağmen, sürgün ve dallardaki enfeksiyonlar genellikle bitkilerde oluşan yaralanmalardan meydana gelmektedir (Öktem ve Benlioğlu 1988). Yapılan bir çalışmada *Pantoea agglomerans*'ın bal arıları ile geniş bir çevreye yayılabileceği saptanmış ve *P. agglomerans* strainlerinin bal solusyonunda ya da bal içinde inkübasyon periyodundan kısa bir süre sonra kültüre alınma yeteneklerini kaybettiklerini belirtmiştir (Longaric *et al.* 2009). Ateş yanıklığının biyolojik kontrolünde kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinin *Osmia cornuta* ile de (Hymenoptera: Megachilidae) başarılı bir şekilde yayılabileceği belirlenmiştir (Maccagnani *et al.* 2006).

Tarımsal üretimde pestisitlerin kullanımını azaltan veya yasaklayan yeni tarım politikalarının geliştirilmesi ile bitki hastalıkları ve zararlılarla mücadele stratejileri içinde biyolojik mücadele çalışmaları oldukça fazla ilgi görmeye başlamıştır. Biyolojik mücadele çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bakteriler *Burkholderia* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Bdellovibrio bacteriovorus*, *Escheria* spp., ve *Agrobacterium* spp. cinslerine ait tür ve strainlerdir. Günümüzde özellikle fluoresan psudomonaslar, gerek biyolojik mücadele etmenleri olarak, gerekse bitki gelişimini teşvik edici bakteriler olarak büyük ilgi görmekte ve birçok çalışma yapılmaktadır. Bugün ticari formülasyonları hazırlanmış ve günümüzde bitki hastalıklarına karşı pratikte kullanılan pek çok mikrobiyal pestisit bulunmaktadır (Saygılı vd 2008) ABD'de *Erwinia amylovora*'ya karşı kullanılan *P. fluorescens* str. A-506 bakterisinin ticari preparatı BlightBan'ın erken uyarı sisteminin uyarısı ile ağaçlarda enfeksiyon başlamadan kullanıldığında çok etkili olduğu bildirilmektedir (Smith 2001). Bu biyokontrol ürün, ateş yanıklığına karşı geliştirilen ilk ticari biyokontrol preparat olup 1995 yılında ticari olarak piyasaya sürülmüştür (Stelljes and Senft 1998).

Dünyada ateş yanıklığı hastalığının mücadelesine yönelik biyolojik mücadele mekanizmalarının kullanılmasıyla yapılan çok sayıda araştırma mevcuttur. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada; farklı konukçu bitkilerden izole edilen 80'den fazla bakterinin *E. amylovora*'ya karşı antagonistik aktiviteleri test edilmiş, çalışmalar in-vitroda agar diffüzyon testinde, olgunlaşmamış meyve parçalarının biyotestinde ve tarla şartlarında yapılmıştır. Çok sayıda bakteri straininin ateş yanıklığına karşı pozitif antagonistik bir etki gösterdiği tespit edilmiştir (Zeller and Wolf 1996). Çok etkili olarak gözlenen *Erwinia herbicola*'nın E.h.89 nolu straininin tarla şartlarında dağ muşmulası bitkisinde %70 kontrol sağladığı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada in-vitro, biyotest ve tarla testlerinde strainlerin aktiviteleri arasında iyi bir korelasyon görülmemiş ancak, *E. herbicola* E.h.89 straini bütün testlerde iyi sonuç vermiştir (Zeller and Wolf 1996). *Bacillus subtilis*'in armutlarda görülen ateş yanıklığına karşı etkisini araştırıldığı bir başka çalışmada; 2005 ve 2006 yıllarındaki deneylerde Serenade ilacının (Biyofungusit, litrede 2,5–3,5 gr *B. subtilis* içeren) hastalığı %62 -68 oranında azalttığı tesbit edilmiştir. Aynı zamanda kullanılan Heliocuvire'nin (bakır hidroksit) hastalığı %79 azalttığını, mukayesede kullanılan Spreptomycin'in ise hastalığı %91–97 azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara bakarak entegre kontrol programlarına dahil etmek için *B. subtilis* 'in uygun olduğunu belirtmişlerdir (Biondi *et al.* 2007).

Erwinia amylovora'ya karşı İran'da yapılan bir çalışmada kimyasal kontrol için bordo bulamacı ve biyolojik kontrol için *P. agglomerans* kullanılmıştır. Çalışma sonucunda armut ağaçlarındaki ateş yanıklığı belirtileri arasında ciddi farklar meydana geldiği bildirilmiştir. Armut ağaçları üzerinde dört aşamalı yapılan spreyl uygulamaları neticesinde en yüksek hastalık oranı %75,37 olmuş ve en düşük hastalık oranı bordo bulamacı yapılan ağaçlarda %1,85 bulunmuştur. Biyolojik kontrolde hastalık %20,62 oranında olmuştur (Ahari *et al.* 2007). *Erwinia amylovora*'ya karşı antagonistik etki gösteren biyoajanları seçmek için; armut ve ayvaların yaprak ve çiçeklerinden ayrı ayrı izolasyonlar yapılmıştır. Potansiyel biyokontrol ajanların ateş yanıklığına karşı seçiminde çok sayıda uygun olabilecek *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsi bakteri test edilmiştir. İn vitro koşullarda *Bacillus* spp.'nin iki straini, *Pseudomonas*'ın üç straini *E.*

amylovora'ya karşı engelleyici etki göstermiştir. *Pseudomonas*ların tanılama testleri sonucunda bu izolatların, *Pseudomonas putida*'nın P5 straini, ve *Pseudomonas aeruginosa*'nın P10 ve P14 strainleri olduğu belirlenmiştir (Cornea *et al.* 2007). Yapılan bir diğer çalışmada ise ateş yanıklığının kontrolü için bakteriyel antagonistlerden *Pseudomonas flourescens* A506, *P. agglomerans* C9-1, *P. agglomerans* E325, *B. subtilis* QST 713 strainleri kullanılmış, 2001 ve 2007 yılları arasında yapılan testlerde çiçek enfeksiyonlarında ortalama olarak azalma gözlenmiş, değişkenlik %9,1 ile %36 arasında oluşmuştur. Streptomisin kontrolle birlikte hastalığı %59–67,3 oranında engellediği belirtilmiştir. Bakteriyel antagonistlerin çiçeklerdeki kolonizasyon oranı çelişkili bulunmuş ve antagonistler 25 testin 12 sinde başarılı bulunmuştur. Sonuçta çiçek enfeksiyonlarının sürekli kontrolü için streptomycin ile birlikte biyokontrol ajanları bir program içerisinde entegre edilebilirse daha başarılı olunabileceği belirtilmiştir. Sonuçların ateş yanıklığının biyolojik kontrolünde uygulamaya konulabilecek durumda olmadığını, biyolojik kontrol ajanlarının etkinliğinde değişkenliğin halen yüksek olduğunu belirtilmiştir (Sundin and Yoder 2009). Yapılan başka bir çalışmada ise; çiçekler üzerinde *E. amylovora*'ya karşı antagonist etki gösteren izolatlar belirlenmiş ve ateş yanıklığı hastalığına karşı bunların performansları araştırılmıştır. Gözlemlenen strainlerden bazılarının, hastalığın hâlihazırda kontrolünde kullanılan biyokontrol ajanı *P. flourescens* A506'dan daha iyi veya da benzer sonuçlar verdiğini bulmuşlardır (Mercier and Lindow 2001). Ateş yanıklığının kontrolü için ticari olarak kullanılan *P. agglomerans* E325, laboratuvar koşullarında spesifik olarak *E. amylovora*'ya karşı alkalın ve fosfat içerikli bir antibiyotik ürettiği bildirilmiş, elma ağaçlarında çiçek stigmaları üzerinde yapılan çalışmalarda *E. amylovora*'nın gelişmesinin baskılanmasında antibiyosis ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Pusey *et al.* 2011).

Bitki savunma sisteminin uyarılarak ateş yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılığın artırılmasının amaçlandığı bir çalışmada fosfat bileşikler ve benzothiadiazole elma ve armutta ateş yanıklığının kontrolünde kullanılmış, hastalık seviyesinin %40-60 oranında azaltıldığı belirlenmiştir (Ruz *et al.* 2008).

Türkiye’de de ateş yanıklığı ile mücadele kullanılmak üzere, biyolojik savaş stratejilerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Momol 1990; Momol vd.,1991; Tokgönül ve Çınar 1991; Demir ve Gündoğdu 1991; Özaktan ve Türküsay 1994; Özakman 1995; Tokgönül ve Başpınar (1995); Çınar vd (1998); Erdoğan 1999; Özaktan vd 2001, Kotan 2002).

Ateş yanıklığı hastalığı; 1985'ten sonra Türkiye'de Karadeniz, Ege, Doğu Akdeniz ve Orta Anadolu Bölgesi'nde önemli epidemiler oluşturmuştur (Momol 1990). Ateş yanıklığının Batı Akdeniz Bölgesi'nde özellikle armut ve ayvalarda yaygın olduğu ve önemli kayıplara neden olduğu belirlenmiştir (Momol vd 1991). Doğu Akdeniz Bölgesin'de yapılan sürvey çalışmalarında, armutlarda %42.37 oranında yaygınlık belirlenmiş, yenidoğum fidanlarında da ciddi bir sorun meydana getirdiği belirlenmiştir (Tokgönül ve Çınar 1991). Ateş yanıklığı hastalığının ülkemizde başta armut olmak üzere ayva ve elmada problem oluşturduğunu, belirtmişlerdir (Demir ve Gündoğdu 1993). Yapılan bir araştırmada; armut ağaçlarından izole edilen epifitik bakterilerin *E. amylovora*’ya karşı antagonistik etkileri in-vitro’da test edilmiş, *E. herbicola*’nın %64’ü, floresan Pseudomonasların ise %57’si yüksek etkili bulunmuştur (Özaktan ve Türküsay 1994). Armut ağaçlarının çiçek ve sürgünlerindeki ateş yanıklığı etmenine karşı çeşitli besiyerleri kullanarak epifitik popülasyonu belirlenmiştir (Özakman 1995). Ateş yanıklığı hastalığı ile mücadelede bakırlı ilaçların ve budamanın etkisinin araştırıldığı çalışmada; hastalığa duyarlı olduğu bilinen Santa María armut çeşidinin bulunduğu bahçelerde yapılan çalışmalarda bakırlı preparatların etkilerinin %30,6 ile %69,74 arasında, yalnız budamanın ise %62,47 oranında hastalığı önlediğini kaydetmişlerdir (Tokgönül ve Başpınar 1995). Doğu Akdeniz bölgesindeki armut bahçelerinden ateş yanıklığına karşı antagonistik etkiye göre seçilen epifitik bakterilerin kullanıldığı çalışmada, bu bakterileri *E. amylovora*’ya karşı etkisi araştırılmış ayrıca farklı armut çeşitlerinin hastalığa karşı duyarlılıkları ve erken tahmin uyarısı çalışılmıştır (Çınar vd 1998). Isparta ilinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığına karşı antagonist bakterilerin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada 22 floresan Pseudomonas bakterisinin invitroda patojeni engellediği belirlenmiştir (Erdoğan 1999). Armutlarda ateş yanıklığı hastalığına etkili antagonistik bakterilerin kitle üretimi ve biyopreparatların geliştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada *P.*

agglomerans ve *P. flourescens*'in talk katkılı WP biyoformulasyonları teksele ve karışım halinde kullanılmış, çalışma Dikili ve Burdur'da *E. amylovora* ile doğal bulaşık armut bahçelerinde yürütülmüştür. Üretici koşullarında ve iki yıl üst üste, ağaçların %30 ve tam çiçeklenme dönemlerinde uygulamalar yapılmıştır. Eh-24 izolatından elde edilen talk katkılı WP biyoformulasyonunun *E. amylovora*'nın çiçek infeksiyonlarını 1999 ve 2000 yılında %63,16 - %76,25 oranında engelleyerek referans kimyasal preparattan daha başarılı bulunduğu bildirilmiştir (Özaktan vd 2001). Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyvelerden izole edilen bütün bakteriyel organizmaların (patojenik ve saprofitik) klasik ve moleküler teknikler kullanılarak; bakteriyel strainlerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri, yağ asidi metil esterlerinin profilleri ve genetik parmak izleri belirlenmiştir. Elde ettiği izolatlar *E. amylovora* ve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*'ye karşı kullanılmıştır (Kotan 2002).

Günümüze kadar yapılan biyolojik mücadele çalışmalarında çok sayıda ticari formulasyon geliştirilmiştir. Ticari preparatı yapılarak piyasaya sürülen biyoajanlar, bunların ticari formulasyonlarının isimleri ve etkili olduğu zararlı grubunu içeren bilgiler çizelge 2.1'de verilmiştir:

Çizelge 2.1. Dünyada kullanılan bazı biyopestisitler ve ticari isimleri (Saygılı vd 2008)

Ürün	Biyokontrol ajan	Hedef patojen/hastalık
Actigard	Acibenzolar-S-methyl	Konukçu dayanıklılığını uyarıcı
Nogall	<i>Agrobacterium radibacter</i> K1026	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
Aq10 biofungicide	<i>Ampelomyces quisqualis</i> m-10	Külleme
Ecoguard	<i>Bacillus licheniformis</i> SB3086	<i>Sclerotinia homeocarpa</i>
Companion	<i>Bacillus subtilis</i> GB03. <i>B. subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus megaterium</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> ve <i>Phytophthora</i>
Subtilex, Histick N/T	<i>Bacillus subtilis</i> MBI600	<i>Fusarium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp. <i>Pythium</i> spp. <i>Aspergillus</i>

Çizelge 2.1. (devam)

Ürün	Biyokontrol ajan	Hedef patojen/hastalık
Yiedshield	<i>Bacillus pumillus</i> GB34	Kök hastalıkları
Deny	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> ve bazı nematodlara karşı
Intercept	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp.
Aspire	<i>Candida oleophila</i> I-182	<i>Botrytis</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.
Ontans WG, Intercept WG	<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ve <i>S. minor</i>
Konı	<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ve <i>S. minor</i>
Messenger	<i>Erwinia amylovora</i> hrp harpin protein	Birçok (konukçu dayanıklılığını uyarıcı)
Biofox C	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Fusarium moniliforme</i>
Fusaclean	<i>Fusarium oxysporum</i> (patojen olmayan)	<i>Fusarium oxysporum</i>
Primastop	<i>Gliocladium catenulatum</i>	Tohum, kök gövde çürüklüğü ve solgunluk hastalıkları
Primastorp	<i>Gliocladium catenulatum</i>	Kök gövde çürüklüğü
Soilgard	<i>Gliocladium virens</i> (Trichoderma virens) GL-21	<i>Rhizoctonia solani</i> ve <i>Pythium</i> spp.
Ditera Biocontrol	Ölü <i>Myrothecium verrucaria</i> 'nın fermantasyon ürünü	Parazitik nematodlar
Paecil (= bioact)	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Değişik nematod türleri
Rotstop	<i>Phlebia gigantea</i>	<i>Heterobasidium annosum</i>
Bioject Spot-Less	<i>Pseudomonas aureofaciens</i>	<i>Sclerotinia homeocarpa</i> , Antraknoz, <i>Pythium aphanidermatum</i>
Cedomon	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	<i>Septoria nodorum</i> , <i>Septoria tritici</i> , <i>Fusarium solani</i> ve diğerleri
Blight ban A506	<i>Pseudomonas fluorescens</i> a506	Don zararı, <i>Erwinia amylovora</i>

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yararlanılan alet ve cihazlar

Çalışma esnasında aşağıdaki alet ve cihazlar kullanılmıştır.

- Sterilizatör (Nüve, TÜRKİYE, FN 500, SN 303–3051)
- Otoklav (Nüve)
- İnkübatör (Nüve, TÜRKİYE, ES 500, SN 03–0591)
- Hematoloji çalkalayıcısı (GERMANY, GEL–3025, SN 10 365 703 F)
- Steril kabin (LABCAIRE)
- Çalkalayıcı (Gerhard, GERMANY, SN 4002319)
- Otomatik pipetler (Eppendorf, GERMANY)
- Magnetik karıştırıcı (Nüve, TÜRKİYE, SN 05–1083)
- Hassas terazi (Scaltec, GERMANY, SN SPB42–90 908 239)
- Buzdolabı (Beko, TÜRKİYE, 8190NF)
- Saf Su cihazı (Ateks, 7x35, Eu)

3.1.2. Kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanış

Nutrient agar: Hassas terazide 28 g nutrient agar karışımı (Oxoid) tartılarak 1 L dH₂O içerisine aktarılmış ve hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C’de 15 dk steril edilerek soğumaya bırakılmıştır. Besiyeri 45°C’ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987).

Nutrient broth: Hassas terazide 13 g nutrient broth besiyeri tartılarak (Oxoid) 1 L dH₂O içerisine ilave edilmiş ve hazırlanan besi yeri otoklavda 121°C’de 15 dk steril edildikten sonra soğumaya bırakılmıştır (Lelliot and Stead 1987).

%70'lik Etil alkol: 100 ml sdH₂O'ya 70 ml etil alkol ilave edilerek solüsyon hazırlanmış ve hazırlanan çözelti -20°C'de muhafaza edilmiştir.

3.1.3. Kullanılan biyoajan ve patojen bakteri strainleri

Bu çalışmada; patojen bakteri olarak *Erwinia amylovora* RK-228 straini, biyoajan olarak ise *Pantoea agglomerans* RK-79, *Pantoea agglomerans* RK-84 ve *Pseudomonas putida* RK-142 strainleri kullanılmıştır. Kullanılan biyoajan bakteriler Doç. Dr. Recep Kotan'ın 2002'de yaptığı doktora çalışması sonucunda ateş yanıklığına karşı laboratuvar çalışmaları sonucunda öne çıkmış bakteri strainlerinden seçilmiştir (Kotan 2002).

3.1.4. Kullanılan test bitkileri

Bu çalışmada test bitkisi olarak, Santa-Maria armut çeşidinin henüz tam açmamış çiçek demetleri ile 3 yaşlı fidanları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bakteri strainlerinin nutrient agar (NA) besiyerinde geliştirilmesi

Test edilecek bakteriyel strainler steril öze ile donmuş kültürden alınarak, NA katı besi yerine 3 fazlı çizgi ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 24–48 saat süreyle 27°C'ye ayarlı bir inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.2. Sprey uygulamalarında kullanılacak bakteriyel inokulum yoğunluğunun ayarlanması

NA besiyerinde çoğaltılan canlı bakteri hücreleri steril öze ile alınarak Nutrient Broth (NB) besiyerine aktarılmıştır. Sonra vorteks cihazında karıştırılarak standart turbidity tüpüne göre turbidimetre ile konsantrasyonları istenilen yoğunluğa ayarlanmıştır.

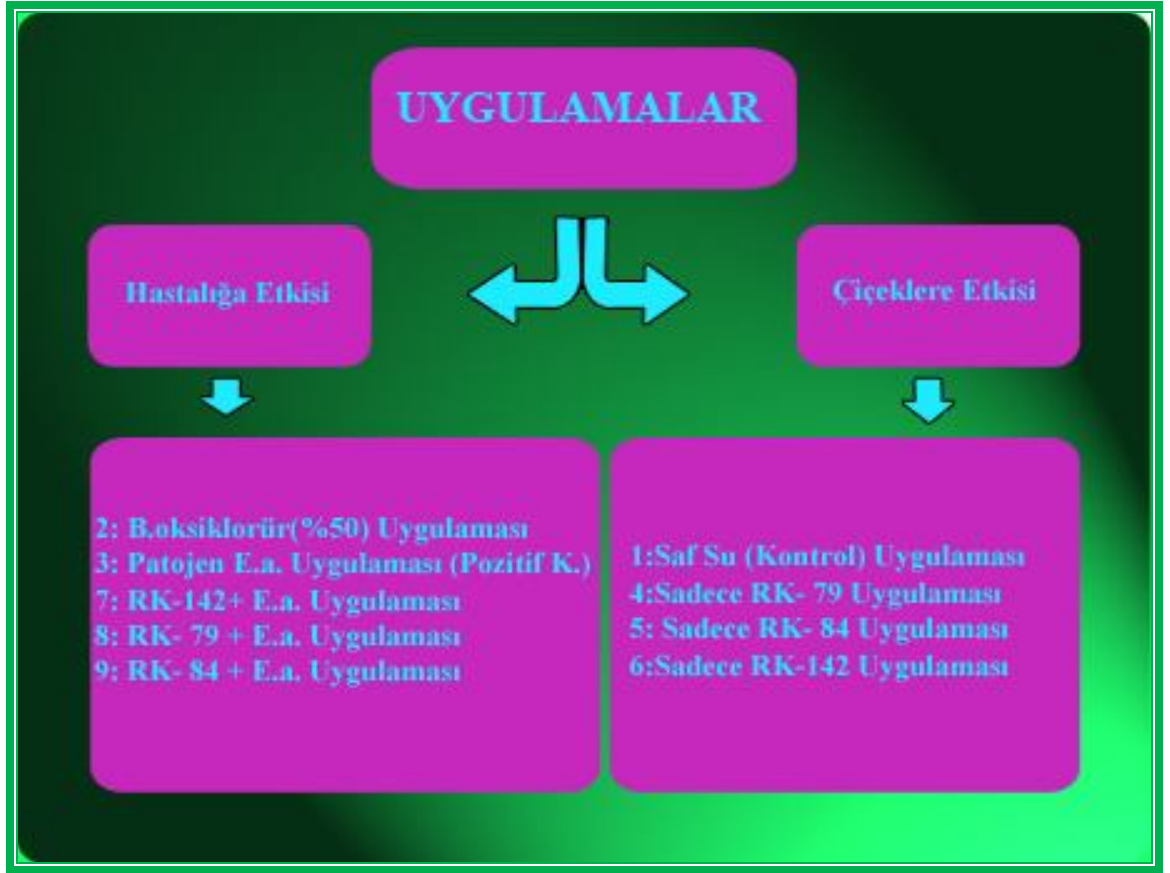
3.3. Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmalar

3.3.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçeklenme döneminde *E. amylovora*'ya karşı etkisinin test edilmesi

Çalışmada, Santa-Maria armut çeşidinin henüz tam açmamış çiçek demetlerini içeren sağlıklı sürgünleri, 20–25 cm den kesilerek laboratuara getirilmiştir. Bu sürgünler, sap kısımları %1.5 Benomyl + çeşme suyu + steril perlit ortamının içinde olacak şekilde, 24 °C lik iklim odasında bekletilerek, çiçek taç yapraklarının %80'nin açılması sağlanmıştır. Bu dönemdeki çiçek demetlerinin üzerine, 10^9 hücre/ml konsantrasyondaki biyolojik mücadele etmenleri püskürtülmüştür. Uygulamayı takiben 48 saat sonra da, 10^6 hücre/ml konsantrasyonundaki patojen bakteri, çiçek demetleri üzerine sprey edilmiştir. Denemede yeralan uygulamalar ayrıntılı olarak şekil 3.1' de verilmiştir. Denemede pozitif kontrol olarak, patojen bakteri uygulaması kullanılmıştır. Karşılaştırma ilacı olarak ise, hastalığın mücadelesinde önerilen %50 Bakır oksiklorür kullanılmıştır.

Deneme; laboratuvar ortamında, tesadüf parselleri deneme deseninde 5 uygulama ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrür 3 çiçek sürgünü olacak şekilde düzenlenmiştir.

Patojen bakteri inokulasyonundan 4 gün sonra her tekerrürde yer alan çiçek demetleri, tek tek hastalık açısından gözlenerek, her tekerrürdeki ortalama % hastalık şiddeti ve % etkinlik değerleri saptanmıştır (Özaktan ve Türküsay, 1996). Elde edilen bu veriler JUMP 5.0.1 istatistik programında analize tabi tutulmuştur.



Şekil 3.1. Laboratuvar koşullarında yer alan uygulamalar

3.3.2. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçeklerinde fitotoksik etkisinin test edilmesi

Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerindeki fitotoksik etkisinin test edilmesinde yer alan uygulamalar şekil 3.1’de verilmiştir. Bu amaçla 10^9 hücre/ml konsantrasyondaki biyolojik mücadele etmenleri, çiçek demetlerine püskürtülmüştür (Şekil 3.2). Bu uygulama, üzerlerine sadece steril su püskürtülen çiçek demetlerindeki gelişme ile mukayese edilerek değerlendirilmiştir. Çiçekler üzerinde herhangi bir sararma deformasyon ya da nekrotik doku oluşumu fitotoksik açıdan pozitif olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 1-5 skalası kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçeklerinde fitotoksik etkisini değerlendirme skalası

Skala değeri	Fitotoksik etkinin tanımı
1	Çiçekler üzerinde herhangi bir solgunluk, leke ve deformasyon yok
2	Çiçekler üzerinde ortalama %25 solgunluk, leke ve deformasyon var
3	Çiçekler üzerinde ortalama %50 solgunluk, leke ve deformasyon var
4	Çiçekler üzerinde ortalama %75 solgunluk, leke ve deformasyon var
5	Çiçekler üzerinde ortalama %100 solgunluk, leke ve deformasyon var

Deneme; laboratuvar ortamında, tesadüf parselleri deneme deseninde 4 uygulama ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrür 3 çiçek sürgünü olacak şekilde düzenlenmiştir.

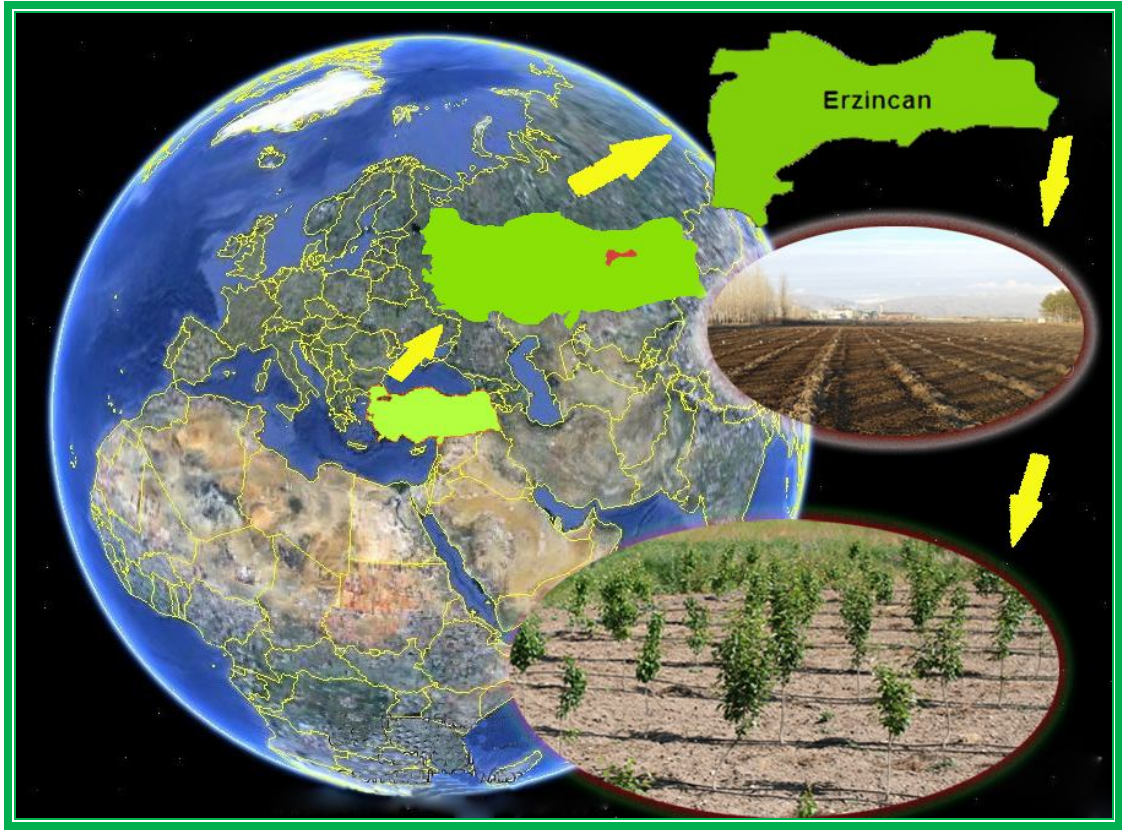


Şekil 3.2. Çiçek uygulamaları

3.4. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanının özellikleri

3.4.1. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü deneme alanı hakkında genel bilgiler

Denemenin yürütüldüğü Erzincan İli Doğu Anadolu Bölgesinin Kuzey Batı bölümünde yukarı Fırat Havzası'nda 39° 02'- 40° 05' kuzey enlemleri ile 38° 16'- 40° 45' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Erzinçan İli'nin coğrafi konumu

Erzinçan doğuda Erzurum, batıda Sivas, güneyde Tunceli, güneydoğuda Bingöl, güneybatıda Elazığ, Malatya, kuzeyde Gümüşhane, Bayburt ve kuzeybatıda Giresun illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 11.903 km² olup il merkezinin denizden yüksekliği 1185 metredir.

3.4.2. Deneme alanının toprak ve iklim özellikleri

Deneme, Erzinçan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait arazi içerisinde, deniz seviyesinden yüksekliği 1178 metre ve koordinatları 39° 28'99' doğu boylamı ile 39° 43'69''kuzey enlemindeki deneme parselinde kurulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Deneme alanından bir görünüm

3.4.3. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

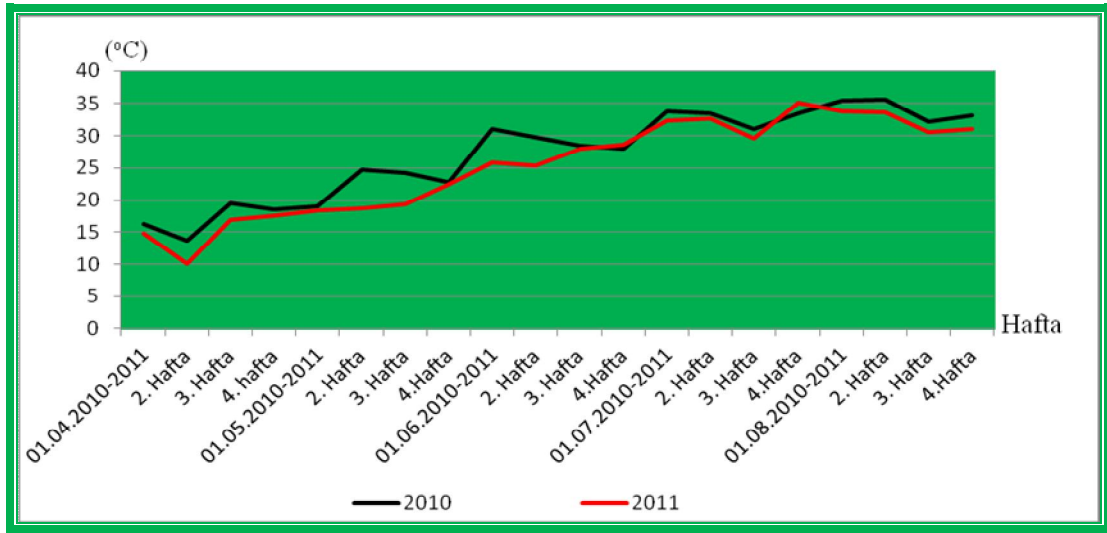
Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü uygulama alanı içerisinde yer alan deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda deneme alanının toprak pH'sı alkalın, organik madde içeriğı bakımından ise orta sınıfına girmektedir. Kireç içeriğı yönünden çok fazla kireçli, K ve Ca içeriğı bakımından zengin, Mg yeter ve fazla, P bakımından yetersiz, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriğı yönünden yeterli sınıfına girmektedir (Gürsoy 2011).

3.4.4. Deneme alanına ait iklim verileri

Deneme alanına ait iklim verileri (sıcaklık, nem, yağış) bu alana 2 km mesafede kurulu bulunan metos cihazından alınmıştır.

3.4.4.a. Sıcaklık verileri

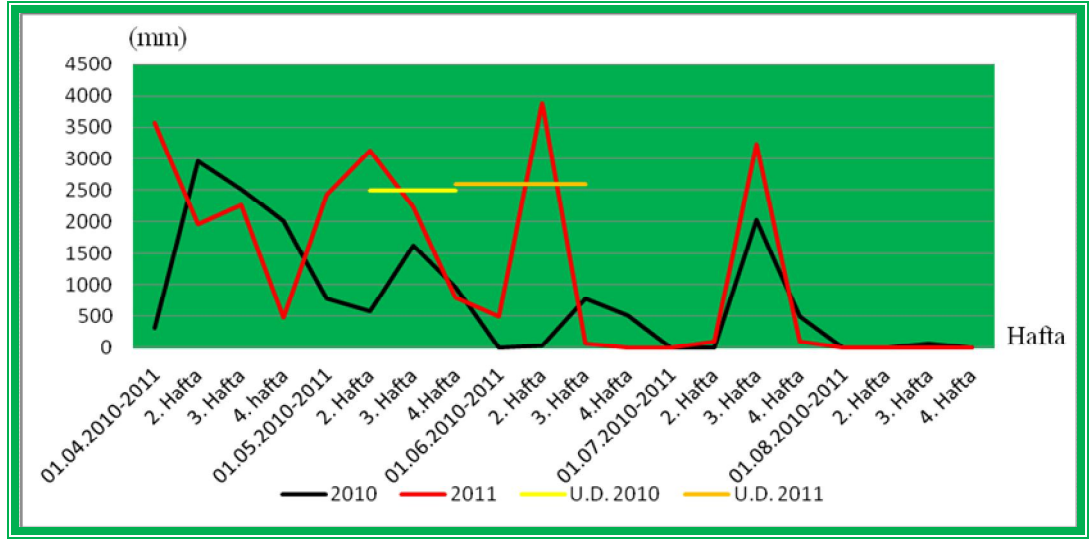
Erzincan İli iklim özellikleri ile bölge illeri arasında mikro klima özelliği taşımaktadır. İlimiz bu iklim yapısı ile tarım ürünleri çeşitliliği bakımından öne çıkmaktadır. İn vivo uygulamaları rüzgârsız, serin havada (sıcaklığın 18–22°C) olduğu zamanlarda yapılmıştır. Deneme alanında 2010 ve 2011 yılı vejetasyon dönemine ait sıcaklık verileri şekil 3,5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Deneme alanında 2010 ve 2011 yılı vejetasyon döneminde oluşan haftalık sıcaklık ortalamaları

3.4.4.b. Yağış

Erzincan İli'nde yağışın aylara dağılımı oldukça düzensizdir. Ayrıca, bu yağışların %62'lik bir kısmının ilkbahar ve son bahar aylarında düştüğü belirtilmektedir. Denemenin yürütüldüğü alanda vejetasyon dönemine yağış durumu 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla m² ye günlük ortalama 102 mm ve 162 mm olarak gerçekleşmiştir. 2010 ve 2011 yılı vejetasyon dönemi yağışları şekil 3.6'da verilmiştir.



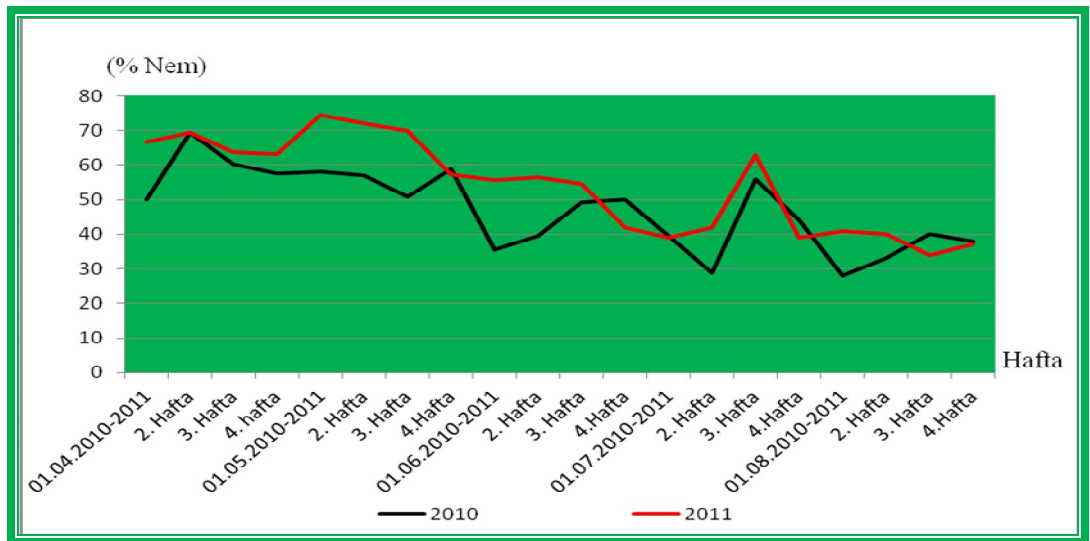
Şekil 3.6. Deneme alanında 2010 ve 2011 vejetasyon döneminde oluşan haftalık yağış tablosu

* U.D 2010 Yılında Sprey Uygulamalarının yapıldığı aralık

**U.D 2011 Yılında Sprey Uygulamalarının yapıldığı aralık

3.4.4.c. Nem

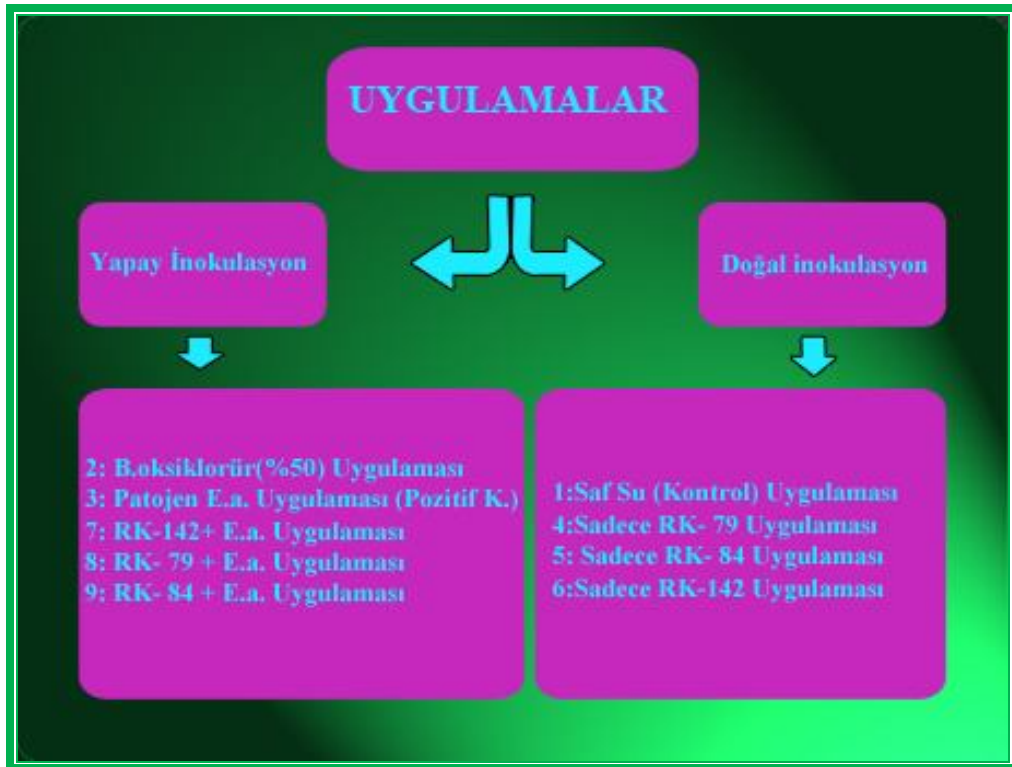
Deneme alanında oluşan nem durumu yıllar itibariyle şekil 3,7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Deneme alanında 2010 ve 2011 vejetasyon döneminde oluşan haftalık nem tablosu

3.5. Arazi koşullarında yürütülen çalışmalar

Biyolojik mücadele etmenlerinin arazi koşullarında hastalığa karşı etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar doğal inokulasyonlar ve yapay inokulasyonlar olarak iki kısımda sürdürülmüştür (Şekil 3.8). Doğal inokulasyon çalışmaları, fidanlar üzerine sadece biyolojik mücadele etmenleri spreylenecek hastalıkla bulaşık deneme alanında inkübasyona bırakılmış ve hastalık etmeni *E. amylovora*'ya karşı reaksiyonu incelenmiştir. Yapay inokulasyon çalışmalarında ise önce biyolojik mücadele etmenleri fidanlara spreylenecek akabinde belli bir inkübasyon süresi sonunda sürgün uç dokusunda açılan yaradan ateş yanıklığı etmeni *E. amylovora* bakterisinin bitki dokusuna yapay olarak enjekte edilmesiyle meydana gelen reaksiyon incelenmiştir.



Şekil 3.8. Arazi koşullarında yeralan uygulamalar

3.5.1. Doğal inokulasyon uygulaması

Çalışmalara ilkbaharda fidanların tam olarak yapraklandığı dönemde başlanmıştır. Bu dönemde, biyolojik mücadele etmenlerinin 10^9 hücre/ml konsantrasyonunda hazırlanan solüsyonları, fidanların toprak üstü aksamının tamamına sprey edilmiştir. Uygulama 10 gün sonra tekrar edilmiş ve hastalık etmeniyle bulaşık deneme alanında inkübasyona bırakılmıştır. Doğal inokulasyon uygulamaları şekil 3.8’de olarak yer almıştır. Bu uygulama, üzerlerine sadece steril su püskürtülen fidanlar ile mukayese edilerek değerlendirilmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 4 uygulama ve 3 tekerrürlü; her tekerrürde de 2 fidan olacak şekilde, 1,5 m x 2,5 m olarak kurulmuştur. Çalışma Santa-Maria armut çeşidinde, 3 yaşlı fidanlar üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.4).

Deneme alanında 2010 yılı sonunda hastalıklı dallar ana gövdeden kesilerek uzaklaştırılmıştır. Doğal inokulasyonlar fidanlar üzerinde ateş yanıklığının tipik belirtisi olan sürgün ucundan geriye doğru kurumaların görüldüğü fidanlarda hastalığın varlığı pozitif olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede çizelge 3.2’de verilen 1-5 skalası kullanılmıştır (Şahin 1997).

Çizelge 3.2. Doğal inokulasyonlarda fidanlar üzerinde ateş yanıklığını değerlendirme skalası

Skala Değeri	Fidanlardaki belirtilerin tanımı
1	Bitkide hastalığın herhangi bir simptomu yok
2	Bitkide bir iki yaprakta birkaç leke var
3	Yapraktaki lekeler bir araya gelerek ölü alanlar oluşturmuştur.
4	Çok sayıda lekenin bir yaprakte bulunması sonucu yaprak ölmüştür
5	Bitki tamamıyla ölmüştür.

3.5.2. Yapay inokulasyon uygulamaları

Çalışmalara ilkbaharda fidanların tam olarak yapraklandığı dönemde başlanmıştır. Bu dönemde, biyolojik mücadele etmenlerinin 10^9 hücre/ml konsantrasyonunda hazırlanan solüsyonları, fidanların toprak üstü aksamının tamamına sprey edilmiştir. Biyolojik mücadele etmenleri 2010 yılında 10 gün ara ile 2 kez uygulanmıştır. Çalışmada 2010 yılı rapor dönemi sonunda biyolojik mücadele etmenlerindeki uygulama sayısının artırılması ile etkinliğinin dahada artırılabilceği kanısı oluşmuş, bunun üzerine 2011 yılında biyolojik mücadele etmenleri 10 gün ara ile 3 kez uygulanmıştır. Uygulamalar plastik spreyleme aletleri ile tüm aksamı kapsayacak şekilde yapılmıştır. Biyolojik mücadele etmenlerinin uygulamasını takiben 48 saat sonra, fidanların dört farklı yönünden seçilen dört sürgünün tepe noktasına steril iğne ile açılan yaralardan, 10^6 hücre/ml konsantrasyonundaki 100 µl patojen bakteri inokulumu enjekte edilmiştir. Patojen bakteri inokule edilen sürgünlerde 3 günde bir lezyon uzunluğu ölçülerek kaydedilmiş bu işlemlere 8 hafta devam edilmiştir ve son ölçümde (20. Ölçüm) sürgün uzunlukları alınmış ve her ölçümdeki lezyon uzunlukları toplam sürgün boyuna oranlanarak her ölçüm için sürgünlerdeki % kuruma oranları bulunmuştur. Ölçümler kendi arasında istatistikî analize tabi tutulmuştur.

Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 5 uygulama ve 3 tekerrürlü; her tekerrürde de 2 fidan olacak şekilde, 1,5 m x 2,5 m olarak kurulmuştur. Çalışma Santa-Maria armut çeşidinde, 3 yaşlı fidanlar üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.4).

İstatistikî analizlerde JUMP 5.0.1 programı kullanılmıştır. Yapay inokulasyon uygulamaları şekil 3.8’de yer almıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Laboratuvar koşullarında çiçek demetleri üzerinde yürütülen çalışmalar

4.1.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçeklenme döneminde *E. amylovora*'ya karşı etkisinin test edilmesi

E. amylovora'ya karşı laboratuvar koşullarında, 3 adet biyokontrol bakteri izolatu kullanılarak yürütülen çalışmalarda armut çiçeklerindeki hastalık şiddeti çizelge 4.12'de ve uygulamaların etkinliği ise 4.2'de verilmiştir. En yüksek hastalık şiddeti (+) kontrolde %76,25 olurken, en düşük hastalık şiddeti %11,79'la %50 Bakır Oksiklorür'de görülmüştür. Uygulamalarda kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinde hastalık şiddeti *P. putida* RK-142'da %32,63, *P. agglomerans* RK-84' de %38,90 olmuştur. *P. agglomerans* RK-79' da hastalık şiddeti %67,51 olmuş ve (+) kontrolle aynı grupta yer almıştır. Çalışmada yer alan uygulamalarda meydana gelen değişim, 1.gün (Şekil 4.1) ile 4. günün sonundaki hastalık şiddeti ile karşılaştırıldığında meydana gelen fark (Şekil 4.2) açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.1. Çiçek uygulamalarında görülen (%) hastalık şiddeti

Uygulamalar	Hastalık şiddeti (%)*
<i>E. amylovora</i> (+Kontrol)	76,25 a
<i>P. agglomerans</i> RK-79 + <i>E. amylovora</i>	67,51 ab
<i>P. agglomerans</i> RK-84 + <i>E. amylovora</i>	38,90 bc
<i>P. putida</i> RK-142 + <i>E. amylovora</i>	32,63 c
%50 Bakır Oksiklorür	11,79 d
LSD	25,55

*: P<0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Çizelge 4.2. Çiçek uygulamalarındaki etkinlik (%)

Uygulamalar	(%) Etki*
%50 Bakır Oksiklorür	84,5a
<i>P. putida</i> RK-142+ <i>E. amylovora</i>	57,2ab
<i>P. agglomerans</i> RK-84+ <i>E. amylovora</i>	48,9b
<i>P. agglomerans</i> RK-79+ <i>E. amylovora</i>	14,4c
LSD	35,51

*: $P < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.1. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde laboratuvar koşullarında patojene karşı etkisinin test edilmesi 1. gün (Bioajan + *Erwinia amylovora*)



Şekil 4.2. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde laboratuvar koşullarında patojene karşı etkisinin test edilmesi 4. gün (Bioajan + *Erwinia amylovora*)

Çalışmada en yüksek etki aday izolatlarımızdan %57,2 ile *P. putida* RK-142 izolatında olmuş, bunu %48,9 ile *P. agglomerans* RK-84 izolatı takip etmiştir. En düşük etki ise *P. agglomerans* RK-79 izolatında %14,4 olmuştur.

Çalışmamızda %50 Bakır oksiklorür uygulamasında %84,5 gibi bir etki görülmesine rağmen; armut ağaçlarına çiçeklenme döneminde uygulanan bakırlı preparatların çiçek ve meyvelere fitotoksik etkisinin yanı sıra, dayanıklılık sorununa da neden olduğu ve bunlardan dolayı kullanımının kısıtlı olduğu belirtilmektedir (Özaktan vd 2001).

Ateş yanıklığının ilk enfeksiyonları armutlarda çiçeklenme döneminde başlamakta ve bundan dolayı, çiçeklenme döneminde yapılacak biyolojik mücadele uygulamaları çiçek enfeksiyonlarının önlenmesinde önemli olmaktadır (Stockwell *et al.* 1996; Özaktan vd 2001). Biyolojik mücadelede kullanılan bakteriler çiçeklenme başlangıcında elma ve armut çiçeklerine uygulandığında hızla çoğalarak patojeni enfeksiyon yerinde baskılayabilmektedir (Johnson *et al.* 1993; Kearns and Hale 1993). Bundan dolayı biyolojik mücadele etmenlerinin, *E. amylovora*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas syringae* gibi patojenlere etkili olabilmesi için bu etmenlerin; epifitik popülasyonunun

ve rekabetin düşük olduğu erken çiçeklenme döneminde uygulanması önerilmektedir (Stockwell *et al.* 1999).

Yapılan çalışmalar *P. agglomerans*'ın epifitik bir bakteri olduğunu, epifitik bakterilerin etki mekanizmasının, in vitro koşullarda antibiyotik üretiminden ziyade, bitki dokusunda besinler ve yer açısından rekabet oluşturduğu bildirilmektedir (Vanneste *et al.* 1990). *P. putida* ve *P. fluorescens* gibi biyolojik mücadelede kullanılan bakterilerin biyokontrol etkisinin ise ürettikleri sideroforlar nedeniyle rizosferdeki Fe^{+3} 'i tutarak zararlı patojenlerin demir alımını engelleyerek patojenleri baskı altında tuttukları bildirilmiştir (Bakker *et al.* 1986).

Dikili ve Bucak'ta 1999 yılında yapılan biyofarmulasyon çalışmalarında; uygulamalarda kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinin deneme alanında armut çiçeklerinde hastalık şiddetini (+) kontrol'e göre %34,26 - %76,25 oranında engellediği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan Eh-24 nolu *P. agglomerans* biyofarmulasyonunun sırasıyla, çiçek enfeksiyonunu %63,16 ve %76,25 oranında engellemeyi başaran en etkili uygulama olduğu bildirilmiştir (Özaktan vd 2001). Konuyla ilgili olarak ateş yanıklığının çiçek enfeksiyonlarına karşı biyolojik mücadele etmenlerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada C5 izolatı %60,56 ve C7 izolatı ise %51,85 oranında hastalığı önlerken streptomisin %79,85 etki sağladığı belirlenmiştir (Çınar *et al.* 1998). *Bacillus subtilis*'in ateş yanıklığına karşı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; 2005 ve 2006 yıllarındaki deneylerde Serenade ilacının (Biyofungusit, litrede 2,5–3,5 gr *B. subtilis* içeren) hastalığı %62-68 oranında azalttığı tesbit edilmiştir (Biondi *et al.* 2007). Çiçekler üzerinde *Erwinia amylovora* ya karşı antagonist etki gösteren izolatları belirlemek ve ateş yanıklığı hastalığında bunların performanslarını ortaya koymak için yapılan bir çalışmada; çiçeklerden izole edilen bakteri strainlerinden bazılarının hastalığın kontrolünde kullanılan biyokontrol ajanı *P. flourescens* A506 dan daha iyi veya da benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Mercier and Lindow 2001). Yapılan bir diğer çalışmada meyve bahçelerinde *P. flourescens* A506 ve Eh C9–1 gibi biyolojik mücadele etmenlerinin birden fazla uygulanması ile çiçek enfeksiyonlarının %60–70 oranında azaldığı bildirilmektedir (Nucllo *et al.* 1998). Çalışmada elde ettiğimiz bu

sonuçlar literatür çalışmalarında elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında benzer olduğu görülmektedir.

4.1.2. Biyolojik mücadele etmenlerinin armut çiçekleri üzerinde fitotoksik etkisinin test edilmesi

Biyolojik mücadele etmenlerinin, çiçekler üzerine olumsuz bir etkisinin olup olmadığını izlemek amacıyla, 3 farklı biyolojik mücadele etmeni bakteri 10^9 hücre/ml konsantrasyonda ayrı ayrı çiçek demetleri üzerine sprey edilmiş ve 4 gün inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 4.3). Fitotoksik etkinin değerlendirmesinde 1-5 skalası kullanılmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirmede biyolojik mücadele etmenlerinin fidanlar üzerindeki fitotoksik etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3). Yapılan değerlendirmede 4 günlük inkübasyon periyodu sonunda biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde olumsuz bir etkisi görülmemiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.3. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçekler üzerinde oluşturduğu fitotoksisite etkisi

Uygulamalar	Fitotoksik etki (1-5 skalası) ^{ns}
Saf su (Kontrol)	1
<i>P. agglomerans</i> RK-79	1
<i>P. agglomerans</i> RK-84	1
<i>P. putida</i> RK-142	1

*: $P < 0,01$ düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz

Literatür çalışmalarında biyolojik mücadele etmenlerinin bitkilerde fitotoksik etkisi olduğuna bildiren kayıtlara rastlanmamıştır. Fakat bakırlı preparatların çiçeklenme periyodunda kullanıldığında fitotoksik etki yaptığı bildirilmektedir (Benlioğlu ve Özakman 1992).



Şekil 4.3. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçek üzerindeki fitotoksik etkisinin laboratuvar koşullarında test edilmesi (1. gün)



Şekil 4.4. Biyolojik mücadele etmenlerinin çiçek üzerindeki fitotoksik etkisinin laboratuvar koşullarında test edilmesi (4. gün)

4.2. Arazi koşullarında yürütülen çalışmalar

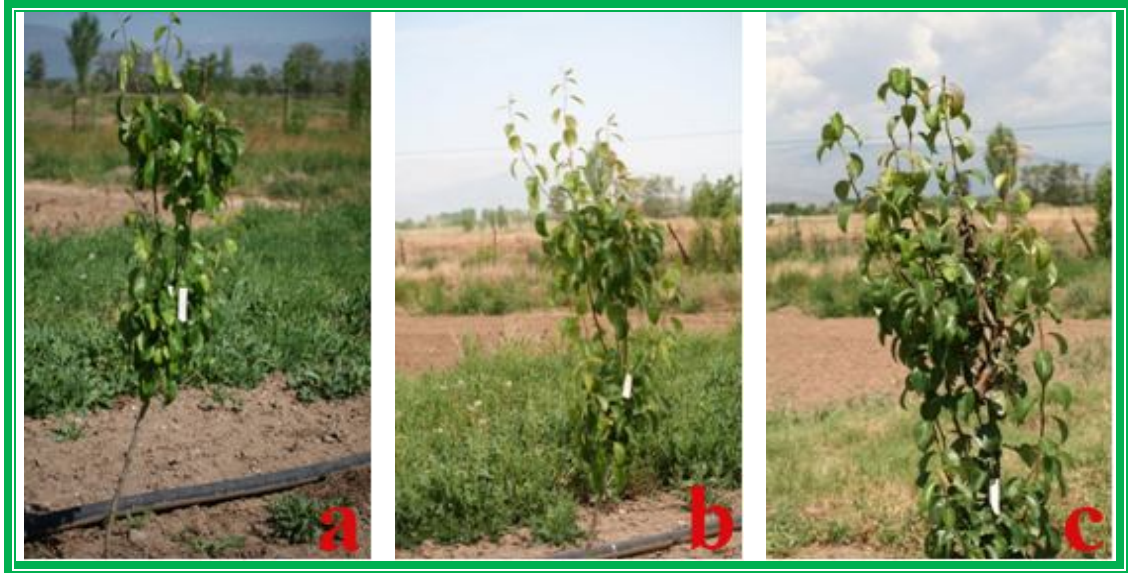
4.2.1. Doğal inokulasyon çalışmaları

Koruyucu etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla çalışmada 2010 yılında sadece saf su uygulaması yapılan şahit üzerinde (negatif kontrol) hastalık belirtileri meydana gelmiştir (Şekil 4.5). Çalışmada 2010 yılında kontrol üzerinde meydana gelen hastalık şiddeti biyolojik mücadele etmenleri ile istatistiki olarak karşılaştırıldığında önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Fakat sadece biyolojik mücadele etmenlerinin (*P. agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142) sprey edildiği fidanlarda hastalık belirtilerinin oluşmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.6, 4.7, 4.8). Bu çalışmada biyolojik mücadele etmenlerinin koruyucu uygulamalarının, doğal inokulasyonlara karşı çalışma yılı süresince, fidanlarda %100 koruma sağladığı gözlenmiştir.

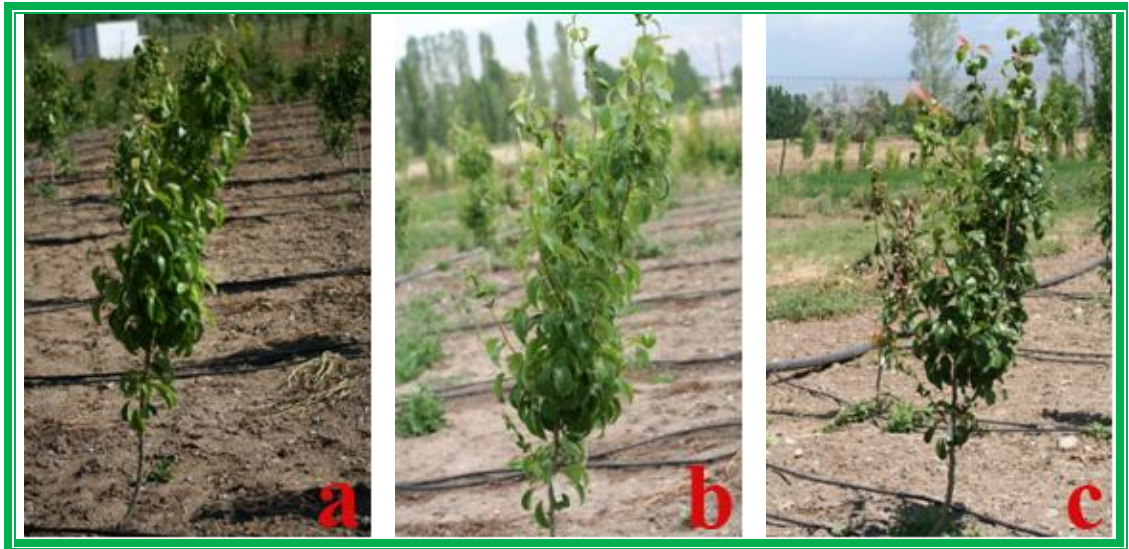
Çizelge 4.4. Doğal inokulasyonlarda fidanlarda meydana gelen hastalık şiddeti (2010)

Uygulamalar	Hastalık şiddeti skala değeri (1-5) *
Saf su kontrol	2,16a
<i>P. agglomerans</i> RK-79	1,00b
<i>P. agglomerans</i> RK-84	1,00b
<i>P. putida</i> RK-142	1,00b
LSD	0,81

*: $P < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.5. Doğal inokulasyon uygulamalarında saf su uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı)



Şekil 4.6. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* strain RK-79 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı)



Şekil 4.7. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* strain RK-84 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı)



Şekil 4.8. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pseudomonas putida* strain RK-142 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) durumu (2010 yılı)

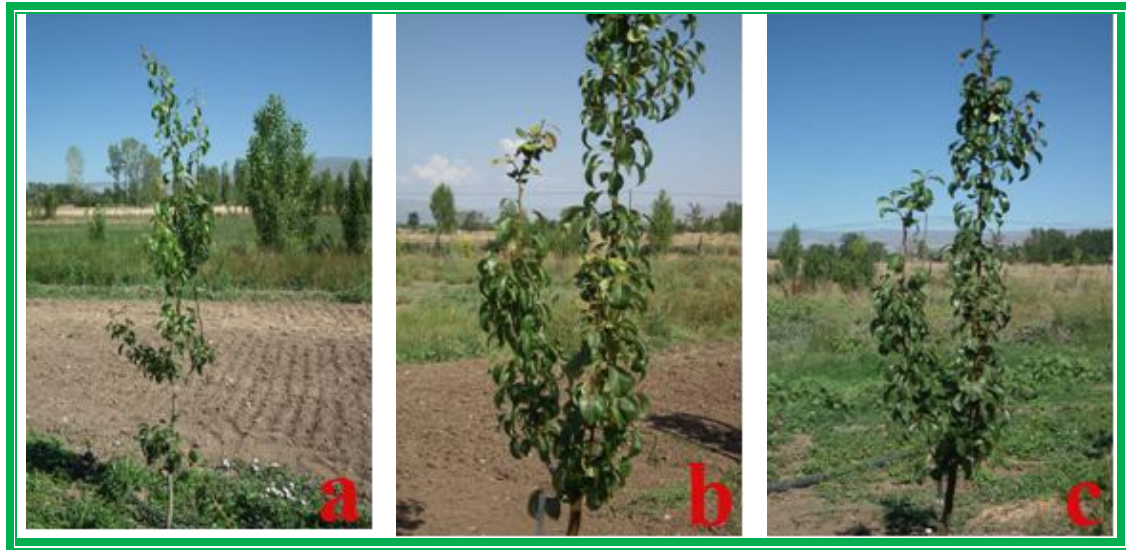
Çalışmada 2011 yılında ise hem saf su uygulaması yapılan şahit (negatif kontrol) fidanlarda (Şekil 4.9), hem de biyolojik mücadele etmenlerinin koruyucu olarak spreylendiği fidanlarda hastalık oluşmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.10, 4.11, 4.12).

Yapılan istatistiki değerlendirmelerde uygulamalar arasında herhangi fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Doğal inokulasyonlarda fidanlarda meydana gelen hastalık şiddeti (2011)

Uygulamalar	Hastalık şiddeti skala değeri ^{ns}
Saf su kontrol	1
<i>P. agglomerans</i> RK-79	1
<i>P. agglomerans</i> RK-84	1
<i>P. putida</i> RK-142	1

*: $P < 0,01$ düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz



Şekil 4.9. Doğal inokulasyon uygulamalarında Saf su uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı)



Şekil 4.10. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* strain RK-79 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı)



Şekil 4.11. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* strain RK-84 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı)



Şekil 4.12. Doğal inokulasyon uygulamalarında *Pseudomonas putida* strain RK-142 uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) durumu (2011 yılı)

Ateş yanıklığında çiçek enfeksiyonları önemli olmaktadır (Benlioğlu ve Özakman 1992). Deneme alanındaki fidanlar 3 yaşında olması nedeniyle fidanlarda çiçeklenme söz konusu olmamış ve fidanlar çiçek enfeksiyonlarının etkisine maruz kalmamıştır. Ayrıca deneme sahasında bulunan inokulum kaynakları 2010 yılı sonbaharında kesilerek uzaklaştırılmıştır. Bu nedenle hastalığın primer inokulum kaynakları ortadan kaldırılmıştır. Ateş yanıklığı ile bulaşık olan deneme alanında sekonder enfeksiyonlara karşı hastalık bulaşmadan önce koruyucu amaçlı yapılan bioajan spreylemeleri sonucu, fidanlarda 2 yıl süresince hastalığın görülmemesi yapılan bu çalışmalarla paralellik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda patojenden önce spreyleme yapılan biyolojik mücadele etmenlerinin streptomisine eş değer hatta daha fazla ateş yanıklığı gelişimini engellediği bildirilmektedir (Hickey and Van Der Zwett, 1996). Yine konuyla ilgili başka bir çalışmada ABD de *E. amylovora*'ya karşı uygulanan *P. flourescens* A506 straininden elde edilen Blight Ban'ın erken uyarı sistemi ile enfeksiyon başlamadan kullanıldığında çok etkili olduğu bildirilmiştir (Smith, 2001).

4.2.2. Yapay inokulasyon çalışmaları

Biyolojik mücadele etmenlerinin arazi koşullarında sürgün denemeleriyle patojene karşı etkilerinin izlenmesi amacı ile yapılan çalışmalarda; 2010 ve 2011 yıllarında 3 biyolojik mücadele etmeni bakteri izolatu kullanılmıştır. Bu uygulamaya ait elde edilen 2 yıllık sonuçlar çizelge 4.6 ve 4.7 'de verilmiştir.

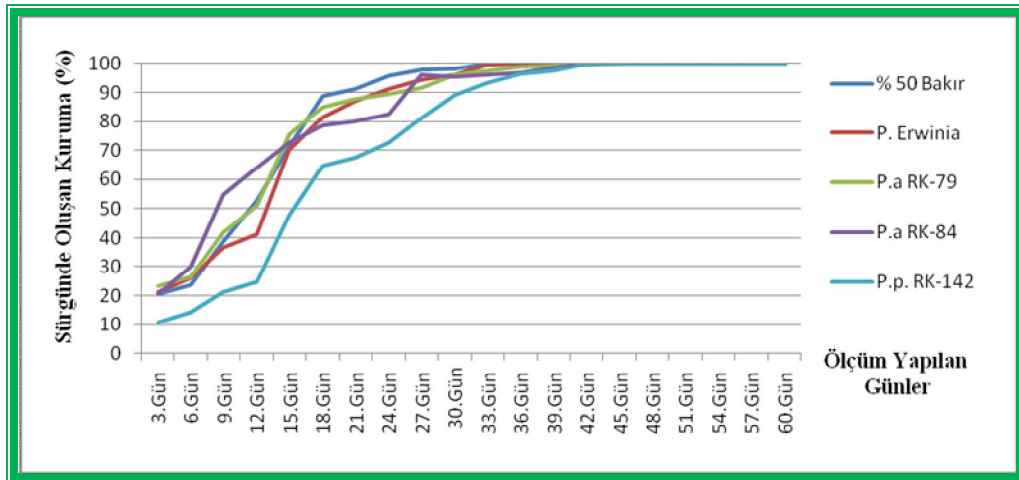
Deneme alanında 2010 yılında yapılan çalışmada; kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinden *P. putida* RK-142 uygulamasının, patojenin inokulasyonundan sonraki 12. güne kadar diğer uygulamalara göre etkili olduğu, yapılan istatistikî analiz sonucu farklı grupta yer aldığı görülmektedir. Ancak 15. günden sonra yapılan ölçümlerde *P. putida* RK-142 uygulaması ile diğer biyolojik mücadele ve Bakır oksiklorür uygulamalarının hastalığın gelişimi üzerine istatistikî olarak bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada 3., 6. ve 9. günlerdeki ölçümlere yapılan istatistiki analiz sonucu; *P. putida* RK-142 uygulamasının, diğer uygulamalara göre farklı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonucunda 12. günde ölçümlerde ise yine *P. putida* RK-142 uygulaması ilk grupta yer alırken, kontrol ile %50 Bakır oksiklorür uygulaması 2. grupta ve *P. agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-84 3. grupta yer aldığı görülmüştür. Çalışmada 3., 6. ve 9.gün ölçümlerinde hastalık şiddetinde kontrole göre, *P. agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-84 ve %50 Bakır oksiklorür uygulamalarında düşüş olmasına rağmen yapılan istatistiki analiz sonucu bu düşüşün önemli olmadığı ve bu yüzden aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. 2010 Yılında yapılan uygulamaların, periyodik ölçüm yapılan günlerde sürgünlerde oluşan hastalık lezyonları üzerine etkisi

	Ölçüm yapılan günler ve meydana gelen lezyon uzunluk değerleri (cm)									
Uygulamalar	3. Gün*	6. Gün*	9. Gün*	12. Gün*	15. Gün ^{ns}	18. Gün ^{ns}	24. Gün ^{ns}	36. Gün ^{ns}	48. Gün ^{ns}	60. Gün ^{ns}
Ea (+ Kontrol)	7,1b	8,3b	12,4ab	13,9ab	27,0	33,3	34,0	34,4	34,7	34,7
Ea+%50 Bakır	6,8b	7,6ab	11,7ab	16,9b	23,4	29,7	36,1	36,4	36,9	36,9
Ea+RK-79	6,7b	7,8ab	15,0ab	19,3bc	25,4	30,8	35,2	37,9	38,3	38,3
Ea+RK-84	6,7b	10,2b	20,3b	23,8c	28,2	32,0	33,3	37,6	39,6	39,7
Ea+RK-142	4,1a	4,9a	8,1a	9,71a	20,5	27,7	32,0	44,3	46,9	46,9
LSD	2,14	2,40	5,63	6,38						

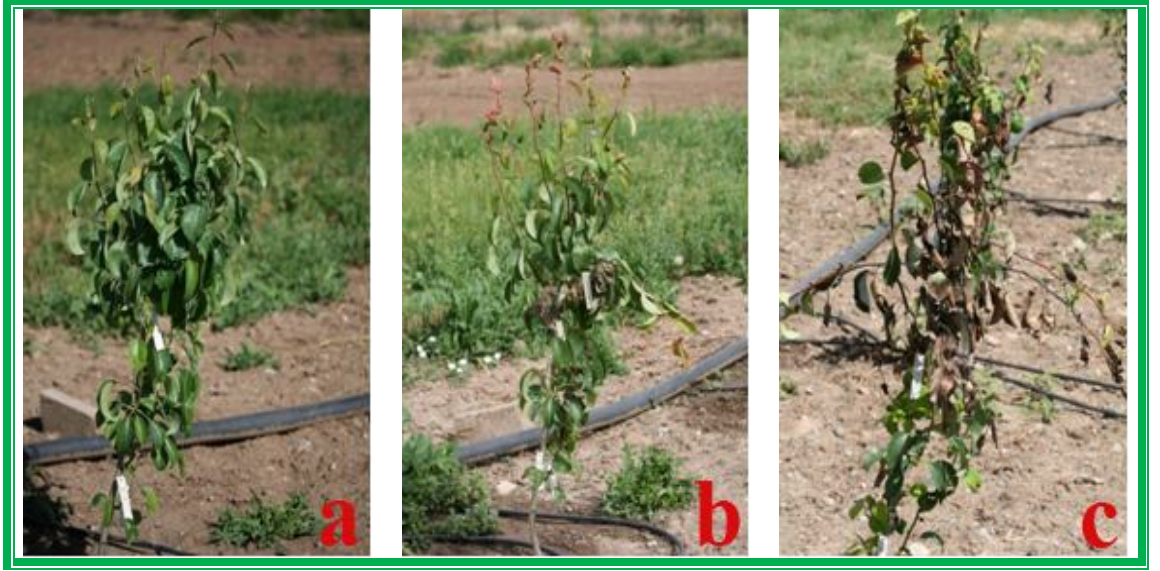
*: $P < 0,01$ düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz

Deneme alanında 2010 yılında *E. amylovora*’nın inokule edildiği bütün uygulamalarda (Kontrol, Bakır oksiklorür (%50), *P. agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-84, *P. putida* RK-142), sürgünler inokulasyondan sonraki 36 gün içerisinde kurumuştur (Şekil 4.13). 2010 yılında uygulamalardaki sürgün kuruma oranları Şekil 4.13’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre kurumanın en yavaş seyrettiği uygulama *P. putida* RK-142 uygulaması olmuştur (Şekil 4.13).

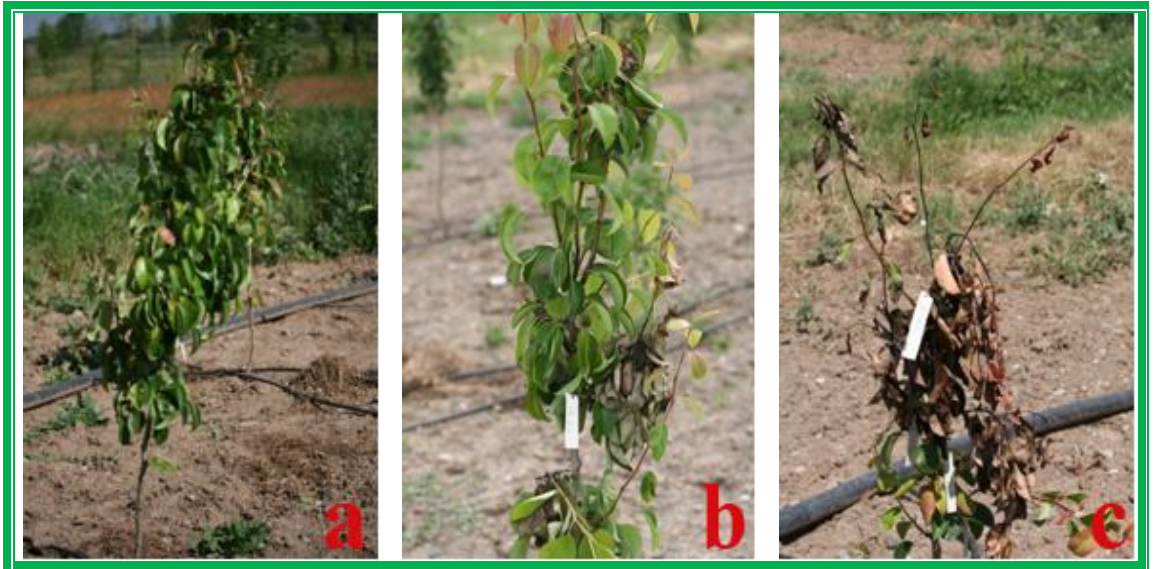


Şekil 4.13. 2010 Yılında biyolojik mücadele etmenlerinin uygulandığı sürgünlerde meydana gelen hastalık gelişiminin seyri

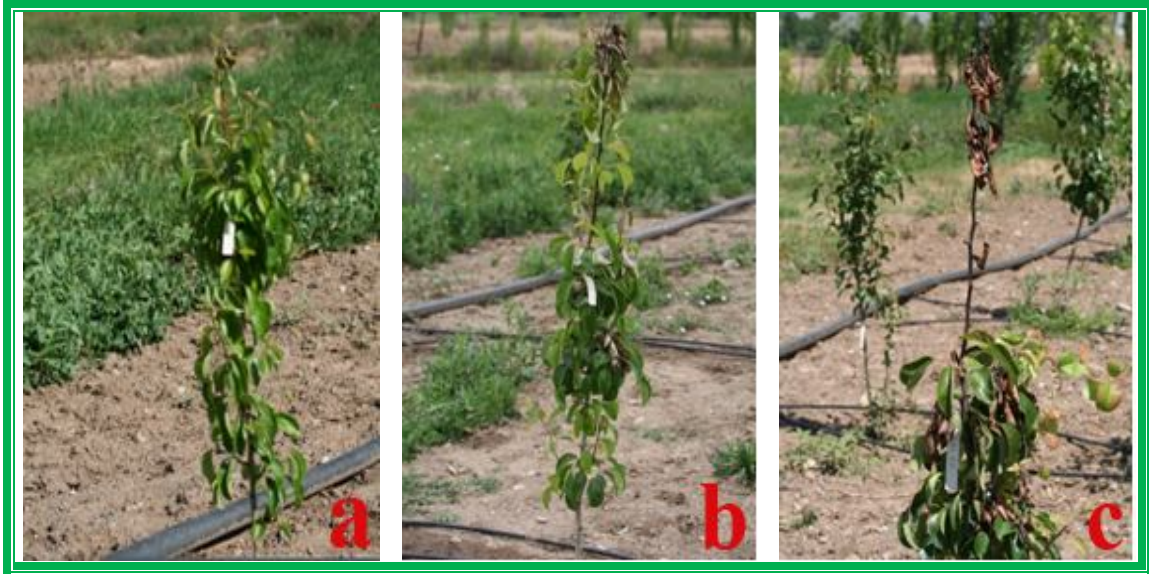
Çalışmanın 2010 yılında fidanlar üzerinde uygulamalarda meydana gelen hastalığın seyri aşağıdaki resimlerde açıkça görülmektedir. (Şekil 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18).



Şekil 4.14. Yapay inokulasyon uygulamalarında %50 Bakır oksiklorür uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)



Şekil 4.15. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Erwinia amylovora* (Kontrol) uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)



Şekil 4.16. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* RK-79 + *Erwinia amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)



Şekil 4.17. Yapay inokulasyon uygulamalarında *P. agglomerans* RK-84 + *E. amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı)



Şekil 4.18. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Pseodomonas putida* RK-142 + *Erwinia amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 12. gün (b) ve 24. gündeki (c) hastalık durumu (2010 yılı).

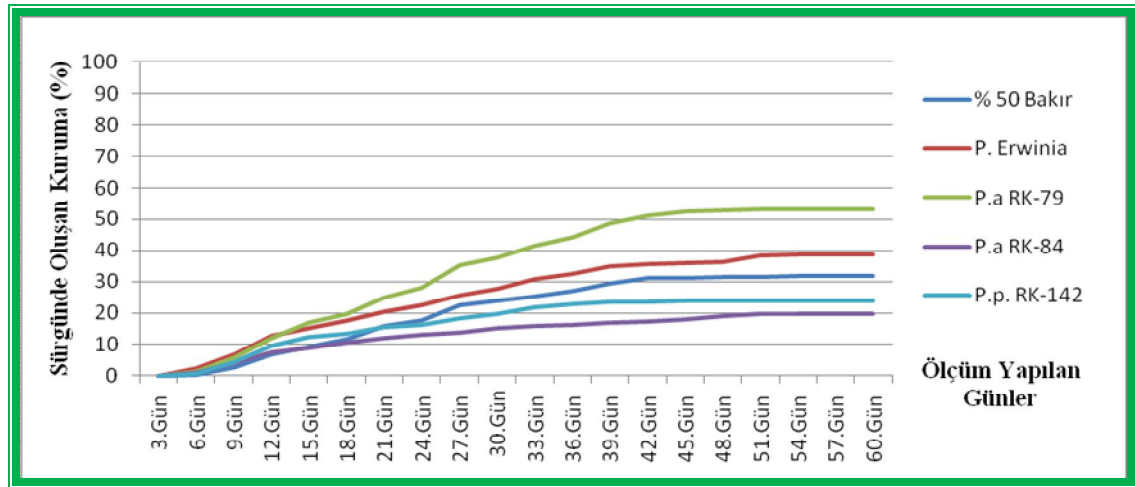
2011 yılında yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; 3. günde sürgünlerde yapılan ölçümler sonucu tüm uygulamalarda hastalığın görülmediği, 24. günden sonra ise tüm uygulamaların hastalığın gelişimi üzerine etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Yapılan istatistikî analiz sonucunda; 6. ve 9. günde %50 Bakır oksiklorür uygulaması diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır. 12. ve 15. günde yapılan ölçümlerde %50 Bakır oksiklorür ve *P. agglomerans* RK-84 uygulaması ilk grupta yer alırken, 18. gün ölçümlerinde sadece *P. agglomerans* RK-84 uygulaması yapılan istatistikî analiz sonucu ilk grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çalışmanın 6.ve 9. gün ölçümlerinde hastalık şiddetinde kontrole göre, *P. agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142 uygulamalarında düşüş olmasına rağmen yapılan istatistikî analiz sonucu bu düşüşün önemli olmadığı ve bu yüzden aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. 15. ve 18. gün ölçümlerinde hastalık şiddetinde kontrole göre, RK-79, uygulamasında artış olmasına rağmen yapılan istatistikî analiz sonucu bu artışın önemli olmadığı ve bu yüzden aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. 2011 yılında yapılan uygulamaların, periyodik ölçüm yapılan günlerde sürgünlerde oluşan hastalık lezyonları üzerine etkisi

	Ölçüm yapılan günler ve meydana gelen lezyon uzunluk değerleri (cm)									
Uygulamalar	3. Gün ^{ns}	6. Gün [*]	9. Gün [*]	12. Gün [*]	15. Gün [*]	18. Gün [*]	24. Gün ^{ns}	36. Gün ^{ns}	48. Gün ^{ns}	60. Gün ^{ns}
Ea (+ Kontrol)	0	2,2b	6,8b	12,8b	15,2b	17,6ab	22,5	32,6	36,4	38,8
Ea+%50 Bakır	0	0,3a	2,8a	6,8a	9,3a	11,7ab	17,7	27,1	31,3	31,8
Ea+RK-79	0	1,7ab	6,3ab	12,2b	16,3b	18,9b	25,6	41,9	52,3	52,8
Ea+RK-84	0	0,9ab	4,2ab	7,7a	8,6a	10,3a	12,9	16,2	18,7	19,6
Ea+RK-142	0	0,7ab	4,3ab	9,7ab	12,2ab	13,6ab	16,3	22,8	23,9	24,0
LSD		0,45	0,56	1,84	2,92	3,44				

*: P<0,01 düzeyinde çok önemli, ns: önemsiz

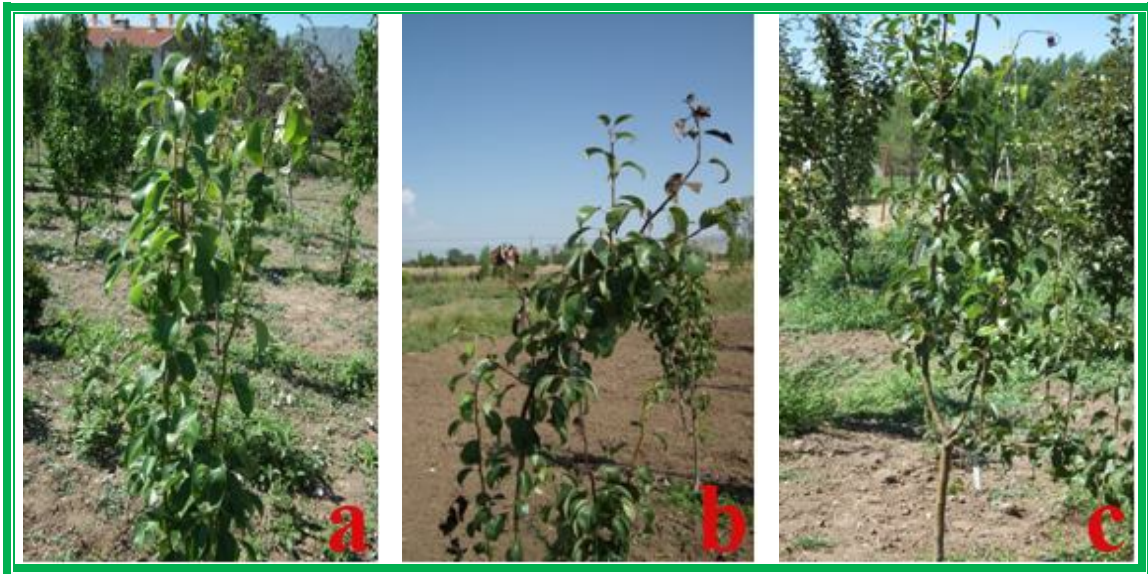
Deneme alanında 2011 yılında *E. amylovora*’nın inokule edildiği sürgünlerdeki en fazla kuruma oranı inokulasyondan sonraki 60. günde (en son ölçüm) en fazla *P. agglomerans* RK-79’da %53 oranında olmuştur (Şekil 4.19). *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142 uygulamalarında ise sürgünlerdeki kuruma oranı sırasıyla %20 ve %25 civarındadır.



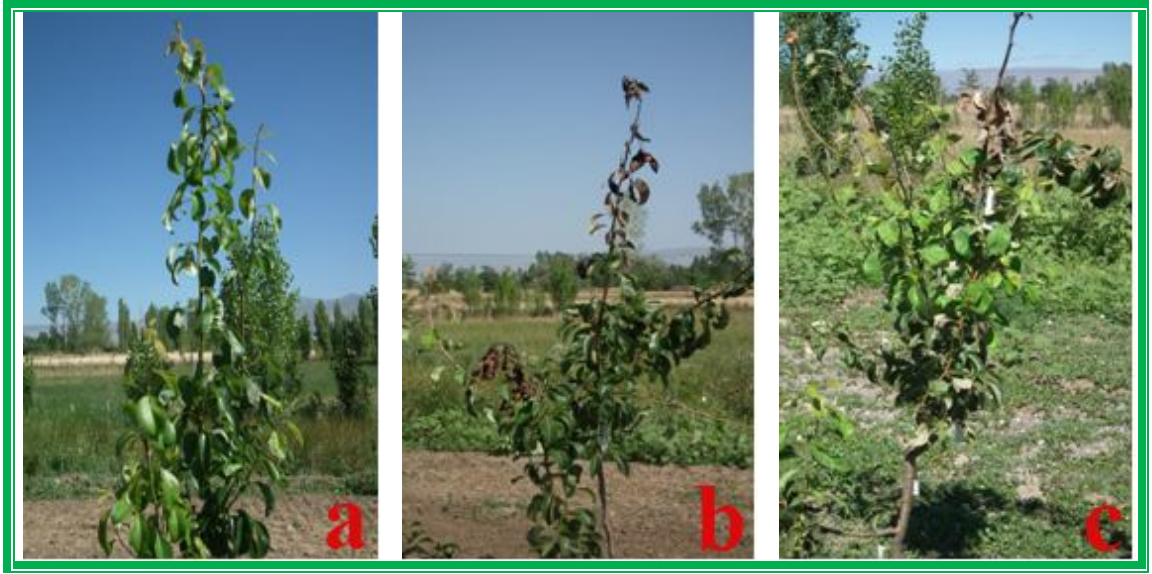
Şekil 4.19. 2011 Yılında biyolojik mücadele etmenlerinin uygulandığı sürgünlerde meydana gelen hastalık gelişiminin seyri

Çalışmanın 2010 yılında *E. amylovora*'nın inokule edildiği sürgünlerde kuruma 36. günde % 100 olurken (Şekil 4.13), 2011 yılında 60. günde en fazla %53 olmuştur (Şekil 4.19). Hava muhalefeti nedeniyle 2011 yılı uygulamalarına (29.05.2011), 2010 yılı uygulamalarından (06.05.2010) daha geç başlanılmıştır. Geçen bu sürede sürgünler daha odunsu yapıya dönüşmüş (pişkinleşmiş) ve yapılan uygulamalardan sonra, hastalık gelişimi için yeterli sıcaklık ve nem değerleri oluşmamıştır. Yapılan değerlendirmede bu durumun 2010 ve 2011 yıllarına ait hastalık şiddetindeki (sürgünlerdeki kurumalar) farklılıkların oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada 2011 yılında fidanlar üzerinde uygulamalarda meydana gelen hastalığın seyri aşağıdaki resimlerde açıkça görülmektedir (Şekil 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24).



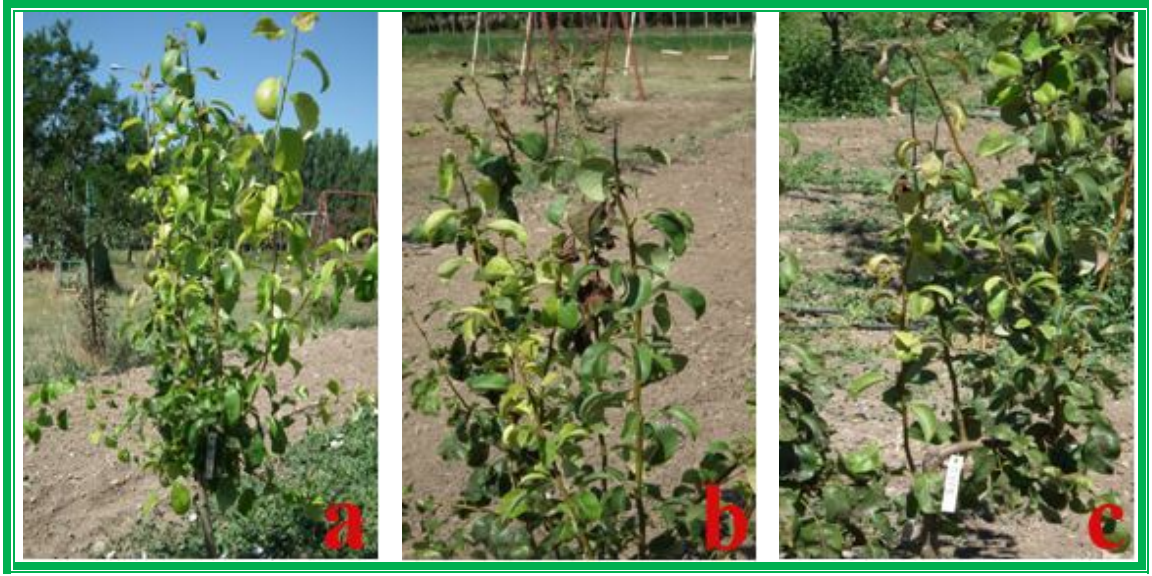
Şekil 4.20. Yapay inokulasyon uygulamalarında %50 Bakır oksiklorür uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)



Şekil 4.21. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Erwinia amylovora* (Kontrol) uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı).



Şekil 4.22. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* RK-79 + *Erwinia amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)



Şekil 4.23. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Pantoea agglomerans* RK-84 + *Erwinia amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)



Şekil 4.24. Yapay inokulasyon uygulamalarında *Pseudomonas putida* RK-142 + *Erwinia amylovora* uygulanan ağaçlardaki 1. gün (a), 30. gün (b) ve 60. gündeki (c) hastalık durumu (2011 yılı)

Çalışmanın 2010 yılı uygulamalarında *E. amylovora*'ya karşı biyolojik mücadele etmenlerinden *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142'nin 2 kez uygulanması ile

hastalık, patojenin inokulasyonundan sonraki 12. güne kadar baskı altına alınmıştır. 2011 yılı çalışmalarında *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142'nin uygulama sayılarının 3'e çıkarılması ile hastalığın baskı altına alınması inokulasyondan sonraki 18. güne kadar uzamıştır. Böylece biyolojik mücadele etmenlerinin 2011 yılında uygulama sayısının bir artırılması ile hastalık şiddetinin seyrinde, 2010 yılı uygulamalarına göre ilave 6 günlük bir hastalık baskılama süresi avantajı sağlanmıştır. Böylece *E. amylovora*'ya karşı kullanılan *P. agglomerans* RK-84 ve *P. putida* RK-142'nin uygulama sayılarının artırılmasının, hastalığın gelişimine olumsuz etkisinin olduğu görülmektedir.

Bu husus patojenin uygulamalarının hemen akabinde antagonist populasyon konsantrasyonunun belli bir süre patojenin gelişmesini sınırlayacak yoğunlukta seyrettiğini ve daha sonra ortamdaki rekabet gücünü kaybederek etkisini yitirdiğini göstermektedir. Yapılan araştırmalar *P. agglomerans*'ın epifitik bir bakteri olduğunu, epifitik bakterilerin etki mekanizmasının, in vitro koşullarda antibiyotik üretiminden ziyade, bitki dokusunda besinler ve yer açısından rekabet oluşturduğu bildirilmektedir (Vanneste *et al.* 1990). Besin kaynakları yönünden rekabette, azotun önemli olduğu; bitkiye verilen organik azot ile antagonistin etkinliğinde azalma meydana geldiği, bu yüzden özellikle *P. agglomerans* izolatlarının armut dokularındaki azotu kullanarak *E. amylovora* 'nın gelişimini engelledikleri öne sürülmüştür (Wodzinski *et al.* 1990). Yapılan çalışmalar *P. putida* ve *P. fluorescens* izolatlarının biyokontrol etkisinin, ürettikleri sideroforlar ile rizosferdeki Fe^{+3} 'i tutmakta ve zararlı patojenlerin demir alımını engelleyerek baskı altında tuttukları bildirilmektedir (Bakker *et al.* 1986).

Yapay inokulasyon çalışmalarında çizelge 4.6 ve 4.7 incelendiğinde biyolojik mücadele etmenlerinin sürgünler üzerinde yıllar itibariyle farklı etkiler gösterdiği ve 2010 yılında *P. putida* RK-142 uygulaması diğer uygulamalara nazaran daha başarılı olurken, 2011 yılında ise *P. agglomerans* RK-84 uygulaması diğer uygulamalara nazaran daha başarılı bulunmuştur. Sundin (2009) yaptığı çalışmada kullandığı bakteriyel antagonistlerin etkinliğinde değişkenliğin %9,1-%36 arasında olduğunu bildirmiş ve sonuçların

uygulamaya aktarılacak durumda olmadığını biyolojik kontrol ajanlarının etkinliğinde değişkenliğin halen yüksek olduğunu belirtmiştir. Ahari *et al.* (2007) ateş yanıklığının biyolojik kontrolü için *P. agglomerans* straini kullandığı çalışmada, armut ağaçlarında ateş yanıklığı belirtileri yönünden ciddi farkların oluştuğunu bildirmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığına neden olan *E. amylovora*'dan kaynaklanan kayıplarının önlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada, kimyasal mücadeleye alternatif olarak hastalığın mücadelesinde ümitvar görülen 3 farklı biyolojik mücadele etmeni bakteri *Pantoea agglomerans* RK-79, *Pantoea agglomerans* RK-84 ve *Pseudomonas putida* RK-142 strainlerinin, laboratuvar koşullarında armut çiçek demetleri üzerinde ve arazi koşullarında armut sürgünleri üzerinde *E. amylovora*'ya karşı etkinlikleri incelenmiştir. Sonuç olarak;

Ateş yanıklığı hastalığına karşı biyolojik mücadele çalışmaları genellikle çiçeklenme dönemi esas alınarak yapılmaktadır. Bu çalışmada ise hem çiçeklenme döneminde, hem de çiçeklenme sonrasında sürgünler üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Böylece biyolojik mücadele etmenlerinin vejetasyon periyodu boyunca hastalığın gelişimine olan etkileri incelenmiştir.

Laboratuvar koşullarında çiçek demetleri üzerinde yapılan uygulamalarda *P. putida* RK-142 strainin ateş yanıklığı hastalığının etkisini kontrole göre %57,2 oranında azalttığı, bunu %48,9 luk bir etki ile *P. agglomerans* RK-84 strainin takip ettiği saptanmıştır. Çalışmada kullanılan *P. agglomerans* RK-79'un ise %14,4'le düşük bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada 2010 ve 2011 yıllarında hastalıkla bulaşık alanda, koruyucu amaçlı yapılan doğal inokulasyon uygulamalarındaki fidanlarda iki yıl süresince hastalık oluşmadığı görülmüştür. Böylece biyolojik mücadele etmenlerinin koruyucu uygulamalarının, yeşil aksamda hastalık gelişimini önlemede de etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Sürgünler üzerinde yapılan yapay inokulasyon uygulamalarının sonuçları değerlendirildiğinde, biyolojik mücadele etmenlerinden *P. putida* RK-142 ve *P. agglomerans* RK-84 strainlerin hastalığın şiddetini azaltmada etkili oldukları ve bu

etkinin biyolojik mücadele etmenlerinin uygulama sayısına bağılı olarak değıştiğı saptanmıştır. Çalışmada 2010 yılında biyolojik mücadele etmenlerinden *P. putida* RK-142 ve *P. agglomerans* RK-84 strainleri 2 kez uygulanmasıyla, inokulasyondan sonraki 12. güne kadar, hastalık şiddetinde bir azaltma meydana gelirken, 2011 yılında yapılan 3 uygulama ile bu sürenin 18 güne çıktığı gözlenmiştir. Böylece biyolojik mücadele etmenlerinin 2011 yılında uygulama sayısının bir artırılması ile hastalık şiddetinin seyrinde, 2010 yılı uygulamalarına göre ilave 6 günlük bir hastalık baskılama süresi avantajı sağlanmıştır.

Yeşil aksam uygulamalarında biyolojik mücadele etmenlerinin hastalığın gelişiminin engellenmesi üzerine etkisinin olduğu, fakat bu etkinin uygulama sayısına bağılı olarak bir süre sonra kaybolduğu görölmüştür. Bu durum yeni yapılacak çalışmalarla vejetasyon boyunca biyolojik mücadele etmeni uygulamalarının daha kısa aralıklarla, periyodik olarak ve tüm sezona yayılacak uygulamalarla hastalığa karşı etkinliğinin artırılabilceğini düşündürmekte, bundan sonra yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarının bu yönüyle araştırılmasının faydalı olabileceğı düşünölmektedir.

Çalışma süresince gerek çiçekler üzerinde gerekse de yeşil aksam üzerinde biyolojik mücadele etmenlerin herhangi bir fitotoksik etkisi izlenmemiştir.

Biyolojik mücadele etmenleri, ateş yanıklığı hastalığının mücadelesinde, diğer mücadele programlarıyla birlikte veya da koruyucu uygulamalar şeklinde kullanılmasıyla etkili sonuçların alınabileceğı ve böylece yeşil aksamda ve çiçeklenme döneminde hastalığın bulaşmasında ve yayılmasındaki önleyici etkisinin önemli olacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrios, G.N., 1997. Plant Pathology. Academic Press, 635 p, Florida, USA.
- Aharı, A.A.B., Pour, A.Y.A., Rahimian, H.A. and Torabi, E., 2007. Evaluation of chemical and biological controls of fire blight. Journal of Agricultural Science, 17(3), 129–141.
- Anonim, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 4, Ankara, 69–74.
- Anonymous, 1993. Food and Agricultural Organization (FAO). 1993 Production Year Book. FAO
- Anonymous, 2009a. Food and Agricultural Organization (FAO), 2009 Production Year Book, FAO
- Anonymous, 2009b. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), <http://www.tuik.gov.tr> (10.08.2011).
- Aysan, Y., Tokgönül, S., Çınar, Å. and Kden, A., 1994. Researches on resistant reactions of pears against *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*. IX. Congres of the Mediterranean Phytopathological Union, Aydın.
- Bagnara, G.L., Rivalta, L., Loghi, M., Quarta, R. and Lecomte, P., 1993. Cross combinations for fire blight resistance in pear. VI. International Workshop on Fire Blight, Athens.
- Bakker, P.A.H.M., Lamers, J.G., Bakker, A.W., Marrugo, J.D., Weisbe, E.K., and Schippers, B., 1986. The role of siderophores in Potato tuber yield increase by *Pseudomonas putida* in a short rotation Potato. Netherland Journal Plant Pathology, 92(6), 249-256.
- Beer, S.V. and Opgenorth, D.C., 1976. *Erwinia amylovora* on fire blight canker surfaces and blossoms in relation to disease occurrence. Phytopathology, 66, 317–322.
- Benlioğlu, K. ve zakman, M. 1992. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora*) ve mücadelesi. Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Biondi, E., Brunelli, A., Ladurner, E., Portillo, I., Lancioni, P., Benuzzi, M. and Bazzi C., 2007. Efficiency of *Bacillus subtilis* against fire blight in pears. Informature Agrario, 63 (19), 58-60.
- Bora, T. ve zakman, H., 1998, Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Prizma Matbaası, 205 s, İzmir.
- by a B1,3 glucanase-producing *Pseudomonas cepacia*. Soil Biology and Biochemistry, 25 (9), 1211–1221.
- Chiou, C.S. and Jones, A.L., 1991. The analysis of plasmid-mediated streptomycin resistance in *Erwinia amylovora*. Phytopathology, 81, 710-714.

- Cornea C.P., Voaides C., Kupferberg S., Dinu S., Ciuca M., Babeanu N. and Oancea F., 2007, In vitro inhibition of *Erwinia amylovora* by some antagonistic bacteria. Bulletin USAMV-CN, 63(64), 545.
- Crosse, J.E., Goodman, R.N. and Shaffer, W.H., 1972. Leaf damage as a predisposing factor in the infection of apple shoots by *Erwinia amylovora*. Phytopathology, 62, 176–182.
- Çınar, Ö., Küden, A., Aysan, Y. ve Tokgönül, S., 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde armutlarda ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al.)'nın entegre mücadelesi üzerine araştırmalar. Tübitak-TOGTAG:1625 Adana
- Demir, G. and Gündoğdu, M., 1993. Fireblight of pome fruit trees in Turkey: distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars, Acta Horticulture, 338, 67-74.
- Demir, G. ve Gündoğdu, M., 1991. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al.) hastalığı üzerinde araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, İzmir.
- Erdoğan, O., 1999. İsparta İlinde yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarında Ateş Yanıklığı Etmeni (*Erwinia amylovora*)'ne Karşı Antagonist Bakteriyel Mikrofloranın Saptanması Üzerinde Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Fridlender, R.C., Inbar, J. and Chet, I., 1993. Biological control of soil-borne pathogens
- Gürsoy, A., 2011. Yüksek pH İçeriğine Sahip Topraklarda Kükürt Uygulamalarının Domates Bitkisinin (*Lycopersicon esculentum* L.) Verim ve Bazı Kalite Unsurları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Handelsman, J. and Stabb, E.V., 1996. Biocontrol of soilborne plant pathogens. Plant Cell., 8 (10), 1885–1889.
- Hickey, K.D., and Van Der Zweet, T., 1996. Efficacy of antagonistic bacteria for control of fire blight on apple. VII. International Workshop on Fire Blight. Ontario, Canada.
- Hunter, D.M., 1993. Pear breeding for the 21 st century-program and progress at Harrow. Acta Horticulture, 338, 377-381.
- Ishimaru, C.A., Klos, E.J. and Brubaker, R.R., 1988. Multiple antibiotic production by *Erwinia herbicola*. Phytopathology, 78, 746-750.
- Johnson, K.B., Stockwell, V.O., McLaughlin, R.J., Sugar, D., Loper, J.E. and Roberts, R.G., 1993. Effect of antagonistic bacteria on establishment of honey bee dispersed *Erwinia amylovora* in pear blossoms and on fire blight control. Phytopathology, 83, 995-1002.
- Kearns, L.P., and Hale, C.N., 1993. Biological control of fire blight by *Erwinia herbicola*: Survival of applied bacteria in orchard and glasshouse trials. Acta Horticulturae, 338, 333-336.

- Kotan, R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarından İzole Edilen Patojen ve Saprofitik Bakteriyel Organizmaların Klasik ve Moleküler Metotlar ile Tanısı ve Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kotan, R., Karagöz, K. ve Şahin, F., 2009. *Erwinia amylovora* strainlerinin streptomisin sülfata karşı duyarlılıkları ve strainlerin yağ asidi metil esterleri ile antibiyotiğe duyarlılıkları arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 40, 1.
- Lamey, H.A. and Stack, R.W., 1993. Disease of Apples and Other Pome Fruits. North Dakota State University Press, 454 p, Dakota, USA.
- Lelliot, R.A. and Stead, D.E., 1987. Methods For the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Black Well Scientific Publication, 157 p, Oxford, USA.
- Loncaric, I., Heigl, H., Licek, E., Moosbeckhofer, R., Buse, H. and Rosengarten, R., 2009. Typing of *Pantoea agglomerans* isolated from colonies of honey bees (*Apis mellifera*) and culturability of selected strains from honey. Apidologie, 40 (1), 40-54.
- Loper, J.E., Henkels, M.D., Roberts, R.G., Grove, G.G, Willett, M.J. and Smith, T. J., 1991. Evaluation of streptomycin, oxytetracycline and copper resistance of *Erwinia amylovora* isolated from pear orchards in Washington State. Plant Diseases, 75 (3), 287-290.
- Maccagnani, B., Bazzi, C., Biondi, E., Tesoriero, D. and Maini, S., 2006. Potential of *Osmia cornuta* as a carrier of antagonist bacteria in biological control of fire blight a comparison with *Apis mellifera*. Acta Horticulture.704, 379-396.
- Mansvelt, E.L. and Hattingh, M.J., 1986. Bacterial blister bark and blight spurs of apple in South Africa caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Plant Diseases, 70 (5), 403-405.
- Mathre, D.E., Cook, R.J. and Callen, N.W., 1999. From Discovery to Use. Plant Diseases, 83 (11), 972-983.
- Mercier, J. and Lindow, S.E., 2001. Field performance of antagonistic bacteria identified in a novel laboratory assay for biological control of fire blight of pear. Biological Control, 22 (1), 66-71.
- Momol, M.T., 1990. Ateş yanıklığının epidemiyolojisi ve mücadelesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1), 25-38.
- Momol, M.T., Yeğen, O., Basım, H. and Rudolph, K., 1992. Identification of *Erwinia amylovora* and the occurrence of fire blight of pear in Western Mediterranean Region of Turkey, The Journal of Turkish Phytopathology, 21 (1), 41-47.
- Momol, M.T., Yeğen, O., Basım, H., Rudolph, K. and Zachowski, M.A., 1991. Batı Akdenizde *Erwinia amylovora*'nın neden olduğu ateş yanıklığının epidemisi ve mücadelesi. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, İzmir.
- Nuclo, R.L., Johnson, K.B., Stockwel, V.O. and Sugar, D., 1998. Secondary colonization of pear blossom by two bacterial antagonists of fire blight pathogen, Plant Diseases, 82 (6), 661-668.

- Ozrenk, K., Balta, F., Çelik, F., 2012. Levels of fire blight (*Erwinia amylovora*) susceptibility of native apple, pear and quince germplasm from Lake Van Basin, Turkey, Eur. J. Plant Pathology, 132, 229-236
- Öktem, Y.E. and Benlioğlu, K., 1988. Studies on fire blight (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*) of pome fruits. The Journal of Turkish Phytopathology, 17 (3), 106.
- Özakman, M., 1995. Armut Ağaçlarında *Erwinia amylovora*'nın Epifitik Populasyonu Üzerinde Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özaktan, H. ve Türküsay, H., 1994. Bazı epifitik bakterilerin ateş yanıklığı etmeni *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*'ya antagonistik etkileri üzerine araştırmalar. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, İzmir.
- Özaktan, H. ve Türküsay, H., 1996. Ateş Yanıklığı Hastalığının (*Erwinia amylovora*) Biyolojik Savaşımında Epifitik Bakterilerin Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK-TOAG/1077 Sayılı Proje Kesin Rp., 27s, Ankara.
- Özaktan, H., Bora, T. ve Altın, N., 2001. Armutlarda Ateş Yanıklığı Hastalığına Etkili Antagonistik Bakterilerin Kitle Üretimi ve Biyopreparatlarının Meyve Bahçelerinde Kullanılması Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK-TARP/1897 Sayılı Kesin Proje Rp., 32 s, Ankara.
- Pusey, P.L., Stockwell, V.O., Reardon, C.L., Smits, T.H.M., and Duffy, B. 2011. Antibiosis activity of *Pantoea agglomerans* biocontrol strain E325 against *Erwinia amylovora* on apple flower stigmas. Phytopathology, 101 (10), 1234-1241.
- Ruz, L., Cabrefiga, J., Bonaterra, A., Moragrega, C., Montesinos E., 2008. Evaluation of fire blight control methods based on plant defence inducers and biological control agents. Acta Horticulture, 800, 891-897
- Saygılı, H. and Üstün, N., 1996. Studies on effectiveness of some chemicals to fire blight pathogen (*Erwinia amylovora* Burr. Winslow *et al.*). Acta Horticulture, 411, 331-335.
- Saygılı, H., Şahin, F. and Aysan, Y., 2008. Bitki Bakteri Hastalıkları Kitabı. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 317 p, İzmir.
- Schroth, M. N., Thomson, S. V. and Moller, W. J., 1979. Streptomycin resistance in *Erwinia amylovora*. Phytopathology, 69 (6), 565-568.
- Shulaev, V., Leon, J. and Raskin, J., 1995. Is salicylic acid a translocated signal of systemic acquired resistance in tobacco? The Plant Cell, 7, 161-1701.
- Smith, T.J., 2001. Principles of fire blight control in the Pacific Northwest USA. <http://www.ncw.wsu.edu/fireblt6.htm> (15.12.2010).
- Stelljes, K.B. and Senft, D., 1998. Fire blight control nature's way. Agricultural Research, 46 (1), 14-16.

- Stockwell, V. O., McLaughlin, R.J., Henkels, M.D., Loper, J.E., Sugar, D. and Roberts, R.G., 1999. Epiphytic colonization of pear stigmas and hypanthia by bacteria during primary bloom. *Phytopathology* 89 (12), 1162-1168.
- Stockwell, V.O., Loper, J.E. and Johnson. K.B., 1996. Establishment of freeze-dried bacteria on pear and apple blossoms. VII. International Workshop on Fire Blight, Canada.
- Sundin G.W. and Yoder, K.S. 2009, Field evaluation of biological control of fire blight in the Eastern United States. *Plant Disease*, 93,(4), 386–394.
- Şahin, F., 1997. Detection, İdentification and Characterization of Strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by Traditional and Molecular Methods and Resistance in Capsicum Species to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* Pepper Race. 6. Ph D Thesis. The Ohio State University. Ohio.
- Tokgönül, S. ve Başpınar, N., 1995. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*)’nın mücadelesi üzerinde çalışmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, Adana.
- Tokgönül, S. ve Çınar, Ö., 1991. Doğu Akdeniz Bölgesinde armutlarda ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*)’nın tanısı ve yaygınlık durumu üzerinde araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, İzmir.
- Van der Zwet, T. and Keil, H.L., 1979. Fire blight. A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. nr. 510 Agriculture Handbook, United of Agriculture States Department 200 p.
- Van der Zwet, T., Zoller, D.C. and Thomson, S.V., 1988. Controlling fire blight of pear and apple by accurate prediction of the blossom blight phase. *Plant Diseases*, 72, 467-472.
- Vanneste, J.L., Smart, L.B., Zumoff. C.H., Yu, J. and Beer, S.V., 1990. Control of tire blight by *Erwinia herbicola* Eh 252 role of antibiotic production. *Acta Horticulture*, 273, 393-394.
- Watkins, J. E., 1992. Fire blight of apple, pear and woody ornamentals. *Plant Diseases*, G92-1120-A, Electronic version. University of Nebraska–Lincoln. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2259&context=extensionhist>. (15.12.2011).
- Wodzinski, V.S., Beer, S.V., Zumoff, C.H., Clardy, J.C. and Coval, S.J., 1990. Antibiotics produced by strains of *Erwinia herbicola* that are highly effective in suppressing fireblight. *Acta Horticulturae*, 273, 411-412.
- Zeller, W. and Wolf, B., 1996. Studies on biological control of fire blight. *Acta Horticulture*, 411, 341-345.

ÖZGEÇMİŞ

Gümüşhane ili Şiran ilçesinde 1977 yılında doğdu. İlköğretimini, orta ve lise öğrenimini farklı okullarda tamamladı. 1997 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldu. 2001 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak yabancı dil eğitimiyle yüksek lisans eğitimine başladı. Tayin nedeniyle Yüksek lisans eğitime ara vermek zorunda kaldı. 2009 yılında af kanunundan faydalanarak tekrar kayıt yaptırarak, yüksek lisans eğitime devam etti. Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nde 2001 yılından beri ziraat mühendisi olarak çalışmaktadır.