

Bazı Fungisitlerin Elma Ağaçlarında Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan *Phytophthora cactorum* (Lebert & John) Schröeter'a Etkileri¹

İlker KURBETLİ²

Fikret DEMİRCİ³

ABSTRACT

Effects of Some Fungicides against *Phytophthora cactorum* (Lebert & John) Schröeter Causing Root and Crown Rot of Apple Trees

Phytophthora cactorum (Lebert & John) Schröeter is the most widespread plant pathogen causing root and crown rot of apple worldwide, also in Turkey. Effect of different concentrations of some fungicides against mycelial growth of *P. cactorum* in culture medium was studied in 2011. EC₅₀ values of the fungicides for two pathogen isolates were 3.6 and 3.7 µg/ml of Metalaxyl-M+Mancozeb, 8 and 12 µg/ml of Captan, 25 and 26 µg/ml of Hymexazol, 92 and 99 µg/ml of Fosetyl-Al, 83 and 112 µg/ml of Phosphorous Acid, 1023 and 2660 µg/ml of Propamocarb+Fosetyl-Propil. Effect of some fungicides against root and crown rot disease caused by *P. cactorum* was evaluated on apple rootstocks of MM.106 grown in artificially infested soil in 2012. Hymexazol, Captan, *Trichoderma harzianum* and Metalaxyl-M+Mancozeb caused 21.66%, 26.66%, 33.33% and 58.33% inhibition respectively, whereas Fosetyl-Al and Phosphorous Acid provided 100% inhibition of *P. cactorum* infection on the roots of apple rootstocks.

Keywords: Apple, *Malus domestica*, *Phytophthora cactorum*, root and crown rot, fungicide

ÖZ

Tüm dünyada ve ülkemizde elma ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan en yaygın etmen *Phytophthora cactorum* (Lebert & John) Schröeter'dur. Bazı fungusitlerin farklı yoğunluklarının, yapay besi ortamında *P. cactorum*'un miselyum gelişimine etkisi

¹ Bu makale TAGEM tarafından desteklenen TAGEM-BS-08/04-06/02-08 numaralı "Isparta, Karaman ve Niğde İleri Elma Bahçelerinde Fungal Kök ve Kökboğazı Hastalıklarının Tespiti ve Mücadele İmkanlarının Araştırılması" isimli projenin bir bölümüdür ve özeti Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri kitabında yayınlanmıştır.

² Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM), Antalya

³ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Ankara
Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: kurbetli@gmail.com
Alınış (Received): 07.08.2014, Kabul edilmiş (Accepted): 16.12.2014

2011 yılında araştırılmıştır. Patojenin iki farklı izolatu için, EC₅₀ yoğunluğu en düşük fungusit 3.6 ve 3.7 µg/ml ile Metalaxyl-M+Mancozeb olmuş, bunu 8 ve 12 µg/ml ile Captan, 25 ve 26 µg/ml ile Hymexazol, 92 ve 99 µg/ml ile Fosetyl-Al, 83 ve 112 µg/ml ile Fosforoz Asidi, 1023 ve 2660 µg/ml ile Propamocarb+Fosetyl-Propil izlemiştir. *P. cactorum*'un neden olduğu elmada kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı bazı fungusitlerin etkileri, içerisinde yapay olarak bulaştırılmış toprak bulunan saksılarda geliştirilen MM.106 elma anaçları üzerinde 2012 yılında araştırılmıştır. *P. cactorum*'un elma anaçlarının köklerinde neden olduğu enfeksiyona karşı ortalama olarak Hymexazol %21.66, Captan %26.66, *Trichoderma harzianum* %33.33, Metalaxyl-M+Mancozeb %58.33 etkili olurken, Fosetyl-Al ve Fosforoz Asidi enfeksiyonu önlemede %100 etkili bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Elma, *Malus domestica*, *Phytophthora cactorum*, kök ve kökboğazı çürüklüğü, fungusit

GİRİŞ

Elma, dünya üzerinde çok geniş yayılma alanı gösteren ve değişik ekolojilerde üretimi yapılabilen bir türdür. Dünya elma üretimi yaklaşık 76 milyon ton civarında gerçekleşmekte olup, bu üretimde en büyük pay 37 milyon tonluk üretimiyle Çin'e aittir (Anonymous 2012). Ülkemizde ise 2013 yılında 3.128.450 ton elma üretilmiştir (Anonim 2013a).

Phytophthora türleri tarım alanlarında, ormanlarda ve süs bitkilerinde çok şiddetli hastalıklara neden olurlar. Etmenin neden olduğu ekonomik kayıplar, ABD'de yıllık milyar dolarları bulmuş, dünya genelinde ise bu rakamın birkaç katına ulaşmıştır (Erwin and Riberio 2005). *Phytophthora cactorum*, elma ağacının köklerini istila ederek kök ve kökboğazında çürüklüğe yol açan en yaygın etmenidir. Bu hastalık dünyada elma üretilen her yerde rapor edilmiştir (Jeffers and Wilcox 1990). *Phytophthora* türleri, 1985-1986 yıllarında Brezilya'da yalnızca 10 bahçede 66.000'in üzerinde ağacın ölmesine ve yaklaşık 600.000 \$'lık maddi kayba neden olmuştur (Sanhueza et al. 1988). Konuya ilişkin olarak ülkemizde yapılan çalışmalarda da elma fidanlıklarında ve elma bahçelerinde kayıplara yol açan en yaygın etmenin *P. cactorum* olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmaların birinde, Maden ve ark. (1995) Isparta ili Eğirdir ilçesindeki bir fidanlıkta üretilen MM.106 elma anaçlarında görülen kök çürüklüğü belirtilerinin nedenlerini araştırmışlar ve yaptıkları bu çalışmada hastalığa *P. cactorum* enfeksiyonlarının neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Diğer bir çalışmada ise etmen daha kapsamlı olarak araştırılmış ve ülkemiz elma üretiminin yaklaşık yarısının yapıldığı Isparta, Karaman ve Niğde illerinde birçok elma bahçesinin bu etmenle bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Kurbetli ve Değirmenci 2011).

Bu çalışmalar, elma üretim alanlarında *Phytophthora* türlerinin potansiyel bir risk oluşturduğunu ve elma üretimini ciddi olarak tehdit ettiğini göstermektedir. Ayrıca *Phytophthora* türleri "Meyve ve Asma Fidanı ile Üretim Materyallerinde Bitki Sağlığı Standartları Talimatı"nda, birçok meyve türü ile birlikte elmanın da patojenler listesinde yer alan önemli sertifikasyon etmenleridir (Anonim 2013b).

Dünyada etmene karşı etkili olabilecek bazı aktif maddeler (Fosetyl-Al, Metalaxyl vb) biliniyor olsa da *Phytophthora* gibi toprak kökenli patojenlerin özellikle çok yıllık bitkilerde neden olduğu kök çürüklüğü hastalıklarına karşı kimyasal mücadele etkin olarak yapılamamaktadır. Ülkemizde bu etmene karşı elmada kullanılabilecek ruhsatlı bir fungusit de bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile elma fidan ve ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan *P. cactorum*'un miselyum gelişimine ve neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı bazı fungusitlerin etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın materyalini *Phytophthora cactorum* izolatları, Havuç agar (HA) (Kaynatılmış havuç suyu: 200 ml, destile su: 800 ml, agar: 20 g), fungusitler (Captan %50, Fosetyl-Al %80, Fosforoz Asidi 400 g/l, Hymexazol 360 g/l, Metalaxyl-M+Mancozeb %4+64, Propamocarb+Fosetyl-Propil 530+310 g/l, *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2 %1.15), *in vivo* denemede kullanılan elma anaçları (MM.106) ve bunların dikildiği saksılar ve toprak karışımı gibi malzemeler oluşturmuştur.

Metot

Fungisitlerin farklı yoğunluklarının *P. cactorum*'un miselyum gelişimine etkilerinin belirlenmesi

Bazı fungusitlerin farklı yoğunluklarının, *P. cactorum*'un miselyum gelişimine etkileri, plastik petri kapları kullanılarak laboratuarda araştırılmıştır. Çalışmada Captan %50, Fosetyl-Al %80, Fosforoz Asidi 400 g/l, Hymexazol 360 g/l, Metalaxyl-M+Mancozeb %4+64 ve Propamocarb+Fosetyl-Propil 530+310 g/l aktif maddelerini içeren fungusitler kullanılmıştır. Çalışmalar havuç agarda (HA) yürütülmüştür. Öncelikle çalışmada kullanılan tüm fungusitlerin 0 (kontrol) 0.1, 0.5, 1, 5, 10 ve 50 µg/ml yoğunlukları, daha sonra dört fungusitin (Fosetyl-Al, Fosforoz Asidi, Hymexazol, Propamocarb+Fosetyl-Propil) 100, 250, 500 ve 1.000 µg/ml yoğunlukları ve son olarak bir fungusitin (Propamocarb+Fosetyl-Propil) 2.500 ve 5.000 µg/ml yoğunlukları denenmiştir.

Fungisitler 250 ml'lik erlenmayerlerde önceden steril edilmiş ve 50°C'ye kadar soğutulmuş 100 ml'lik ortamlara ilave edilmiştir. Her bir aktif madde yoğunluğunu içeren ilaçlı HA iyice karıştırıldıktan sonra 6 petriye paylaştırılmış, ilaç bulunmayan 6 petri ise kontrol olarak kullanılmıştır. HA'da geliştirilen bir haftalık izolatların kenarından alınan 5 mm'lik agar diskleri petrilerin merkezine konularak 24±1°C'de, karanlıkta bir hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Çalışmada iki farklı *P. cactorum* izolatu kullanılmıştır. İzolatlardan biri (İzolat 1) bitki dokusundan, diğeri (İzolat 2) topraktan izole edilmiştir. Çalışma her izolat, yoğunluk ve kontrol için 3'er tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Bir hafta sonra koloni çapları iki farklı yönde ölçülerek ortalamaları alınmış, bu değerlerden agar diskinin çapı olan 5 mm çıkartılmış ve kaydedilmiştir. Denemeler bir kez tekrarlanmıştır. Elde edilen koloni çapları, kontroldeki koloni çapları ile oranlanarak fungusit yoğunluklarındaki fungusun gelişme yüzdeleri belirlenmiştir. Bilgisayar ortamında Minitab (MINITAB Inc. PA, USA) programı kullanılarak fungusit yoğunlukları ile miselyum gelişimi arasındaki ilişkiler regresyon analizi ile incelenmiş ve doz-gelişme doğru denklemleri hesaplanmıştır. Bu doğru denklemlerine göre fungusitlerin *P. cactorum*'a karşı EC₅₀ değerleri belirlenmiştir.

MM.106 elma anaalarında *P. cactorum*'un neden olduğu kök ve kökboğazı rrlğ hastalığına karşı fungusitlerin etkilerinin belirlenmesi

Phytophthora cactorum'un neden olduğu elmada kök ve kökboğazı rrlğ hastalığına karşı bazı fungusitlerin etkinlikleri, içerisinde yapay olarak bulaştırılmış toprak bulunan 5 L'lik saksılarda geliştirilen fidanlar üzerinde araştırılmıştır. İnokulum, % 40 havuç suyu, % 55 vermikülit ve % 5 yulaf tohumu karışımı kullanılarak hazırlanmıştır (Latorre et al. 2001). Karışım iki gün st üste, 121°C'de, otoklav edildikten sonra miselyum içeren agar diskleri ile aşılanarak inkübasyona bırakılmıştır. Aşılamada, etmenin miselyum gelişimine etkisinin araştırıldığı çalışmada kullanılan İzolat 1 kullanılmıştır. Karanlıkta oda sıcaklığında iki haftalık inkübasyondan sonra hazır hale gelen inokulum, önceden steril edilmiş eşit hacimdeki bahçe toprağı + kum karışımına % 5 oranında ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Latorre et al. 2001). Hazırlanan bulaşık toprak bir hafta boyunca karanlıkta inkübe edildikten sonra 35 saksı içerisine doldurulmuş, 5 saksıya ise inokulumuz toprak negatif kontrol olarak kullanılmak üzere konulmuştur. Bir yaşındaki MM.106 yarı bodur elma anaaları 05.04.2012 tarihinde bu saksılara şaştırılmıştır. Hastalık etmenini teşvik etmek için saksı toprağı bir hafta boyunca bolca sulanmıştır. İlk fungusit uygulaması 16.04.2012 tarihinde yapılmış ve iki haftalık aralıklarla, 30.04.2012 ve 14.05.2012 tarihlerinde olmak üzere iki kez tekrarlanmıştır.

Bir saksı toprağını suyla doğgun hale getiren miktar daha önceden hesaplanmış ve her saksıya verilecek ilaçlı su miktarı 400 ml olarak belirlenmiştir. Firmasınca nerilen dozları (izelge 1) eşme suyunda hazırlanan fungusitler saksı toprağına uygulanmıştır. Fosetyl-Al ve Fosforoz Asidi içeren fungusitlerle yapılan 3. ilaçlamalar ise yeşil aksama uygulanmıştır. Her bir aktif madde ve kontroller için 5'er adet bitki kullanılmıştır. Bitkiler haftada iki-üç kez sulanmıştır.

Bitkiler dikimden 4 ay sonra 06.08.2012 tarihinde sklerek değerlendirmeye alınmıştır. Tidball and Linderman (1990) tarafından, köklerde meydana gelen lezyonların kapladığı alan dikkate alınarak hazırlanmış olan 1-5 skalası, tarafımızca yapılan modifikasyonla aşağıda verilen 0-4 skalasına (izelge 2) dönüştürülmüş ve bu skala kullanılarak hastalık şiddeti değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan fungusitler ve firmasınca önerilen dozları

Aktif madde, oranı ve formülasyonu	Firmasınca önerildiği bitki	Firmasınca önerildiği hastalık	Firmasınca önerilen doz (100 L su)	Kullanılan miktar (2 L su)
Captan % 50 WP	Turunçgiller	Kahverengi Çürüklük (<i>P. citrophthora</i>)	300 g	6 g
Fosetyl-Al % 80 WG	Turunçgiller	Zamk Hastalığı, Kahverengi Çürüklük (<i>P. citrophthora</i>)	200 g	4 g
Fosforoz Asidi 400 g/l SL	Turunçgiller	Kahverengi Çürüklük ve Gövde Zamklanması (<i>P. citrophthora</i>)	1000 ml	20 ml
Hymexazol 360 g/l SC	Hıyar	Çökerten (<i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp.)	300 ml	6 ml
Metalaxyl-M+Mancozeb % 4+64 WG	Patates, Domates	Mildiyö (<i>P. infestans</i>)	250 g	5 g
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL-AG2 % 1.15 WP	Domates	Kurşuni Küf (<i>Botrytis cinerea</i>)	60 g	1,2 g

Çizelge 2. Elmada *Phytophthora* kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığı değerlendirme skalası (Tidball and Linderman (1990) modifikasyonu)

Skala Değeri	Tanım
0	Lezyon yok
1	% 1-25 lezyon
2	% 26-50 lezyon
3	% 51-75 lezyon
4	% 76-100 lezyon

Elde edilen skala değerlerinden, Tawnsend-Heuberger formülü kullanılarak hastalık yüzdeleri, hastalık yüzdelerinden de Abbott formülü kullanılarak fungusitlerin yüzde etkinlikleri belirlenmiştir (Karman 1971).

Elde edilen % etki değerlerine açı transformasyonu uygulanmış ve bu değerlerle yapılan varyans analizi sonucunda fungusitlerin etkileri arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan Duncan testi sonucunda ise gruplar belirlenmiştir.

Phytophthora türlerinin bitkilerde saçak kök oluşumunu engellediği ve kök kayıplarına yol açtığı bilindiğinden, bitkilerin kök ağırlıkları da alınarak uygulamaların kök ağırlığına olan etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla bitkiler söküldükten hemen sonra kökleri, toprağından arındırılmak için çeşme suyunda

iyice yıkanmış ve oda sıcaklığında birkaç saat bekletilerek kuruması sağlanmıştır. Daha sonra saçak kökleri bisturi yardımıyla kesilerek hassas terazide tartılmıştır. Ayrıca bitkilerin kök ağırlıkları ile skala değerleri arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır.

SONUÇLAR

Fungisitlerin farklı yoğunluklarının *P. cactorum*'un miselyum gelişimine etkileri

Captan, 50 µg/ml yoğunlukta İzolat 1'in miselyum gelişimini tamamen engellemiş, İzolat 2 üzerinde de yüksek etki göstermiştir. Metalaxyl-M+Mancozeb 5 µg/ml'de, Hymexazol 500 µg/ml'de, Fosetyl-Al ise 1.000 µg/ml'de *P. cactorum*'un her iki izolatının da gelişimini tamamen engellerken, Fosforoz Asidi 1.000 µg/ml yoğunlukta yüksek etki göstermiştir. Propamocarb+Fosetyl-Propil'in ise denenen yoğunluklarda yeterli etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir.

EC₅₀ yoğunluğu en düşük fungusit 3.6 ve 3.7 µg/ml ile Metalaxyl-M+Mancozeb olmuş, bunu 8 ve 12 µg/ml ile Captan, 25 ve 26 µg/ml ile Hymexazol, 92 ve 99 µg/ml ile Fosetyl-Al, 83 ve 112 µg/ml ile Fosforoz Asidi ve 1023 ve 2660 µg/ml ile Propamocarb+Fosetyl-Propil izlemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fungisitlerin HSA ortamında *Phytophthora cactorum*'un miselyum gelişimine etkileri

Fungisit	İzolat	Doz-gelişme doğru denklemi	EC ₅₀ (µg/ml)
Captan	İzolat 1	$Y = 2.72 - 0.0326 X$	12
	İzolat 2	$Y = 2.10 - 0.0241 X$	8
Metalaxyl-M+ Mancozeb	İzolat 1	$Y = 0.21 - 0.0155 X$	3.7
	İzolat 2	$Y = 0.34 - 0.0179 X$	3.6
Fosetyl-Al	İzolat 1	$Y = 3.25 - 0.0253 X$	99
	İzolat 2	$Y = 3.41 - 0.0289 X$	92
Fosforoz Asidi	İzolat 1	$Y = 3.79 - 0.0374 X$	83
	İzolat 2	$Y = 4.02 - 0.0394 X$	112
Hymexazol	İzolat 1	$Y = 3.22 - 0.0363 X$	25
	İzolat 2	$Y = 3.19 - 0.0354 X$	26
Propamocarb+ Fosetyl-Propil	İzolat 1	$Y = 7.51 - 0.0817 X$	2660
	İzolat 2	$Y = 6.87 - 0.0772 X$	1023

Y: Fungisit yoğunluğu (µg/ml), X: Gelişme oranı (%)

Elma anaçlarında *P. cactorum*'un neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı fungusitlerin etkileri

P. cactorum'un elma anaçlarının köklerinde neden olduğu enfeksiyona karşı ortalama olarak Hymexazol %21.66, Captan %26.66, *Trichoderma harzianum* %33.33, Metalaxyl-M+Mancozeb %58.33 etkili olurken, Fosetyl-Al ve Fosforoz Asidi enfeksiyonu önlemede %100 etkili bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Deneme sonunda bitkilerde oluşan hastalık yüzdeleri ve fungusitlerin etkileri

Uygulama	n	Etki (%)	Grup	Etki (%) (Kök ağırlığı)
		Ort. ± St. Hata (min-max)		
Captan	5	26.67 ± 11.30 (0.00-50.00)	B	15.51
Fosetyl-Al	5	100.00 ± 0.00 (100.00-100.00)	A	66.32
Fosforoz Asidi	5	100.00 ± 0.00 (100.00-100.00)	A	36.37
Hymexazol	5	21.67 ± 14.81 (0.00-75.00)	B	0.34*
Metalaxyl-M+Mancozeb	5	58.33 ± 16.67 (0.00-100.00)	B	6.16
<i>Trichoderma harzianum</i>	5	33.33 ± 13.94 (0.00-66.66)	B	34.32

F=9.413; p=0.000

*Kök ağırlığında azalma sözkonusudur.

Elde edilen % etki değerleri arasında farklılık tespit edilmiş (F=9.413, p=0.000) ve iki grup oluşmuş, üst grubu Fosetyl-Al ve Fosforoz Asidi oluştururken, diğer fungusitler alt grupta yer almıştır.

Pozitif kontrolle kıyaslandığında, uygulama yapılan bitkilerin kök ağırlıklarında genel bir artış olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Fungisit uygulanan bitkilerin kök ağırlıkları ortalama %6.16 ile %66.32 arasında değişen oranlarda artmıştır. Hymexazol uygulanan bitkilerin kök ağırlığı ise ortalama %0.34 azalmıştır. Bitkilerin kök ağırlıkları ile skala değerleri arasında yaklaşık %50'lik bir korelasyon (R=-0.69, r²=0.4761) olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE KANI

P. cactorum'un miselyum gelişimine fungusitlerin etkileri dünyada yapılan bazı çalışmalarla ortaya konulmuştur. *P. cactorum*'a karşı Fosforoz Asidi ile *in vitro* koşullarda yapılan bir çalışmada EC₅₀ yoğunluğu 166-238 µg/ml aralığında bulunmasına karşın (Weiland et al. 2009), bizim çalışmamızda bu değer 83 ve 112 µg/ml olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada kullanılan Metalaxyl-M'in ise EC₅₀ yoğunluğu 0.02-0.2 µg/ml aralığında bulunmuştur. Ülkemizde Metalaxyl-M aktif maddeli herhangi bir fungusit ruhsatlı olmadığından Metalaxyl-M+Mancozeb içeren fungusitle yaptığımız çalışmada EC₅₀ yoğunluğu 3.6 ve 3.7 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Aynı bir çalışmada Metalaxyl+Mancozeb'in *P. cactorum*'un miselyum gelişimini tam olarak engelleyen yoğunluğu 100 µg/ml olarak bulunmasına karşın (Boughalleb et al. 2006), Metalaxyl-M+Mancozeb içeren fungusitle yaptığımız çalışmada bu yoğunluk 5 µg/ml olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada Fosetyl-Al'in *P. cactorum*'un miselyum gelişimini tam olarak engelleyen yoğunluğunun 1.500 µg/ml olduğu bildirilmiştir (Thomidis and

Tsipouridis 2001). Bizim çalışmamızda ise bu yoğunluk 1.000 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının birbiriyle tam olarak örtüşmemesi, farklı izolatlar ve deneme koşulları arasındaki doğal farklılığın bir sonucu olarak görülebilir.

Phytophthora türlerinin kültür bitkilerinde neden olduğu kök, kökboğazı ve gövde çürüklükleriyle mücadelede uygulanan kimyasal ve biyolojik mücadeleye ilişkin dünyada birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan birinde, *P. cactorum* ve antagonist funguslar (*Trichoderma* ve *Gliocladium* spp.) ile yapay olarak bulaştırılmış toprağa elma fidanları dikilmiş ve çalışma sonunda yapılan değerlendirmede köklerdeki zararlanmaların önemli ölçüde azaldığı ve bitki ağırlıklarının önemli oranda arttığı belirlenmiştir (Smith et al. 1990). Buna karşın *T. harzianum* aktif maddeli fungusit ile yaptığımız çalışmada ümitvar sonuçlar elde edilememiştir. Kanada'da, *P. cactorum* ile doğal olarak bulaşık ağaçlara fosetyl-al yeşil aksama ve toprağa, metalaxyl ise yalnızca toprağa uygulanmış ve tüm uygulamalar elma ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğü belirtilerini azaltmıştır. Çalışmada, belirtiler görülür görülmez yapılan uygulamaların hastalık ile bulaşık ağaçlarda belirti gelişimini önleyebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Utkhede and Smith 1991). Bununla birlikte Tunus'ta, fosetyl-al ve metalaxyl+mancozeb aktif maddelerini içeren fungusitlerin elma ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan *P. cactorum*'a karşı etkinlikleri, doğal olarak bulaşık olduğu bilinen bir bahçede araştırılmış ve fungusitler hastalığı önlemede başarılı bulunmuştur (Boughalleb et al. 2006). Bizim çalışmamızda da fosetyl-al ile yapılan uygulamalar yukarıdaki çalışmalarla benzer sonuçlar vermiştir. Ancak metalaxyl-m+mancozeb ile yaptığımız uygulamalarda hastalık gelişimi yavaşlamasına rağmen, enfeksiyonu önlemede tam bir başarı elde edilememiştir. Metalaxyl içeren fungusitle yapılan uygulamadan beklenen etkinin elde edilememesi, ABD'de yapılan bir çalışmayla uyumludur. Sözkonusu çalışmada, kayın ağaçlarında gövde enfeksiyonlarına neden olan *P. cactorum* ve *P. citricola*'ya karşı metalaxyl-m ile yürütülen araştırmada, gövdeye ve toprağa yapılan uygulamaların enfeksiyonları ve kanser gelişimini engellemediği belirlenmiştir (Weiland et al. 2009). Aynı çalışmada fosforoz asidinin de etkisiz bulunması bizim çalışmamızla uyumlu değildir. Kaliforniya'da yapılan bir çalışmada, badem ağaçlarının gövdelerine *P. cactorum* ve *P. citricola* yapay olarak inoküle edilmiş ve kanser yaraları oluştuktan sonra uygulanan fosforoz asidi kanser gelişimini %22-98 arasında engellemiştir (Browne and Viveros 2005). Bizim çalışmamızda da fosforoz asidi benzer sonuçlar vermiş, yaptığımız uygulamalar olası enfeksiyonları önlemiştir.

Tüm bitki hastalıklarında olduğu gibi *Phytophthora* türlerinin neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığıyla mücadelede de öncelikle kültürel önlemlerin uygulanması kaçınılmazdır. Örneğin fidanlıkların ve meyve bahçelerinin fazla su tutan ağır topraklarda kurulmaması, kurulmuşsa drenajının sağlanması, taban suyunun yüksek olduğu arazilerde sırta dikim yapılması, bahçe tesisinde hastalığa karşı daha dayanıklı olduğu bilinen anaçların tercih edilmesi gibi önlemler hastalığın zararını azaltmada ve diğer mücadele yöntemlerinin başarısını artırmada büyük öneme sahiptir.

Sonuç olarak yapmış olduğumuz çalışmalar doğrultusunda, elma ağaçlarında kök ve kökboğazı çürüklüğü yaparak ağaçlarda gelişme geriliği ve kurumlara neden olan *P. cactorum*'un neden olabileceği enfeksiyonları önlemede oldukça başarılı bulunan fosetyl-al ve fosforoz asidi aktif maddelerini içeren fungusitlerle, özellikle hastalıkla bulaşık olduğu bilinen ticari elma bahçelerinde hastalık belirtileri görülmeden önce yapılacak uygulamaların, hastalıkla mücadelede önemli bir yol olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2013a. Türkiye İstatistik Kurumu, Temel İstatistikler. İnternet Kaynağı: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim tarihi: 16.07.2014).
- Anonim 2013b. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Meyve ve Asma Fidanı İle Üretim Materyallerinde Bitki Sağlığı Standartları Talimatı, İnternet Kaynağı: <http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-314/meyve-ve-asma-fidani-ile-uretim-materyallerinde-bitki-s-.html> (Erişim Tarihi: 16.07.2014).
- Anonymous 2012. FAOSTAT, Food and Agricultural commodities production. İnternet Kaynağı: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Erişim Tarihi: 16.07.2014).
- Boughalleb N., Moulahi A. and El-Mahjoub M. 2006. Effect of four fungicides on development and control of *Phytophthora* on apple tree in vitro and in vivo. International Journal of Agricultural Research, 1 (6): 582-589.
- Browne G.T and Viveros M.A. 2005. Effects of Phosphonate and Mefenoxam Treatments on Development of Perennial Cankers Caused by Two *Phytophthora* spp. on Almond. Plant Disease, 89: 241-249.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. 2005. *Phytophthora Diseases Worldwide*, 2nd edn. St. Paul, MN, USA, APS Press. P 562.
- Jeffers S.N and Wilcox W.F. 1990. *Phytophthora* Crown, Collar and Root Rots. Pages 43-45 in: Compendium of Apple and Pear Diseases. A. L. Jones and H. S. Aldwinckle, eds. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Karman M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Mesleki Kitaplar Serisi. 1971 İzmir-Bornova.
- Kurbetli, İ. ve Değirmenci, K. 2011. Ülkemizde badem ve elma bahçelerinde tespit edilen *Phytophthora* türleri. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 87. 28–30 Haziran 2011, Kahramanmaraş.
- Latorre B.A., Rioja M.E. and Wilcox W.F. 2001. *Phytophthora* species Associated with Crown and Root Rot of Apple in Chile. Plant Disease, 85: 603-606.
- Maden S., Erzurum K., Yürüt A., Gürer M. ve Erkal Ü. 1995. M.M.106 Elma anaçlarında görülen kuruma nedenlerinin tespiti üzerinde araştırmalar, VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 199–203.

- Sanhueza R.M.V., Perazzolo A., Aliprandini H. and Borsoi J. 1988. Losses due to root rots in apple orchards in Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Horticulturae*, 232: 213-218.
- Smith V.L., Wilcox W.F. and Harman G.E. 1990. Potential for Biological Control of *Phytophthora* Root and Crown Rots of Apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology*, 80: 880-885.
- Tidball C.J. and Linderman R.G. 1990. *Phytophthora* root and stem rot of apple rootstocks from stool beds. *Plant Disease*, 74 (2): 141-146.
- Thomidis T. and Tsipouridis K. 2001. Effectiveness of metalaxyl-fosetyl-AI-dimetomorph and cymoxanil against *Phytophyhora cactorum* and *P. citrophthora* of peach tree. *Phythopathologia Mediterranea*, 40 (3): 253-259.
- Utkhede R.S. and Smith E.M. 1991. Effects of Fosetyl-AI, Metalaxyl and *Enterobacter aerogenes* on Crown and Root Rot of Apple Trees Caused by *Phytophthora cactorum* in British Columbia. *Plant Disease*, 75: 406-409.
- Weiland J.E., Nelson A.H. and Hudler G.W. 2009. Effects of Mefenoxam, Phosphonate and Paclobutrazol on In Vitro Characteristics of *Phytophthora cactorum* and *P. citricola* and on Canker Size of European Beech. *Plant Disease*, 93: 741-746.