

Phoma tracheiphila'ya Karşı Bazı Fungisitlerin Etkinliğinin Araştırılması

Mukaddes KAYIM¹, Merve Sultan YEŞİL², Ali ENDES³

^{1,2}Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 01330, Adana-Türkiye, ³Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yozgat-Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0309-0390>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4983-2871>, ³<https://orcid.org/0000-0003-4815-5864>

✉: mkayim@cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada bir ruhsatlı olmak üzere 11 farklı fungisitlerin 14 farklı konsantrasyonunun *in vitro* koşullarda *Phoma tracheiphila*'nın en virulent izolatlarının (Pt-E10) miselyal gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. *In vitro* koşullarda patojenin miselyal gelişimini engellemede cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) kombinasyonunun 5 ppm ≥, fluxapyroxad (75 g l⁻¹) + difenoconazole (50 g l⁻¹) fungisit kombinasyonunun 100 ppm ≥ uygulama dozları %100 etki ederek en etkili fungisitler olmuştur. cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) ve fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) Bu fungisit kombinasyonlarının EC₅₀ değerleri sırasıyla 0.12 ve 1.23 ppm olarak *P. tracheiphila* (Pt-E10) için hesaplanmıştır. Azoxystrobin, dithianon ve pyraclostrobin gibi etkili maddeli fungisitler *P. tracheiphila*'nın miselyal gelişimini engellemede kayda değer bir etki göstermemiştir. Sera denemelerinde ise cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) ve fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) fungisit kombinasyonlarının normal dozları hastalık şiddetini engellemede çok etkili değilken, uygulama dozunun iki katı kullanıldığında hastalık sırasıyla %62.6 ile %45.3 düzeyinde engellenmiş, ruhsatlı bakırhidroksit ise hastalığı sadece % 9.8 oranında engellemiştir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 04.06.2021

Kabul Tarihi : 11.10.2022

Anahtar Kelimeler

Fungisit

Limon

Patojenisite

Plenodomus tracheiphilus

Investigation of the Effectiveness of Some Fungicides Against *Phoma tracheiphila*

ABSTRACT

In this study, the effects of 14 different concentrations of 11 different fungicides, including one licensed, on the mycelial growth of *Phoma tracheiphila*'s most virulent isolates (Pt-E10) were investigated in *in vitro* conditions. The 5.0 ppm ≥ of cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) combination and 100 ppm ≥ of fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) combination were the most effective fungicides with 100 % effect on radial growth inhibition. The EC₅₀ values of these fungicide combinations were calculated for *P. tracheiphila* (Pt-E10) as 0.12 and 1.23 ppm, respectively. Fungicides with active substances such as azoxystrobin, dithianon and pyraclostrobin did not show any significant effect in preventing mycelial development of *P. tracheiphila*. In greenhouse trials, the normal doses of cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) and fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) fungicide have not been very effective in preventing disease severity. However, when using two fold application doses of fungicides the disease severity was prevented at 62.6% and 45.3%, respectively, and the licensed copper hydroxide prevented the disease only at the rate of 9.8%.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 04.06.2021

Accepted : 11.10.2022

Keywords

Fungicide

Lemon

Pathogenicity

Plenodomus tracheiphilus

Atıf Şekli: Kayım M, Yeşil MS, Endes A 2022. *Phoma tracheiphila*'ya Karşı Bazı Fungisitlerin Etkinliğinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (5): 1086-1097. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.948066>

To Cite : Kayım M, Yeşil MS, Endes A 2022. Investigation of the effectiveness of some fungicides against *Phoma tracheiphila*. KSU J. Agric Nat 25 (5): 1086-1097. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.948066>

GİRİŞ

Türkiye, yaklaşık olarak 4.3 milyon ton turunçgil üretimi ile dünyada 8. sırada, 0.9 milyon ton limon üretimi ile Akdeniz ülkeleri içerisinde 1. sırada yer almaktadır (Anonim, 2019). Türkiye’de limon üretiminin illere göre dağılımında Mersin %59.0’lik üretim payı ile ilk sırada, %24.3’lük pay ile Adana ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye limon üretiminin %83.3’lük kısmını bu iki il karşılamaktadır (Anonim, 2020). Türkiye’de yetiştirilen limonlar; ekşi, tatlı ve limon benzerleri olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesinde ticari olarak tercih edilerek geniş çapta yetiştiriciliği yapılan Eureka, Kütdiken, Enterdonat, Yediveren ve Lizbon çeşitleri ekşi limon grubundandır. Akdeniz ülkelerinde ekşi limon grubu tüm limon çeşitleri Uçkurutan hastalığı (*Phoma tracheiphila*)’na son derece duyarlı olup, bu tip ağaçlarda ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Nitekim Adana ili ve merkez ilçelerinde ekşi limon grubundan olan Eureka, Kütdiken, Enterdonat ve Yediveren limon çeşitlerinden oluşan bahçelerde yapılan survey çalışmalarında ağaçların çoğunluğunun uçkurutan hastalık belirtileri gösterdiği ve ciddi ağaç ölümleri olduğu tespit edilmiştir (sayısal veri alınmamıştır). *P. tracheiphila* funguslar alemi içerisinde, Ascomycota şubesinde, Pleosporales takımında yer alan *Phoma* cinsi bir patojendir. *Phoma tracheiphila* (Petri) Kan.& Gik. (Petri, 1929; Kantschaveli ve Gikashvili, 1948) etmeni, limon yanında diğer turunçgil türlerini de infekte etmesi nedeniyle de Gruyter ve ark. (2013) tarafından *Plenodomus tracheiphilus* (Petri) Gruyter, Aveskamp & Verkley olarak tekrar sınıflandırılmıştır. Uçkurutan hastalığı etmeni turunçgil yetiştiriciliği yapılan İtalya, İspanya, Portekiz, Fransa, Lübnan, İsrail, Libya, Mısır, Fas, Tunus, Yunanistan, Türkiye, Suriye, Irak, Yemen, Kıbrıs, Malta, Kolombiya, Uganda ve Avustralya’da rapor edilmiştir (Anonim, 2014). Uçkurutan hastalığının karakteristik semptomları uç yapraklarda kloroz oluşumu ve yaprak sapı sürgünde kalacak şekilde bölgesel yaprak dökümleri, patojenin iletim demetlerinde ilerlemesi ve salgıladığı “malseccin” toksininden dolayı somon rengi görünümü ile sürgünlerde uçtan itibaren kurumalar oluşturmakta ve daha sonra tüm bitkinin ölümü ile sonuçlanmaktadır (Klotz, 1954). Uçkurutan hastalığı mücadelesinde; kültürel uygulamalar sürekli ağaçların kontrol edilip hastalıklı olanlarının sökülüp imha edilmesi, ağaçların obur dallarının düzenli olarak temizlenmesi, bitkide yara açılmaması, hastalıklı sürgünlerin budanarak imha edilmesi ve budamaların patojenin inaktif olduğu yüksek sıcaklıklarda yapılması ve yeni bahçelerin hastalıktan arı sertifikalı fidanlarla kurulması şeklindedir (Dinç ve ark., 1981; Salerno ve Cutili,

1981; Navarro ve ark., 2002; Migheli ve ark., 2009). Uçkurutan ile mücadelede *Agrobacterium* ile *P. tracheiphila*’nın patojenik olmayan mutantların, endofitlerin (Coco ve ark., 2004; Migheli ve ark., 2009) ve simbiyot mikorizaların kullanılması (Özdemir, 2019) patojenin miselyal gelişimini engellemede başarılı sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte pratikte uçkurutan hastalığının mücadelesinde düzenli aralıklarla ruhsatlı bakırlı fungusitler uygulanmaktadır. Ancak bakırlı fungusitler patojenin bitki yüzeyinde çimlenmesini önlemeye yöneliktir. İnfekteli ağaçların bu fungusitlerle tedavi edilmesi etmenin trakeomikoz patojen olması nedeniyle mümkün değildir. Bu çalışmanın amacı, limon bahçelerinde sorun oluşturan *P. tracheiphila*’ya karşı bazı sistemik ve koruyucu etkili fungusitlerin *in vitro* koşullarda patojenin radyal miselyal gelişimini engelleme etkisi ve sera koşullarında limon fidanlarında hastalık şiddeti üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve METOD

Fungal izolat, besi ortamı ve bitki materyalleri

Phoma tracheiphila izolat, “Kütdiken” limon fidanları üzerinde en virulent olduğu önceden saptanan PtE-10 *in vitro* ve sera fungusit denemelerinde patojen materyali olarak kullanılmıştır. *P. tracheiphila* izolatının alt kültüre alınması ve *in vitro* fungusit deneme çalışmalarında besiyeri olarak 100 mg L-1 tetrasiklin ilave edilmiş PDA (potato dextrose agar) besi ortamı kullanılmıştır. Sera koşullarında fungusit denemelerinde bitki materyali olarak Kütdiken limon çeşitinden 1 yaşında, toplam 45 adet fidan *in vitro* çalışmalarda en etkili iki ve bir adet ruhsatlı bakırlı fungusit olmak üzere 3 farklı fungusit sera denemelerinde kullanılmıştır. Her fungusit için (3 tekerrür x 4 farklı doz + 3 negatif kontrol) 15 adet fidan kullanılmıştır. Fungisit denemeleri Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’nün uygulama arazisindeki seralarında yürütülmüştür.

Fungisitler

In vitro koşullarda fungusit denemelerinde 8 farklı etkili madde grubuna ait toplam 10 adet fungusit kullanılmıştır. Fungisitlerin seçiminde *Phoma* ile aynı familya içerisinde bulunan siğir patojenik fungusların mücadelesinde en yaygın kullanılan etkili maddelere öncelik verilmiştir (Çizelge 1).

Fungisitlerin PDA Besi Ortamında Hazırlanması

100 mL’lik cam şişelerin her birine 60 mL PDA ortamı hazırlanarak 121°C, 1 atm basınçta 20 dak. otoklav edilmiştir. Öncelikle denemelerde kullanılması planlanan fungusitlerin steril su

içerisine farklı konsantrasyonlarda (0.0, 0.05, 0.01, 0.5, 0.1, 1.0, 5.0, 10, 25, 50, 100, 250, 500 ve 1000 ppm) stok solüsyonları hazırlanmıştır. Her bir ticari preparatın stok solüsyonlarından ppm olarak hesaplanan fungusitler PDA ortamlarına eklenerek homojen karıştırıldıktan sonra fungusit içeren besi ortamları 9 cm'lik plastik steril petri kaplarına dökülmüştür. Her konsantrasyon için 3 petri kullanılmıştır. Steril kabin içerisinde ortamların katılaşmasını takiben *P. tracheiphila*'nın PDA ortamında, 23 ±1 °C'de geliştirilen 10 günlük saf

kültürlerinden alınan 6 mm'lik diskler fungusitli besi ortamlarına misel ortama temas edecek şekilde ters olarak petrinin ortasına yerleştirilmiştir. Fungus disklerini içeren petriler parafilm ile kapatılarak 15 litrelik şeffaf, plastik saklama kapları içerisine alınmış ve karanlıkta 23 ±1 °C iklim odasında 4 hafta inkübe edilmiştir. Bu sürede haftalık olarak petrilerde gelişen fungusların miselyal gelişimi milimetrik bir cetvel ile dik kesişen eksenlerden (x,y) ölçümler yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Fungisitler ve Etkili Madde Grubu

Table 1. Fungicides and Active Ingredients Using on Study

Etkili Madde Adı ve Miktarı Active Ingredient and Amount	Etkili Madde Grubu Active Ingredient Group	Etki Mekanizması Mode of Action
Azoxystrobin (250 g/L)	Strobilurinler	a: Mitokondriyal membranda stokrom b'den sitokrom c1'e elektronların taşınmasını engellemek
Dithianon (%12) Pyraclostrobin (% 4)	Quinone, Strobilurinler	Bitkide savunma mekanizmasını uyarma+ a
Pyraclostrobin(%12.8)+ Boscalid (%25.2)	Strobilurinler, Carboximide	a + Suksinat dehidrogenaz inhibitörü (SDHI)
Cyprodinil(375g/kg)+ Fludioxonil (250g/kg)	Pyrimidine, Pyrrol	Metionin biyosentezini engelleme + Ozmotik sinyal üretiminde MAP Histidin Kinaz enzimi
Fluxapyroxad (75g/L) Difenoconazole (50 g/L)	Pyrazole-4 Carboxamide Triazololler	SDHI + b: Funguslarda sterol (ergosterol) biyosentezini engelleme
Propiconazole(150g/L)+ Difenoconazole 150g/L)	Triazololler	b
Metconazole (60g/L)	Triazololler	b
Tebuconazole (%25)	Triazololler	b
Fenbuconazole (50g/L)	Triazololler	b
Cyflufenamid(%3.4)+ Triflumizole (%15)	Phenyl acetamide + İmidazole	Hedef noktası bilinmiyor + b
Bakır Hidroksit (%35 metalik bakıra eşdeğer)	Bakırlı fungusitler	c: Enzim işlevini, enerji transferi ve membran bütünlüğünü bozma, spor çimlenmesini engelleme

In vitro Koşullarda Fungisitlerin *P. tracheiphila* İzolatları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre her izolat için 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, her petri bir tekerrür varsayılmıştır. Denemeler bir kez tekrar edilmiştir. Fungisitlerin engelleme oranları Abbott (1987), formülüne göre aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Yüzde etki = (İlaçsızda koloni gelişimi - İlaçlıda koloni gelişimi) / (İlaçsızda koloni gelişimi) ×100

EC₅₀ (miselyal gelişimi %50 engelleyen doz) değerleri her izolat için SPSS (versiyon 24) istatistik yazılım programında yer alan Probit analizine tabi tutularak hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere varyans analizi yapılarak, ortalamalar arasındaki farklar Tukey's HSD ($\alpha = 0.05$) testine göre değerlendirilmiştir.

Sera Çalışmalarında Kullanılan Fungisit Dozlarının Hazırlanması

Deneme, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü uygulama arazisinde bulunan seralarda Kütdiken limon fidanları üzerinde yürütülmüştür. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak bir kez kurulmuş, her fidan bir tekerrür kabul edilmiştir. Sera çalışmalarında fungusit etkinliğini saptamak amacı ile *in vitro* çalışmalar sonucunda belirlenen en etkili 2 adet fungusit ve pozitif kontrol olarak ruhsatlı 1 adet bakırlı fungusit seçilmiştir. Pozitif kontrolün *in vitro* çalışmalarda etkili en düşük dozu (1 ppm) dikkate alınmış ve bu dozun 25, 50, 75 ve 100 katı olmak üzere 4 doz hazırlanarak kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak ise bitkilere sadece su uygulanmıştır.

***P. tracheiphila* Spor Süspansiyonunun Limon Fidanlarına İnokulasyonu**

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü uygulama arazisindeki seralarda bulunan ve 1 hafta önce fidanların tepe sürgünleri 20 cm kesilmiş ve 3 fungusitin 4 farklı dozu ve su kontrolü uygulanmış fidanlara patojen inokulasyonu için 2 nolu böcek iğnesi gövde kabuk dokusuna batırılarak küçük yaralar açılmış ve Pt-E10 izolatının hazırlanan spor süspansiyonu (4×10^{-6} spor ml⁻¹) bu yaralara doğru sprey ile uygulanmıştır. İnokulasyondan bir hafta önce ve inokulasyondan 2 ve 4 hafta sonra olmak üzere toplam 3 kez fungusit uygulamaları yapılmıştır (Ploetz ve ark., 2011; Twizeyimana ve ark., 2013).

***P. tracheiphila* ile İnfekteli Limon Fidanlarına Fungisitlerin Uygulanması ve Değerlendirilmesi**

Dört farklı dozda hazırlanan fungusit karışımları bir el spreyi püskürtme yöntemiyle fidanın tüm kısımlarına gelecek şekilde uygulanmış, fungusitlerin etiketlerindeki etki süresi dikkate alınarak, 15 günde bir kez olmak üzere toplamda 3 kez ilaçlama yapılmıştır (Ploetz ve ark., 2011; Twizeyimana ve ark., 2013). Denemelerin değerlendirilmesi ilk fungusit uygulamasını takip eden 45. günde yapılmıştır. Fungisit uygulamalarının değerlendirilmesinde Solel ve Spiegel-Roy (1978), ile Tusa ve ark. (2000),'nın 0-5 skalası kullanılmıştır. Elde edilen skala değerleri kullanılarak aşağıdaki Townsend-Heuberger (1943), formülü ile hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Hastalık şiddeti (%) = $[\sum (n \times V) / (Z \times N)] \times 100$

Formülde: n=Skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden fidan sayısı, V=Skala değeri, Z=En yüksek skala değeri, N=Değerlendirilen toplam fidan sayısıdır. Daha sonra elde edilen hastalık şiddetleri üzerine fungusitlerin yüzde etkisi, kontrole (sıfır doz) göre hesaplanmış ve böylece denemede kullanılan fungusitlerin uçkurutan hastalığına karşı etkisi belirlenmiştir. Her bir fungusitin her bir doz için 3 tekrar olmak üzere her bir tekrar toplam 3 limon fidanı (Çeşit: Kütdiken) içermiştir. Çalışma tesadüf bloklar deneme desenine göre tasarlanmış ve bir kez tekrarlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fungisitlerin *in vitro* Koşullarda *P. tracheiphila*'nın Miselyal Gelişimi Üzerine Etkileri

Denemeye alınan 11 farklı fungusitin 0,01-1000 ppm arasında değişen, kontrol (0.0) ile birlikte 14 farklı konsantrasyonu PDA ortamına ilave edilmiş, her bir tek fungusit ya da fungusit kombinasyonu için doz artışına bağlı olarak patojenin miselyal gelişiminde farklı seviyelerde azalmalar olduğu gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan 11 fungusitin patojenin koloni

gelişimi üzerine etkileri genel olarak incelendiğinde, fungusit konsantrasyonları arttıkça fungal miselyal gelişimde azalma olduğu görülmüştür. Çizelge 1'de yer alan fungusit veya fungusit kombinasyonlarının her biri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Funguslarda ergosterol biyosentezi inhibitörü olan strobilurin grubu fungusitlerden azoxystrobin etkili maddeli fungusitin 1 ppm üzerindeki dozları fungal misel gelişimi engellemeye başlamış, 250 ppm üzerindeki uygulama dozlarında ise gözle görülebilir derecede misel gelişiminde engelleme oluşturmuştur (Çizelge 2 ve 3). 1000 ppm konsantrasyonunda *P. tracheiphila*'nın miselyal gelişimini % 70.6 oranında engellemiştir (Çizelge 2 ve 3). Funguslarda ergosterol biyosentez inhibitörü strobilurin ve bitkilerde savunma mekanizmasını uyaran koruyucu etkiye sahip quinone kombinasyonu olan dithianon (% 12) + pyraclostrobin (% 4) fungusitlerin 14 farklı dozunun etkisine bakıldığında, azoxystrobinde olduğu gibi 1 ppm üzerindeki konsantrasyonlarda fungal gelişimi engellemeye başlamış, 250-1000 ppm aralığındaki konsantrasyonlarda fungal miselyal gelişimi % 61.9'dan % 72.6'ya kadar değişen oranlarda engellemiştir (Çizelge 2 ve 3). Strobilurin ve carboximide kombinasyonu olan pyraclostrobin (% 12.8) + boscalid (% 25.2) fungusit konsantrasyonlarının hepsi fungal miselyal gelişimi engellemeye başlamıştır. Ancak, gözle görülebilir düzeyde engelleme 25 ppm ve üzerindeki uygulama dozlarında gözlenmiştir. Bu fungusitlerin en yüksek uygulama dozunda (1000 ppm) miselyal gelişim %100 oranında engellenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Funguslarda metionin biyosentezini engelleyen pirimidin ve bitkide ozmotik sinyal üretiminde MAP histidin kinaz enzimini teşvik eden koruyucu etkiye sahip pyrrol kombinasyonu olan cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) fungusit kombinasyonu, denenen fungusitler içerisinde en etkili bulunmuş olup, 5ppm ve üzerindeki uygulama konsantrasyonlarında fungal miselyal gelişimi % 100 engellenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Suksinat dehidrogenaz inhibitörü (SDHI) pyrazole-4 carboxamide ve triazol kombinasyonu olan fluxapyroxad (75 g L⁻¹) ve difenoconazole (50 g L⁻¹) kombinasyonunun 14 farklı dozunun etkisine bakıldığında, 0.01 ppm konsantrasyonlarda fungal gelişimi engellemeye başlamış, 100-1000 ppm aralığındaki konsantrasyonlarda fungal miselyal gelişim % 100 engellenmiştir (Çizelge 2 ve 3). İki adet triazol etkili madde grubu içeren propiconazole (150 g L⁻¹) + difenoconazole (150 g L⁻¹) kombinasyonunun 14 farklı uygulama dozunun etkisine bakıldığında, 0.01 ppm üzerindeki konsantrasyonlarda fungal miselyal gelişim engellenmeye başlanmış, 100-1000 ppm aralığındaki konsantrasyonlarda miselyal gelişim % 69.0'dan % 100'e kadar değişen aralıkta engellenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Triazol grubu olan fenbuconazole (50 g L⁻¹) ile metconazole (60 g L⁻¹) fungusitlerin 14 farklı dozunun etkisine bakıldığında,

Çizelge 2. *In vitro* koşullarda fungusit kombinasyonlarının farklı dozlarının *P. tracheiphila* radyal miselyal gelişimine etkisi
 Table 2. The effect of different doses of fungicide combinations on *P. tracheiphila* radial mycelial growth in vitro condition

Fungisit / Aktif Madde Fungicide / Active ingredients	Uygulama Dozları (ppm) Application doses (ppm)													
	0.00	0.01	0.05	0.1	0.5	1	5	10	25	50	100	250	500	1000
Koloni Çapı (mm) Radial Growth (mm)														
Azoxystrobine (250 g L ⁻¹)	42.0 ± 0.000	42.0 ± 0.000 g	42.0 ± 0.000 e	42.0 ± 0.000 f	42.0 ± 0.000 h	40.0 ± 0.000 g	37.8 ± 0.166 g	35.0 ± 0.000 g	32.7 ± 0.166 h	30.3 ± 0.440 f	28.7 ± 0.440 h	16.5 ± 0.500 f	14.5 ± 0.288 d	12.3 ± 0.333 d
Boscalid (%25.2) + Pyraclostrobin (%12.8)	42.0 ± 0.000	37.2 ± 0.726 cd	35.0 ± 0.000 c	35.5 ± 0.288 c	33.2 ± 0.166 d	31.8 ± 0.333 d	27.8 ± 0.166 c	23.2 ± 0.166 c	20.2 ± 0.166 c	16.8 ± 0.440 c	13.2 ± 0.600 c	8.0 ± 0.000 c	6.0 ± 0.000 c	0.0 ± 0.000 a
Cyflufenamid (%3.4) + Triflumizole (%15)	42.0 ± 0.000	36.3 ± 0.333 c	33.5 ± 0.288 b	32.0 ± 0.000 b	30.0 ± 0.000 c	25.2 ± 0.440 c	20.2 ± 0.440 b	17.5 ± 0.288 b	13.3 ± 0.333 b	10.0 ± 0.000 b	8.0 ± 0.000 b	7.0 ± 0.000 b	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a
Cyprodinil (%37.5) + Fludioxonil (%25)	42.0 ± 0.000	32.0 ± 0.000 a	27.2 ± 0.440 a	24.7 ± 0.166 a	20.0 ± 0.000 a	7.7 ± 0.166 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a
Difenoconazole (50 g L ⁻¹) + Fluxapyroxad (75 g L ⁻¹)	42.0 ± 0.000	35.0 ± 0.000 b	33.0 ± 0.000 b	32.0 ± 0.000 b	27.7 ± 0.333 b	21.2 ± 0.166 b	19.3 ± 0.333 b	16.2 ± 0.166 b	12.0 ± 0.000 b	8.7 ± 0.666 b	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a
Difenoconazole (150 g L ⁻¹) + Propiconazole (150 g L ⁻¹)	42.0 ± 0.000	37.8 ± 0.166 de	36.8 ± 0.166 d	36.0 ± 0.000 c	33.7 ± 0.166 d	32.2 ± 0.166 d	30.0 ± 0.000 d	26.0 ± 0.000 d	22.2 ± 0.440 cd	19.2 ± 0.927 d	13.0 ± 0.000 c	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a	0.0 ± 0.000 a
Dithianon (%12) + Pyraclostrobin (%4)	42.0 ± 0.000	42.0 ± 0.000 g	41.0 ± 0.577 e	39.8 ± 0.440 e	37.7 ± 0.166 g	36.0 ± 0.000 f	33.0 ± 0.000 f	32.0 ± 0.000 f	28.0 ± 0.000 fg	24.5 ± 0.288 e	22.0 ± 0.000 f	16.0 ± 0.000 f	14.0 ± 0.000 d	11.5 ± 0.288 d
Fenbuconazole (50 g L ⁻¹)	42.0 ± 0.000	39.0 ± 0.000 ef	38.0 ± 0.000 d	38.0 ± 0.288 d	36.0 ± 0.000 f	35.0 ± 0.000 f	32.0 ± 0.000 ef	29.3 ± 0.333 e	26.0 ± 0.000 ef	21.0 ± 0.000 d	18.0 ± 0.000 e	10.0 ± 0.000 d	7.0 ± 0.000 c	0.0 ± 0.000 a
Bakır hidroksit (%35 metalik bakıra eşdeğer)	42.0 ± 0.000	42.0 ± 0.000 g	42.0 ± 0.000 e	42.0 ± 0.000 f	42.0 ± 0.000 h	40.3 ± 0.333 g	36.0 ± 1.154 g	32.3 ± 0.881 f	29.7 ± 1.333 g	28.7 ± 0.333 f	26.3 ± 0.666 g	20.3 ± 0.333 g	17.0 ± 1.000 e	9.3 ± 0.333 c
Metconazole (60 g L ⁻¹)	42.0 ± 0.000	39.0 ± 0.000 ef	38.0 ± 0.000 d	37.3 ± 0.166 d	36.0 ± 0.000 f	35.0 ± 0.000 f	30.0 ± 0.000 d	27.0 ± 0.000 d	24.0 ± 0.000 de	21.0 ± 0.000 d	17.0 ± 0.000 de	12.0 ± 0.000 e	7.0 ± 0.000 c	4.0 ± 0.000 b
Tebuconazole (%25)	42.0 ± 0.000	39.2 ± 0.166 f	37.8 ± 0.166 d	36.2 ± 0.166 c	35.0 ± 0.000 e	33.7 ± 0.440 e	31.0 ± 0.000 de	30.0 ± 0.000 e	25.0 ± 0.000 e	20.0 ± 0.000 d	16.0 ± 0.000 d	7.0 ± 0.000 b	4.0 ± 0.000 b	0.0 ± 0.000 a

Değerler her aktif bileşen için üç tekrarin ortalamasıdır (Ortalama ± Standart hata). Sütunlarda aynı harfe sahip ortalamalar, Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testine (P=0.05) göre bir birinden farklıdır.

Çizelge 3. *In vitro* koşullarda fungusit kombinasyonlarının farklı dozlarının *P. tracheiphila* miselyal gelişimini % engelleme oranı (Ortalama ± SH).
 Table 3. Percentage of inhibition rate of *P. tracheiphila* mycelial growth of different doses of fungicide combinations in vitro condition (Mean ± Std. Err.)

Fungisit / Aktif Madde Fungicide / Active ingredients	Uygulama Dozları (ppm) Application doses (ppm)													
	0.00	0.01	0.05	0.1	0.5	1	5	10	25	50	100	250	500	1000
	Engelleme oranı (%) Inhibition rate (%)													
Azoxystrobine (250 g L ⁻¹)	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	4.8 ± 0.000	9.9 ± 0.400	16.7 ± 0.000	22.2 ± 0.400	27.8 ± 1.058	31.7 ± 1.026	60.7 ± 1.200	65.5 ± 0.692	70.6 ± 0.800
Boscalid (%25.2) + Pyraclostrobin (%12.8)	11.5 ± 1.743	16.7 ± 0.000	15.5 ± 0.692	21.0 ± 0.400	24.2 ± 0.800	33.7 ± 0.400	44.8 ± 0.400	52.0 ± 0.400	59.9 ± 1.058	68.7 ± 1.409	81.0 ± 0.000	85.7 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Cyflufenamid (%3.4) + Triflumizole (%15)	13.5 ± 0.800	20.2 ± 0.692	23.8 ± 0.000	28.6 ± 0.000	40.1 ± 1.058	52.0 ± 1.058	58.3 ± 0.692	68.3 ± 0.766	76.2 ± 0.000	81.0 ± 0.000	83.3 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Cyprodinil (%37.5) + Fludioxonil (%25)	23.8 ± 0.000	35.3 ± 1.058	41.3 ± 0.400	52.4 ± 0.000	81.7 ± 0.366	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Difenoconazole (50 g L ⁻¹) + Fluxapyroxad (75 g L ⁻¹)	16.7 ± 0.000	21.4 ± 0.000	23.8 ± 0.000	34.1 ± 0.800	49.6 ± 0.400	54.0 ± 0.800	61.5 ± 0.400	71.4 ± 0.000	79.4 ± 1.600	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Difenoconazole (150 g L ⁻¹) + Propiconazole (150 g L ⁻¹)	9.9 ± 0.400	12.3 ± 0.400	14.3 ± 0.000	19.8 ± 0.400	23.4 ± 0.400	28.6 ± 0.000	38.1 ± 0.000	47.2 ± 1.058	54.4 ± 2.206	69.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Dithianon (%12) + Pyraclostrobin (%4)	0.0 ± 0.000	2.4 ± 1.385	5.2 ± 1.026	10.3 ± 0.400	14.3 ± 0.000	21.4 ± 0.000	23.8 ± 0.000	33.3 ± 0.000	41.7 ± 0.692	47.6 ± 0.000	61.9 ± 0.000	66.7 ± 0.000	72.6 ± 0.692	77.8 ± 0.692
Fenbuconazole (50 g L ⁻¹)	7.1 ± 0.000	9.5 ± 0.000	9.5 ± 0.692	14.3 ± 0.000	16.7 ± 0.000	23.8 ± 0.000	30.2 ± 0.800	38.1 ± 0.000	50.0 ± 0.000	57.1 ± 0.000	76.2 ± 0.000	83.3 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000
Bakır hidroksit (%35 metalik makıra eşdeğer)	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	0.0 ± 0.000	4.0 ± 0.800	14.3 ± 2.742	23.0 ± 2.116	29.4 ± 3.166	31.7 ± 0.766	37.3 ± 1.600	51.6 ± 0.800	59.5 ± 2.400	77.8 ± 0.800	77.8 ± 0.800
Metconazole (60 g L ⁻¹)	7.1 ± 0.000	9.5 ± 0.000	11.1 ± 0.400	14.3 ± 0.000	16.7 ± 0.000	28.3 ± 0.000	35.7 ± 0.000	42.9 ± 0.000	50.0 ± 0.000	59.5 ± 0.000	71.4 ± 0.000	83.3 ± 0.000	90.5 ± 0.000	90.5 ± 0.000
Tebuconazole (%25)	6.7 ± 3.666	9.9 ± 0.400	13.9 ± 0.400	16.7 ± 0.000	19.8 ± 1.026	26.2 ± 0.000	28.6 ± 0.000	40.5 ± 0.000	52.4 ± 0.000	61.9 ± 0.000	83.3 ± 0.000	90.5 ± 0.000	100.0 ± 0.000	100.0 ± 0.000

diğer triazol gruplarında olduğu gibi 0.01 ppm konsantrasyonlarında fungal miselyal gelişimi engellemeye başlamış, 250 -1000 ppm aralığındaki konsantrasyonlarda ise engelleme etkisi sırasıyla % 76.2 – 100 ve %71.4 – 90.5 olmuştur. Metconazole miselyal gelişimi engellemede % 100 başarı sağlamamıştır. Aynı şekilde triazol grubu olan tebuconazole (% 25) fungisitinin 14 farklı dozunun etkisine bakıldığında, diğer triazol gruplarında olduğu gibi 10 ppm üzerindeki konsantrasyonlarda fungal miselyal gelişim fark edilebilir oranda engellenmeye başlamış, 500-1000 ppm aralığındaki konsantrasyonlarda ise % 100 başarı sağlamıştır.

İmidazole grubu cyflufenamid (% 3.4) + triflumizole (%15) fungisit kombinasyonunun farklı uygulama dozunun etkisine bakıldığında, 500 ppm ve üzerindeki konsantrasyonlarda fungal miselyal gelişim % 100 engellenmiştir (Çizelge 2 ve 3).

Bakırlı fungusitler grubundan olan bakır hidroksitin (%35 metalik bakıra eşdeğer) 14 farklı dozunun etkisine bakıldığında, sadece 250 ppm üzerindeki uygulama dozlarında fungal miselyal gelişimin baskılandığı görülmektedir. Bununla birlikte en yüksek uygulama dozunda (1000 ppm) miselyal gelişim % 59.52 oranında baskılanmıştır. Azoxystrobin (250 g L-1), bakır hidroksit (%35

metalik bakıra eşdeğer) ve dithianon (% 12) + pyraclostrobin (% 4) fungisit kombinasyonunun EC₅₀ değerleri incelendiğinde, azoxystrobinin (250 g L-1) EC₅₀ değerinin en yüksek (196.20 ppm) olduğu bunu, 173.30 ppm ile ruhsatlı fungisit olan bakır hidroksitin ve 103.78 ppm ile dithianon (% 12) + pyraclostrobin (% 4) fungisit kombinasyonlarının izlediği görülmektedir (Çizelge 4). Bu üç fungisit ve kombinasyonun EC₅₀ değerleri yüksek olduğundan en az etkiye sahip fungusitler olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan EC₅₀ değerleri çok daha düşük dozlarda (27.11 ve 26.79 ppm) olan metconazole (60 g L-1) ve fenbuconazole (50 g L-1)'ün *P. tracheiphila*'nın misel gelişimini engellemede istatistiksel olarak benzer etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Tebuconazole yukarıda sözkonusu edilen iki fungusite göre daha etkili olduğu EC₅₀ değerinin 18.29 ppm konsantrasyonunda saptanmıştır. Cyprodinil (375 g kg-1)+ fludioxonil (250 g kg-1), EC₅₀ değeri 0.12 ppm'lik doz kullanımıyla denemede çalışılan diğer fungusitler içerisinde en etkili sonuç veren fungusit olduğu, bunu 1.23 ppm ile difenoconazole (50 g L-1) + fluxapyroxad (75 g L-1) kombinasyonunun takip ettiği ikinci en etkili fungusit kombinasyonu olduğu istatistiksel olarak da doğrulanmıştır.

Çizelge 4. *In vitro* denemelerde *P. tracheiphila*'ya karşı kullanılan fungusitlerin EC₅₀ Değerleri
Table 4. EC₅₀ Values of fungicides used against *P. tracheiphila* in *in vitro* experiments

Aktif maddeler / Fungisitler <i>Active ingredients (a.i) / Fungicides</i>	EC ₅₀ değerleri (ppm) <i>EC₅₀ value</i>
Cyprodinil (375 g kg-1) + Fludioxonil (250 g kg-1)	0.12 ± 0.001 a
Difenoconazole (50 g L-1) + Fluxapyroxad (75 g L-1)	1.23 ± 0.034 a
Cyflufenamid (% 3.4) + Triflumizole (%15)	2.37 ± 0.038 a
Difenoconazole (150 g L-1) + Propiconazole (150 g L-1)	8.97 ± 0.017 ab
Boscalid (% 25.2) + Pyraclostrobin (% 12.8)	9.58 ± 0.496 ab
Tebuconazole (% 25)	18.29 ± 0.133 bc
Fenbuconazole (50 g L-1)	26.79 ± 0.346 c
Metconazole (60 g L-1)	27.11 ± 0.086 c
Dithianon (%12) + Pyraclostrobin (% 4)	103.78 ± 2.367 d
Bakır Hidroksit (%35 metalik bakıra eşdeğer)	173.30 ± 8.294 e
Azoxystrobin (250 g L-1)	196.20 ± 2.478 f

Değerler her aktif bileşen için üç tekrarın ortalamasıdır (Ortalama ± Standart hata). Sütunlarda aynı harfe sahip ortalamalar, Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testine göre bir birinden farklı değildir (P=0.05).

Values are mean (Mean ± Standart error) of three replicates for each active ingredient. Means with the same letter in a column are not significantly different according to Tukey's HSD multiple comparison test (P=0.05).

Fungal miselyal gelişimi baskılamada tüm uygulama dozları göz önünde bulundurulduğunda, en az etkili fungusitin EC₅₀ değeri 196.20 ppm ile azoxystrobin olduğu, bunu ikinci en az etkili EC₅₀ değeri 173.30 ppm ile ruhsatlı koruyucu fungusitlerden bakır hidroksitin olduğu görülmektedir. Strobilurin grubu fungusitler tek başına kullanıldığında bu fungusun gelişimini yeterince baskılayamadığı görülmüştür. Aynı

şekilde bakır hidroksitte fungal misel gelişimini durduramamıştır. Ayrıca bakır hidroksitin çok düşük konsantrasyonlarında çok sayıda *P. tracheiphila* piknidiumları gelişmiştir (piknidium sayımları yapılmamıştır).

Fungisitlerin Sera Koşullarında *P. tracheiphila*'ya Karşı Etkisi

Cam serada 21 ± 2 °C sıcaklık ve nemli ortamda

patojen ile inokulasyonda 6 hafta sonra, fungusitlerin etkinliğini ölçmek amacı ile dallar tepeden 50 cm uzunluğunda kesilmiş ve gövde kabuk dokusu kaldırılmış ve etmenin varlığını gösteren iletim demetinde oluşan turuncu renklenmenin uzunluğu milimetrik ölçülmüştür. Limon fidanlarının gövde nekroz uzunlukları ve uygulanan fungusit dozların % engelleme oranı Çizelge 5'de ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Çizelge 5.'de görüldüğü gibi *in vitro*

koşullarda en etkili bulunan cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) fungusit kombinasyonunun 100 ppm dozunun uygulandığı fidanlarda nekroz uzunluğu 6 hafta içerisinde 20.3 mm tepeden aşağı doğru ilerlerken (Çizelge 5) (Şekil 2A), fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) kombinasyonunun 100 ppm dozunda nekroz uzunluğu 29.7 mm ile daha fazla nekroz gelişmiştir (Şekil 1B).

Çizelge 5 *P. tracheiphila* ile inoküle edilen Kütdiken limon fidanlarına 3 farklı fungusitin 4 farklı dozu uygulandıktan 6 hafta sonra limon fidanları gövdesindeki nekroz uzunlukları ve fungusitlerin % engellenme oranları

Table 5. Length of necrosis on the stem of Kütdiken lemon trees infected with *P. tracheiphila* 6 weeks after application of 4 different doses of 3 different fungicides and inhibition rate (%) of fungicides

Fungisitler /Aktif maddeler <i>Fungicides / Active ingredients</i>	Uygulama dozları (ppm) <i>Application doses (ppm)</i>				
	0	25	50	75	100
	Nekroz uzunluğu (mm) (<i>Necrosis length (mm)</i>)				
Cyprodinil (%37.5) + Fludioxonil (%25)	54.3 ± 6.984	45.3 a ± 0.333	36.0 a ± 3.055	31.0 a ± 4.509	20.3 a ± 2.603
Fluxapyroxad (75 g L ⁻¹) + Difenoconazole (50 g L ⁻¹)	54.3 ± 6.984	51.5 b ± 0.288	46.0 b ± 2.081	36.5 a ± 1.755	29.7 b ± 0.881
Bakır hidrosit (%35 metalik bakıra eşdeğer)	54.3 ± 6.984	53.3 c ± 0.333	52.5 b ± 0.763	51.3 b ± 0.881	49.0 c ± 1.000
Fungisitler /Aktif maddeler <i>Fungicides / Active ingredients</i>	Uygulama dozları (ppm) <i>Application doses (ppm)</i>				
	0	25	50	75	100
	Engelleme oranı (%) (<i>Inhibition rate (%)</i>)				
Cyprodinil (%37.5) + Fludioxonil (%25)	-	16.6 ± 0.613	33.7 ± 5.622	42.9 ± 8.299	62.6 ± 4.791
Fluxapyroxad (75 g L ⁻¹) + Difenoconazole (50 g L ⁻¹)	-	5.2 ± 0.531	15.3 ± 3.831	32.8 ± 3.231	45.3 ± 1.623
Bakır hidrosit (%35 metalik bakıra eşdeğer)	-	1.8 ± 0.613	3.3 ± 1.405	5.5 ± 1.623	9.8 ± 1.840

Değerler her aktif bileşen için üç tekrarın ortalamasıdır (Ortalama ± Standart hata). Sütunlarda aynı harfe sahip ortalamalar, Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testine göre bir birinden farklı değildir (P=0.05).

Values are mean of three replicates for each active ingredient (Mean ± Standart error). Means with the same letter in a column are not significantly different according to Tukey's HSD multiple comparison test (P=0.05).

Diğer taraftan, ruhsatlı % 35 metalik bakıra eşdeğer bakır hidroksit uygulamasında 49 mm nekroz uzunluğu ölçülmüş olup (Şekil 1C), fungusit uygulanmamış fidanlardaki nekroz uzunluğuna (54.3 mm) yakın bir sonuç vermiştir (Şekil 1D). Bununla birlikte hiç fungusit uygulanmamış fidanların iletim demetlerinde renklenme daha koyu kahverengileşme şeklinde gelişmiştir. EC₅₀ değeri düşük ikinci en etkili fungusit kombinasyonu (75 g L⁻¹ fluxapyroxad + 50 g L⁻¹ difenoconazole)'nun en yüksek dozunun, 100 ppm uygulandığı fidanlarda nekroz uzunluğu ise 29.7 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 5; Şekil 1B).

Bakır hidroksit (%35 metalik bakıra eşdeğer)'in en yüksek dozunun uygulandığı fidanlarda nekroz uzunluğu ise 49 mm (Çizelge 5; Şekil 1C,) olup, hiç fungusit uygulanmamış pozitif kontroldeki 54.3 mm nekroz uzunluğu(Çizelge 5; Şekil 1D) ile en yakın olmuştur. Sera koşullarında fungusit uygulama sonuçlarına bakıldığında, *in vitro* koşullarında elde edilen radyal misel gelişim engellenme oranlarına göre fungusitlerin etkileri daha az düzeyde olmuştur. Bu durum, patojenin trakeomikoz etmen olduğu için bitki yüzeyine uygulanan lokal sistemik fungusitlerin

sadece uygulanan yerde etkisi gösterip bitki içerisinde iletim demetleri ile yukarıya doğru hareket etmediğini göstermektedir. Sistemik etkili fungusitlerin hastalığı engelleme yüzdelere bakıldığında doğal olarak en düşük nekrozun geliştiği fungusit kombinasyonu uygulaması % etki bakımından en etkili olarak saptanmıştır. Buna göre cyprodinil (375g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) kombinasyonunun 100 ppm dozu fungusu % 62.6 oranında engellemiştir (Çizelge 5). Bunu sırasıyla fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) fungusit kombinasyonu % 45.3 ile bakır hidroksit(%35 metalik bakıra eşdeğer) ise %9.8 engelleme oranı ile takip etmiştir. Fungisitlerin normal dozları uygulandığında ise hastalık engelleme oranları sırasıyla % 33.7, % 15.3 ve % 3.3 olarak saptanmıştır. Fungal gelişimi baskılamada hiçbir fungusist % 100 etkili olamamıştır.

Sera koşullarda fungusit uygulama sonuçlarına göre, cyprodinil (375g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) etkili maddelerin en düşük dozu (25 ppm) uçkurutan hastalık gelişimini % 16.6 oranında engellerken en yüksek dozu (100 ppm) % 62.6 oranında engelleyici

etki göstermiştir. Farklı etkili maddeli fungusitlerde uygulama dozları arasında istatistiksel olarak farklar tespit edilmiştir. Genel değerlendirme yapıldığında

ise bu azaltıcı etkinin artan dozlarla alakalı olduğu açıklanabilir (Çizelge 4).



Şekil 1. *P. tracheiphila* spor süspansiyonu ile inoküle edilmiş Kütdiken limon fidanlarında fungusitlerin 100 ppm dozlarının etkisi (A: cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹), (B: fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹), (C: bakır hidroksit (%35 metalik bakıra eşdeğer)) ve (D: fungusit uygulanmamış)

Şekil 1. Effect of 100 ppm doses of fungicides on Kütdiken lemon seedling inoculated with *Phoma tracheiphila* spore suspension (A: cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹), (B: fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹), (C: copper hydroxide (%35 equivalent to metallic copper) ve (D: no fungicide applied)

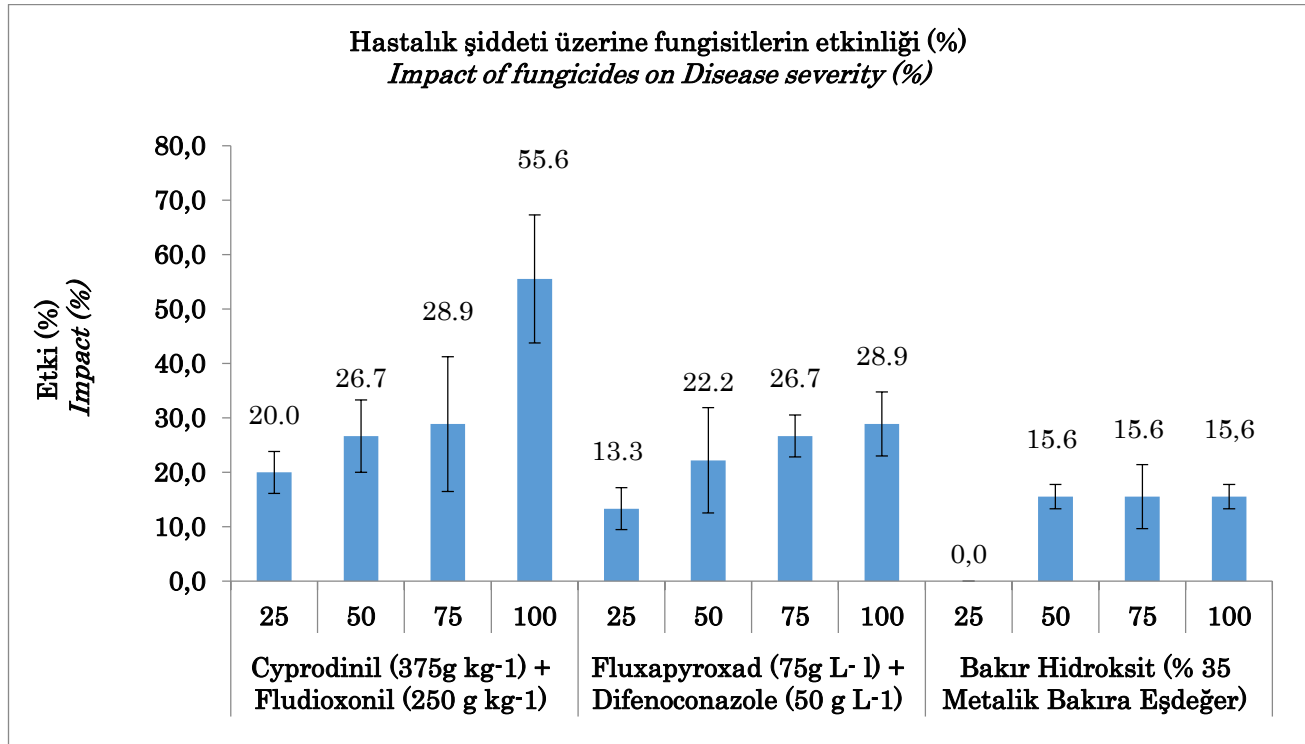
Sera şartlarında uygulanan fungusitlerin dozları arttırıldıkça hastalık şiddetinde azalmaya neden olmuştur (Şekil 2). Bu durum bakır hidroksitin en yüksek dozu ile diğer fungusit kombinasyonların en yüksek dozları (100 ppm) karşılaştırıldığında cyprodinil (375g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) kombinasyonunda hastalık şiddeti % 13, fluxapyroxad (75 g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) kombinasyonunda % 20 ve bakır hidroksit (% 35 metalik bakıra eşdeğer) uygulamasında ise % 40 seviyesinde gerçekleşmiştir.

Fungisitlerin farklı dozlarının fidanlar üzerinde belli seviyelerde hastalık şiddeti oluşturmuştur. Buna göre; cyprodinil (375 g kg⁻¹) + fludioxonil (250 g kg⁻¹) fungusitinin en düşük dozu % 20.0 ve en yüksek dozu % 55.6 seviyesinde hastalık şiddeti üzerine etki gösterirken, fluxapyroxad (75g L⁻¹) + difenoconazole (50 g L⁻¹) % 40 ve % 26 şiddetinde, ruhsatlı bakır hidroksit (% 35 metalik bakıra eşdeğer) ise % 13.3 ve % 28.9 arasında en hastalık şiddeti üzerine etki göstermiştir.

Sistemik fungusitlerin dünyada kullanılmaya başlaması ile mal secco (MSD), Uçkurutan hastalığına karşı Elia (1969), turunç fidanlarını *P. tracheiphila* ile yapay inokule ederek hastalandırılmış ve benomyl uygulaması ile fidanlarda hastalık gelişimini ve simptom oluşumunu engellediğini rapor etmiştir. Perrotta ve ark., (1970) thiabendazole ve vitavax'ı *in vitro* ve *in vivo* denemelerde turunç fidanlarında kullanmışlar ve Elia (1969), ile benzer sonuçları almışlardır. Bu araştırmalarda benomylin etkisini hem *in vitro* hem de açık alan fidan denemeleri ile doğrulamışlardır. Salerno ve Somma (1971), fungusit absorpsiyonunun kökler, yapraklar ve korteks yoluyla gerçekleştiğini, bitki dokularında translokasyonun apoplast yoluyla gerçekleştiğini ve fungusitin tacın üst kısımlarında ve yaprakların uç kenarlarında biriktiğini bildirmişlerdir. Uçkurutan ile mücadelede benomyl veya methyl-thiophanate sistemik fungusitlerin 5 ay boyunca toprak ve yeşil aksam ilaçlaması olarak kullanılması gerektiğinden, fungusit bitki vejetatif kısımlarında, yaprakta ve meyvede en üst seviyede birikmekte, diğer taraftan

patojenin lokalize olduğu ksilem iletim demetinde hiç birikmemekte, kabuk dokusunda ise yok denecek

kadar çok düşük miktarda birikmektedir (Somma ve ark., 1978).



Şekil 2. Sera koşullarında *P. tracheiphila* ile yapay olarak inoküle edilen Kütdiken limon fidanlarına uygulanan 3 farklı fungusit kombinasyonunun farklı dozlarının hastalık şiddetine % etkisi. Dikey çizgiler standart hatayı gösterir.

Figure 2. The effect of different doses of three different fungicide combinations on diseases severity of Kütdiken lemon seedling inoculated with *P. tracheiphila* in greenhouse condition. Vertical lines represent the standard errors of the means.

Sistemik fungusitlerden benzimidazol grubu thiabendazole limon gövdelerine injekte edildiğinde uygulama yerinden 175 cm'lik mesafeye dağılmış, benomyl ise kışın 300 cm, yazın ise 150 cm injeksiyon noktasında yukarıya çıkmış ve patojen gelişimini durdurmuştur (Solel ve ark., 1977). Türkiye'de, Dinç ve ark., (1981) ise benomyl'i ekim, aralık ve mart aylarında yeşil aksam ilaçlaması olarak kullandıklarında *P. tracheiphila*'yı baskıladığını kabuklu bit olması durumunda bu fungusite % 1.5 beyaz yağ ilave ederek uygulanmasını önermişlerdir. Ancak, bu fungusitlerin uzun süreli kullanımları dallarda dikenlerin açtığı yaralardan yeni infeksiyonların olması durumunda hastalığı kontrol edememiştir. Diğer taraftan sistemik fungusitlerin uzun süreli kullanımının daha dayanıklı ırkların gelişmesine neden olduğu bildirilmiştir (Gimenez-Verdu ve Luisi, 1978). Nitekim benomyl'in kullanımı Türkiye'de uçkurutan ile mücadelede kullanımı 2011 yılında yasaklanmıştır (Anomim, 2011).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sera koşullarında fungusit uygulamalarının patojenin bitkide gelişimini tamamen baskılamadığını, ancak

patojenin iletim demetlerinde ilerlemesini yavaşlattığını göstermiştir. Bu durumda limon üreticilerinin temmuz ve ağustos aylarında ağaçlarda temiz budama ve koruyucu fungusitlerle entegre mücadele programı ve bunların arasına biyolojik preparatları da girdirerek toprak yapısını iyileştirme ve bitkinin savunma mekanizmasını teşvik edici uygulamalarla mücadele programlarının desteklenmesi önerilmektedir (Nigro ve ark., 2011; Özdemir, 2019). Bu patojene karşı sistemik fungusitler önerilmediği için limon ağaçlarında faydalı endofit mikroorganizmaların da saptanması, saflaştırılması ve diğer faydalı mikroorganizmalarla kombine edilerek uçkurutan ile mücadeleye dahil edilmesi sağlanmalıdır (Kalai-Grami ve ark., 2014). En önemlisi hastalığa karşı dayanıklı limon çeşit ıslah programları üzerinde sürdürülebilir çalışmaların başlatılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından FYL2018/10390 Nolu Yüksek Lisans Tez Projesi olarak desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Abbott WS 1987. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association*, (3)2: 302-303
- Anonim 2011. [https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/934/Yasaklanan Bitki Koruma Urunleri Aktif Madde Listesi](https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/934/Yasaklanan%20Bitki%20Koruma%20Urunleri%20Aktif%20Madde%20Listesi)
- Anonim 2020. Türkiye Limon Üretimi, 2020. <https://www.tuik.gov.tr/> (Alınma tarihi: 29.05.2021)
- Anonim 2014. Scientific opinion on pest categorisation of *Plenodomus tracheiphilus* (petri) Gruyter, Avskamp & Verkley [syn. *Phoma tracheiphila* (Petri) L.A. Kantschaveli & Gikashvili]. EFSA Panel on Plant Health (PLH). European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy, 34 pages
- Anonim 2019. Dünya Turunçgil Üretimi, 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Alınma Tarihi: 29.05.2021)
- Coco V, Grimaldi V, Licciardello G, Cirvilleri G, Grasso S, Catara A 2004. Inhibition of *Phoma tracheiphila* by *Pseudomonas* in citrus seedling. *Proceedings of the 8th. International Citrus Congress, Agadir, Morocco: 729-732*
- de Gruyter J, Woudenberg JHC, Aveskamp MM, Verkley GJM, Groenewald JZ, Crous PW 2013. Redisposition of Phoma-like anamorphs in Pleosporales. *Studies in Mycology*, 75:1-36
- Dinç N, Turan K, Salih H 1981. Akdeniz bölgesi limonlarında görülen Uçkurutan hastalığı [*Deuterophoma tracheiphila* (Petri) Kane. et Ghik.]'nin savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 21(2): 89-99
- Elia 1969. Brevi note preliminari su tentativi di lotta endoterapica del mal secco degli Agrumi. *Informatore Fitopatologico* 19(8): 403-404
- Gimenez-Verdu I, Luisi N 1978. Saggio di attivita di due fungicidi sistemici verso il "mal secco" degli Agrumi, *Atti Giornate Fitopatologiche* 1978. Catania-acireale Italy: 407-415
- Kalai-Grami L, Saidi S, Bachkouel S, Slimene IB, Mnari-Hattab M, Hajlaoui MR, Limam F 2014. Isolation and characterization of putative endophytic bacteria antagonistic to *Phoma tracheiphila* and *Verticillium albo-atrum*. *Appl. Biochem Biotechnol*, 174: 365-375.
- Kantschaveli LA, Gikashvili KG 1948. Materials for the study of "mal secco" or dying up of lemon trees in SSR. *Trudy Nauchno-Issledovatel's kogo. Instituta Zashchity Rastenii Gruzinskoi SSR*, 5:1-43
- Klotz LJ 1954. Mal Secco disease of Citrus.; *Citrus leaves*, January 1954
- Migheli Q, Cacciola SO, Balmas V, Pane A, Ezra D, Magnano di San Lio G 2009. Mal secco disease caused by *Phoma tracheiphila*: a potential threat to lemon production worldwide. *Plant Disease*, 93: 852-867
- Navarro N, Pina JA, Juarez J, Ballester-Olmos JF, Duran-Villa N, Guerri J, Moreno P, Ortega C, Navarro A, Arregui JM, Cambra M, Zaragoza S 2002. The Spanish varietal certification system. *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias*, Valencia, Spain
- Nigro F, Ippolito A, Salerno MG 2011. Mal secco disease of citrus: a journey through a century of research. *Journal of Plant Pathology*, 93(3): 523-560
- Özdemir KS 2019. Limon ağaçlarında uçkurutan hastalığı'na (*Phoma tracheiphila* kanc. & ghik.) karşı mikorizal funguslar ve dayanıklılık teşvik edicilerin etkinliğinin belirlenmesi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, 90 sy
- Petri L 1929. Sulla posizione sistematica del fungo parassita delle piante di limone affette da "mal secco" (in Italian). *Bolletino della Stazione di Patologia Vegetale*, 9: 393-396
- Ploetz RC, Perez-Martinez JM, Evans EA, Inch SA 2011. Towards fungicidal management of laurel wilt of avocado. *Plant Disease*, 95 (8): 977-982
- Salerno M, Cutuli G 1981. The management of fungal and bacterial diseases of citrus in Italy. *Proceeding of the 4th International Citrus Congress*, November 1981 Tokyo, Japan. The international Society of Citriculture, Vol I, Ed. Matsumoto K 1: 360-362
- Salerno M, Somma V 1971. Observatione on the systemic nature of benomyl in sour orange seedlings and results of trials against citrus Mal secco. *Phytoph. Mediterranea*, 10 (1): 99-106 (Rev. App. Pathology 50 (12): 674
- Solel Z, Pinkas Y, Shabi E 1977. Internal therapy of mal secco of lemon by pressure infection of fungicides. *Netherland J. Plant Pathology*, 83 (1): 383-391
- Solel Z, Spiegel-Roy P 1978. Methodology of selection of lemon clones for tolerans to mal secco (*Phoma tracheiphila*) *Phytoparasitica*, (6)3: 129-134
- Somma V, Cutuli G, Li Destri Nicosia O, Solerno M 1978. Accumulation e persistenza del benomyl e del metil-tiofanate in organi vegetativi e frutti di piante di limone trattate alla chioma. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1978, Catania Acireale, Italy:51-57
- Tusa N, Bosco SF, Nigro F, Ippolito A 2000. Response

of cybrids and somatic hybrid of lemon to *Phoma tracheiphila* infections. *HortScience*, (35)1: 125-127
Townsend GR. Heuberger JW 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27: 340-343

Twizeyimana T, McDonald V, Mayarquin JS, Wang DH, Na F, Akgül DS, Eskalen A 2013. Effect of fungicide application on the management of avocado branch canker (formerly *Dothiorella* canker) in California. *Plant Disease*, 97 (7): 897-902.