

Bitki Aktivatörü ve Fungisit Kombinasyonlarının Çim Alanlarında *Rhizoctonia solani* AG 4'e Etkilerinin Belirlenmesi

Filiz ÜNAL^{1*}, Yeşim EĞERCİ², İlker KURBETLİ³

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Hastalıkları Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

³T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Bölümü, Antalya, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 11.08.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 11.03.2024

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0003-4620-5397 orcid.org/0000-0002-3864-4958 orcid.org/0000-0001-8991-4412

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: filiz.unal@ogu.edu.tr

Öz: Bu çalışma, *Rhizoctonia solani* AG 4'e karşı etkili fungusitlerin ve bunların farklı dozlarının aktivatörlerle kombinasyonunun sonuçlarını tespit etmek ve düşük dozda fungusit kullanımı ile çevre dostu bir mücadele yöntemi tespit etmek amacıyla yapılmıştır. *In vitro* koşullarında fungusu karşı etkili bulunan iki fungusitin farklı dozlarının *Lactobacillus acidophilus*, *Arthrobacter* sp. ve Harpin Protein ile kombinasyonlarının etkisi öncelikle sera koşullarında saksı denemeleri ile belirlenmiştir. Antalya ve Ankara'da arazi koşullarında ise saksı denemelerinde başarılı bulunan iki kombinasyonun hastalığa karşı etkileri araştırılmıştır. Tarla koşullarındaki deneme sonuçlarına göre % 90.77 ile en yüksek etki *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) önerilen doz (100 mL da⁻¹) kombinasyonunda bulunurken bunu fungusit dozunun azaltıldığı % 88.37 etki ile *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) (50 mL da⁻¹) takip etmiştir. Hastalığa karşı tek başına kullanılan *Arthrobacter* sp., *Lactobacillus acidophilus*, ve Harpin Protein sırasıyla % 46.20, % 39.73 ve % 23.40 düşük etki değerleri ile sonlarda yer almıştır. Sonuç olarak düşük doz fungusit kullanılmasından dolayı çevre dostu bir mücadele uygulaması olarak *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) 1. alt doz (50 mL da⁻¹) uygulamasının, çim alanlarında *Rhizoctonia solani* AG 4 mücadelesi için etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Arthrobacter*, fungusit, çim, Harpin protein, *Lactobacillus acidophilus*

Determination of the Effects of Plant Activator and Fungicide Combinations on *Rhizoctonia solani* AG 4 in Turfgrass Areas

Abstract: This study was conducted with the aim of determining the results of effective fungicides against *Rhizoctonia solani* AG 4 and their combinations with different doses of activators, as well as identifying an environmentally friendly method of combating the disease using low fungicide doses. The effect of different doses of two fungicides, found to be effective against the fungus in *in vitro* conditions, in combination with *Lactobacillus acidophilus*, *Arthrobacter* sp., and Harpin Protein was initially determined through pot experiments under greenhouse conditions. The effects of two combinations, which were found to be successful in pot experiments, were investigated against the disease under field conditions in Antalya and Ankara. According to the trial results in field conditions, the highest efficacy was observed with the combination of *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) at the recommended dose (100 mL da⁻¹), with a percentage of 90.77. This was followed by the combination of *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) at a reduced fungicide dose (50 mL da⁻¹), which achieved an efficacy of 88.37%. When used alone against the disease, *Arthrobacter* sp., *Lactobacillus acidophilus*, and Harpin Protein exhibited low efficacy values of 46.20%, 39.73%, and 23.40%, respectively, placing them at the lower end. As a result, it has been concluded that the application of *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine) at the 1st lower dose (50 mL da⁻¹) can be effective in combating *Rhizoctonia solani* AG 4 in turf areas as an environmentally friendly control practice due to the use of low fungicide doses.

Keywords: *Arthrobacter*, fungicide, turfgrass, Harpin protein, *Lactobacillus acidophilus*

1. Giriş

Türkiye’de park, bahçe, rekreasyon ve piknik alanları ile çeşitli spor sahaları (golf vb.) gibi büyük yeşil alanların sayısı sürekli artmaktadır. Bununla birlikte bu yeşil alanların ana bileşenini teşkil eden çim bitkilerinin bakımı da aynı oranda büyük bir titizlik ve özeni gerektirmektedir. Bu anlamda çim alanlarında sorun oluşturan hastalıklar ve özellikle de *Rhizoctonia* türlerinin neden olduğu hastalıklar önemli yere sahiptir. *Rhizoctonia* cinsi dünyada ve Türkiye’de bitkisel üretimde sorun oluşturan virülensi yüksek ve polifag patojenlerden birisidir (Sneh ve ark., 1994; Aktaş, 2001). Çim alanlarında kök, kökboğazı çürüklüğü, yaprak lekeliği gibi hastalıklar çeşitli renk ve şekillerde yama belirtileri oluşturmaktadır (Smiley ve ark., 1992). *Rhizoctonia* türleri, farklı anastomosis grupları altında gruplandırılmakta olup; *Rhizoctonia solani* Kühn, AG BI grubunun AG 2’ye (Carling ve ark., 2002) entegre edilmesiyle AG 1-13 olarak adlandırılan 13 anastomosis grubuna ayrılmaktadır. Bu gruplar da kendi içerisinde 20 alt gruba AG 1 (IA, IB, IC, ID, IE), AG 2 (1, 2IIB, 2IV, 2-LP, 3), AG 3 (PT, TB, TM), AG 4 (HG-I, HG-II, HG-III), AG 6 (HG-I, GV) ve AG 9 (TP ve TX) şeklinde ayrılmıştır (Priyatmojo ve ark., 2001). Dünyada yapılan çalışmalarda da *R. solani* AG 1, 2, 4 ve 5 çim alanlarında sorun oluşturan anastomosis gruplarıdır (Martin ve Lucas, 1983). AG 1 ve AG 2-2 ise en yaygın gruplardır (Sneh ve ark., 1994). Türkiye’de çim alanlarında *R. solani*’ye ait AG 1, AG 2 (2-1, 2-2), AG 4 (HG I, HG II, HG III), AG 5 ve AG 7 anastomosis grupları saptanmıştır (Ünal ve ark., 2019a, b).

Hastalıklarla mücadelede fungusit kullanımı, yüksek ve hızlı etki gibi olumlu etkilere sahip olsa da; kullanım sonrasında denetimin olmaması, aşırı miktarda ve sık kullanılması, insan sağlığı ve çevreyi olumsuz şekilde etkilemesi, büyük ekonomik kayıplara sebep olması, patojenlerde dayanıklılığa yol açması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu durum, daha etkili ve aynı zamanda çevre ve insan sağlığına daha az zararlı alternatif uygulama arayışını hızlandırmıştır. Bu uygulamalardan birisi de hastalıklarla mücadelede bitki aktivatörlerinin kullanılmasıdır. Aktivatörler uygulandığında bitkide Sistemik Kazanılmış Dayanıklılık (SAR, Systemic Acquired Resistance) oluşmaktadır. Bu kazanılan dayanıklılık bitkilerde hastalıklara karşı geniş etki alanlı ve kalıcı bir bağışıklık oluşturmaktadır. Bitki aktivatörlerinin amaçlarından birisi de fungusit etkililiğini artırmaktır. Bu amaçla günümüzde, tarımsal üretimde bitki aktivatörleri ve/veya bunların fungusitlerle birlikte kullanımı bazı hastalıkların mücadelesinde başarılı şekilde kullanılmaktadır. Mücadelede aktivatörlerin kullanılma amaçları

pestisitlerin çevreye olan olumsuz etkilerini ve oluşabilecek dayanıklılık riskini azaltmakta ve dolayısıyla hastalıklarla mücadelede etkililiğinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Bitki aktivatörü ve fungusit ile yapılan bir çalışmada bitki aktivatörünün tek başına 30 g ha⁻¹ uygulanması durumunda % 60, bitki aktivatörü ve fenpropidin (375 g ha⁻¹) uygulamasında % 80 ve bitki aktivatörü+cyprodinil uygulamasında ise % 82 koruma sağlandığı belirtilmiştir (Quimette, 2012). Çim bitkisinin yeşil aksamından izole edilen bazı bakteriyel strainler sistemik dayanıklılık yoluyla çimde bazı yaprak, kök ve kök boğazı hastalığının kontrolünde etkili bulunmuştur. Örneğin; *Lysobacter enzymogenes* C3 straini, *Festuca arundinacea* çim çeşidinde kahverengi yama hastalığına neden olan *R. solani*’nin ve yaprak lekeliği hastalığına sebep olan *Bipolaris sorokiniana*’nın oluşturduğu nekrozların şiddetini engellediği ortaya konulmuştur (Giesler ve Yuen, 1998; Kilic-Ekici ve Yuen, 2003). Türkiye’de çim alanlarındaki *R. solani*’nin mücadelesine yönelik çalışma sayısı sınırlıdır (Albayrak ve Yıldız, 1991; Tosun ve Tuğran, 2011). Tosun ve Tuğran (2011), çimlerde kök ve kök boğazı hastalığına sebep olan *R. solani*’ye karşı bitki aktivatörü, biyolojik fungusit ve etkili fungusitlerden oluşan bazı mücadele programlarının hastalığa etkililiklerini araştırmışlar ve *Lactobacillus acidophilus* fermentasyon ürünü + (tolclofos methyl+thiram) + trifloxystrobin ile *Streptomyces lydicus* strain WYEC 108 + azoxystrobin uygulamalarının hastalığa karşı etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Tarımsal üretimin tüm alanlarında olduğu gibi çim sahalarında da etkili, çevre sağlığına zararsız ve ekonomik savaş yöntemleri geliştirme önemli ve gereklidir. Bu çalışmada, bitki aktivatörü ve fungusit kombinasyonlarının çim alanlarında hastalığa neden olan *Rhizoctonia solani* ile mücadelede etkileri hem sera hem de arazi koşullarında araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma yeri ve materyal

Çalışma, 2017 yılında *in vitro* (İzmir), sera (Ankara) ve iki farklı ilde (Ankara ve Antalya) arazi koşullarında yürütülmüştür. Sera ve arazi çalışmalarında *Lolium perenne* (% 25), *Festuca arundinacea* (% 25), *Agrostis stolonifera* (% 20), *Cynodon dactylon* (% 20), ve *Poa pratensis* (% 10) türlerine ait çim karışımından oluşan tohumlar kullanılmıştır. Denemelerde, Türkiye’de buğday, arpa ve sebzelerde ruhsatlı olan ve aynı zamanda dünyada çim alanlarında *R. solani*’ye ruhsatlı olan 5 fungusit kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. *In vitro* denemelerde kullanılan aktif maddeler ve doz aralıkları serisiTable 1. Active substances and series of dose ranges used in *in vitro* trials

Etkili madde	Kullanılan dozlar ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
Prothioconazole+Spiroxamine	0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30
Fosetyl+Propamocarb	0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30
Flutolanil	0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30
Metconazole	0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30
Thiophonate-methyl+Chlorotholanil	1, 3, 10, 30, 100

2.2. *In vitro*'da fungusitlerin etkinliklerinin belirlenmesi

Çalışmada fungusitlerin *R. solani*'ye *in vitro* koşullarda etkinlikleri saptanmıştır. Fungisitler ile öncelikle izolatan miselyal gelişimine karşı etkililikleri saptanmış ve en etkili dozlar belirlenerek etmenin seçilen fungusitlere duyarlılık seviyeleri belirlenmiştir. Etki yeri özelleşmiş fungusitlerde 0 (kontrol), 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10 ve 30 $\mu\text{g ml}^{-1}$ etkili madde doz aralıkları; etki yeri özelleşmemiş fungusitlerde ise 0 (kontrol), 1, 3, 10, 30 ve 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$ etkili madde doz aralıkları serisi kullanılmıştır (Tablo 1). Çalışmada, yüksek dozda hazırlanan stok solüsyonlarından seyreltmeler yapılarak gerekli fungusit dozları elde edilmiştir. Steril saf su kullanılarak 100, 1000 ve 10000 ppm'lik dozları elde edilebilecek şekilde stok solüsyonlar hazırlanmıştır (Dekker, 1982; Georgopoulos, 1982). Daha sonra bu stoklardan istenilen dozları oluşturmak amacıyla gerekli miktardaki fungusit solüsyonu, otoklava konularak steril edildikten (100 °C'de 20 dakika) sonra soğutulmuş olan besiyerlerine eklenmiştir (Delen ve ark., 1984). Farklı fungusit dozlarını içermeyen (kontrol) ve içeren besiyerleri (Potato Dextroz Agar, PDA), eşit miktarda Petri kaplarına dökülmüş ve donmaya bırakılmıştır. Daha sonra PDA besiyeri üzerinde gelişen kolonilerin hif uçlarından alınan 3-5 mm çapındaki agar diskleri farklı dozlarda fungusitler içeren bu besiyerlerine ekilerek 25 °C'de 5-6 gün inkübe edilmiştir. Çalışmalar, üç tekrarlı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. İnkübasyondan sonra yapılan çap ölçüm değerleri esas alınarak % 50 engelleme konsantrasyonu (ED50) ve miselyal gelişmeyi engelleyici en düşük doz (MIC: Minimum inhibitory concentration) değerlerine göre fungusitlerin etkililikleri ortaya konulmuştur (Delen

ve ark., 1984). ED50 değerleri, kontrole göre yüzde gelişim değerlerinin log-probit kağıda uygulanması ile bulunmuştur (Georgopoulos, 1982; Beevere ve ark., 1989).

2.3. Fungisit ve bitki aktivatörü kombinasyonlarının sera koşullarında *R. solani*'ye etkisinin belirlenmesi

Petri denemelerinde *R. solani*'ye en etkili bulunan 2 fungusitin, 3 aktivatör (*Arthrobacter* sp., *Lactobacillus acidophilus*, Harpin Protein) ile dönüşümlü kullanımlarının etkileri sera koşullarında araştırılmıştır (Tablo 2).

Sera denemeleri 3 bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde (sadece fungusit uygulaması); Petri deneme sonuçlarında hastalık için en etkili bulunan 2 fungusitin, etiketinde önerilen dozları ve iki alt dozları kullanılarak sera koşullarında etkililik düzeyleri araştırılmıştır. İkinci bölümde (sadece aktivatör uygulaması); belirlenen 3 aktivatör, etiketinde önerilen dozda uygulanarak etkililikleri belirlenmiştir. Üçüncü bölümde (aktivatör ve fungusit ardışıklı uygulaması) ise aktivatör ve fungusitlerin farklı dozları ilk önce aktivatörden başlayarak denemeye alınmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır (Tablo 2).

İnokulum hazırlığı çalışmalarında kepek içeren 500 ml'lik şişeler 121 °C'de 1'er saat süreyle ardarda 2 gün otoklavda steril edilmiştir. Patates dextroz agar besiyerinde geliştirilen *R. solani* kolonisinden alınan 5 mm çaplı diskler steril kepek içeren her bir şişeye 10'ar adet olmak üzere konulmuş ve kepekler fungusla inokule edilmiştir. Daha sonra şişeler 25 °C'de, 15-20 gün süreyle inkübe edilmiştir. Fungal inkübasyon tamamlandıktan sonra toprak sterilizatorunda steril edilmiş (121 °C'de 45 dakika) bahçe toprağı,

Tablo 2. Sera denemelerinde kullanılan fungusit ve aktivatörler ile uygulama dozları

Table 2. Fungicides and activators used in greenhouse trials and application doses

Etkili madde	Uygulama dozları
Prothioconazole+Spiroxamine	100 mL da ⁻¹ (önerilen doz), 50 mL da ⁻¹ (1. alt doz), 25 mL da ⁻¹ (2. alt doz)
Flutolanil	17.5 mL 100 L ⁻¹ (önerilen doz), 8.75 mL 100 L ⁻¹ (1. alt doz), 4.5 mL 100 L ⁻¹ (2. alt doz)
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	75 mL da ⁻¹
<i>Arthrobacter</i> sp.	50 mL 2 L ⁻¹ su (m ² 'ye 2.5 L su ile)
Harpin Protein	5 g da ⁻¹

yanmış çiflik gübresi ve ince kum (2:1:1) karışımı 12x12cm ebadındaki steril saksılara doldurulmuş ve şişeler içerisindeki inokulumlardan 1 kg toprağa 50 g olacak şekilde saksılara karıştırılmıştır. Her saksıya 30 çim tohumu ekilmiştir. Bitkiler 20 gün boyunca sera koşullarında 25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. Çalışmalar bir saksı bir tekerrür olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Sadece fungusit uygulamalarında saksılara çim tohumları ekilmiş; ekimden 1 hafta sonra fungusit uygulaması yapılmış ve bir gün sonra da toprağa patojen fungus inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Sadece aktivatör uygulamalarında ilk önce saksılara tohum ekimleri yapılmış, yedi gün sonra aktivatör uygulanmış ve bundan bir hafta sonra toprağa patojen fungus inokulasyonu yapılmıştır. Aktivatör-fungisit ardışıklı uygulamalar tohumlar ekildikten yedi gün sonra önce etiketinde önerilen doz kullanılarak aktivatör ile başlamış, yedi gün sonra inokulum eklenmiş, yedi gün sonra bir kez fungusit uygulaması yapılmıştır. Kontrol saksılarına tüm uygulamalar sadece su ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeler, son uygulamadan 15 gün sonra gelişen fidelerin kök ve hipokotilleri incelenerek (Ünal, 2013), Ichievich-Auster ve ark. (1985) tarafından bildirilen skalaya göre (0= Sağlıklı bitki, 1= % 1-10, 2= % 11-30, 3= % 31-50, 4= % 51-80 hipokotil enfeksiyonu ve/veya bitki boyunda kısalma, 5= ölü bitki ve/veya çimlenmemiş tohum) yapılmıştır.

Tüm denemelerde bitkilerden tekrar izolasyon işlemi gerçekleştirilerek etmenin reizolasyonu yapılmıştır. Hastalık şiddeti (%) değerleri Townsend Heuberger formülü ile hesaplanmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943). Hastalık şiddeti değerleri Abbott formülüne uygulanarak ilaçların etkililikleri (%) saptanmıştır.

2.4. Fungisit ve bitki aktivatörü kombinasyonlarının arazi koşullarında *R. solani*'ye etkisinin belirlenmesi

Arazi koşullarındaki mücadele çalışmalarının nasıl ve hangi preparatlarla yapılacağına, serada yapılan denemelerden elde edilen sonuçlara göre karar verilmiştir. Sera denemelerinde hastalık için en etkili bulunan 2 kombinasyon, sera denemelerinde yapıldığı şekilde, arazide uygulanmıştır. Arazi denemeleri farklı 2 ilde (Ankara ve Antalya), her tekerrür 2x2= 4 m² olan parsellerde yapılmıştır. Funguslar parsellere suni inokulasyon yoluyla (serada uygulanan metotla) bulaştırılmıştır. Deneme alanına m²'ye 50 gram çim tohumu gelecek şekilde ekimler yapılmıştır. Daha sonra, önceden hazırlanan ve eşit oranda kum + bahçe toprağı + yanmış çiftlik gübresi içeren toprak harcı, kapak olarak bir santimetreyi geçmeyecek şekilde tohumların üzerine serpilmiş ve baskı

tahtası ile bastırılmıştır. Ekimden hemen sonra sulama yapılmıştır. Ekilen tohumların iyi çimlenebilmesi için her gün sulamaya devam edilmiştir. Uygulamalar ilk olarak aktivatör ile başlamıştır. Yedi gün sonra kepekte geliştirilmiş inokulum kapak olarak uygulanan toprak harcının yüzeyine serpilerek bulaştırılmış ve 2 hafta sonra bir defa fungusit uygulaması serada en etkili bulunan dozla yapılmıştır. Kontrol parsellerine uygulamalar steril saf su ile yapılmıştır. Tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup; her blok 2 program, negatif kontrol, pozitif kontrol olmak üzere 12 parselden oluşmuştur. Denemelerde hastalıklı bitkilerden reizolasyonlar yapılmıştır.

2.5. İstatistiksel değerlendirmeler

Sera denemelerinden elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre, tarla denemesinden elde edilen veriler ise tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan verilerin ortalamaları Duncan testi ile kontrol edilmiştir (Yurtsever, 1984).

3. Bulgular

3.1. *In vitro*'da fungusitlerin etkinlikleri

Rhizoctonia solani izolatına, 5 fungusitin farklı dozlarının etkinlikleri araştırılmıştır. Tablo 3'te *R. solani* izolatının MIC ve ED50 değerleri verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, *in vitro* koşullarda Thiophonate-methyl+Chlorotholanil ve Fosetyl+Propamocarb *R. solani* 'nin miselyal gelişimini yüksek dozlarda bile engelleyememiştir. Her iki fungusite karşı da ED50 değerleri >30 µg ml⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Prothioconazole+Spiroxamine ve Flutolanil, fungusun miselyal gelişimini önemli ölçüde engellemişlerdir. Prothioconazole+Spiroxamine için ise ED50 değeri 0.35 µg ml⁻¹ olarak bulunurken, Flutolanil etkili maddesinde ED50 değeri 0.4 µg ml⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. *Rhizoctonia solani* izolatının uygulanan fungusitlere karşı gösterdiği ED50 ve MIC değerleri
Table 3. ED50 and MIC values of *R. solani* isolate against applied fungicides

Fungisitler	ED50 (µg ml ⁻¹)	MIC (µg ml ⁻¹)
Flutolanil	0.4	3
Prothioconazole+Spiroxamine	0.35	10
Metconazole	4	>30
Fosetyl+Propamocarb	>30	>30
Thiophonate-methyl+Chlorotholanil	38	>100

MIC değerlerine bakıldığında, *R. solani* izolatu üzerinde en etkisiz fungusitler

Fosetyl+Propamocarb, Metconazole ve Thiophonate-methyl+Chlorotholanil olmuştur. Fosetyl+Propamocarb ve Metconazole etkili maddeli preparatlarda MIC değerleri $>30 \mu\text{g ml}^{-1}$ bulunurken, Thiophonate-methyl+Chlorotholanil de MIC değerleri $>100 \mu\text{g ml}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Miselyal gelişmeyi engelleme bakımından en etkili preparatlar ise Flutolanil (MIC= $3 \mu\text{g ml}^{-1}$) ve Prothioconazole+Spiroxamine (MIC= $10 \mu\text{g ml}^{-1}$) olmuştur (Tablo 3).

İzolatan Petrilerdeki miselyal gelişimleri fungusun gelişen koloni çapları ölçülmek suretiyle kontrol Petrileriyle karşılaştırılarak fungusitlerin % etkileri de hesaplanmıştır (Tablo 4).

Thiophonate-methyl+Chlorotholanil ve Fosetyl+Propamocarb *in vitro* koşullarda en etkisiz preparatlar olmuştur. Thiophonate-methyl+Chlorotholanil $100 \mu\text{g ml}^{-1}$ dozunda bile etkisiz bulunmuştur. Prothioconazole+Spiroxamine ve Flutolanil ise doz arttıkça başarı sağlamıştır. Flutolanil 3, 10 ve $30 \mu\text{g ml}^{-1}$ dozlarında % 100 etki sağlarken, Prothioconazole+Spiroxamine'de 10 ve $30 \mu\text{g ml}^{-1}$ dozlarında % 100 etkili bulunmuştur (Tablo 4).

Petri denemeleri sonucunda, *R. solani*'ye en etkili iki fungusit Flutolanil ve Prothioconazole+Spiroxamine etkili maddeli fungusitler olmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda, Petri denemelerinde en etkili bulunan bu fungusitler ile sera koşullarında çalışmaya devam edilmiştir.

3.2. Fungisit ve bitki aktivatörü kombinasyonlarının sera koşullarında *R. solani*'ye etkisi

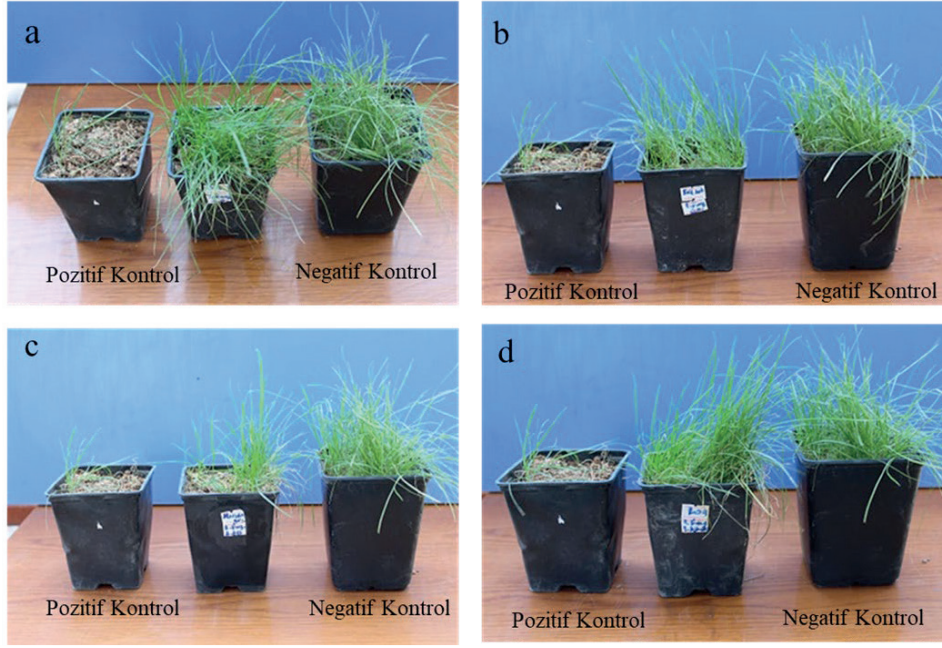
Sera çalışmalarında, Petri denemelerinde *R. solani*'ye en etkili bulunan Prothioconazole+Spiroxamine ve Flutolanil etkili maddeli fungusitlerin ve bunların üç aktivatör (Harpin, *Arthrobacter* sp., *L. acidophilus*) ile dönüşümlü şekilde kullanılarak etkileri araştırılmıştır. Prothioconazole+Spiroxamine ve Flutolanil etkili maddeli fungusitlerin her ikisi de

sera denemelerinde önerilen dozlarında tek başına kullanıldığında sırasıyla % 86.83 ve % 83.70 etki değerleri göstermiş ve istatistik olarak farklı gruplarda yer almıştır. Prothioconazole+Spiroxamine etkili maddeli fungusitin Flutolanile göre sera koşullarında etki değerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Aynı fungusitlerin 1. alt dozlarında ise sırasıyla % 85.40 ve % 77.50 etki değerleri bulunmuş ve istatistik olarak yine farklı gruplarda yer almışlardır. Her iki fungusitin 2. alt dozlarının etki değerleri ise sırasıyla % 58.10 ve % 52.69 ile istatistik olarak farklı gruplarda yer almışlardır. İki fungusit için her üç doz (önerilen, 1. ve 2. alt dozlar) etki değerleri değerlendirildiğinde Prothioconazole+Spiroxamine öne çıkmıştır. Aynı fungusitin *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz) uygulaması % 90.77 engelleme değeri ile en etkili kombinasyon olmuştur (Şekil 1). Fungisit bir alt dozunun kullanıldığı *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz) uygulaması ise % 88.37 ile 2. sırada yer almıştır. Genel olarak ele alındığında fungusitlerin 1. ve 2. alt dozları ile aktivatörlerin kombine uygulandığı saksılar, sadece patojen uygulanan pozitif kontroller ile karşılaştırıldığında, kombine uygulamalar yapılan saksılarda patojenin zararını engelleme bakımından etki yüksek bulunmuştur. Yüksek etkiler, saksılarda gözlemsel olarak da farkedilmiştir (Şekil 1). İkinci alt doz fungusit kullanılan kombinasyonlarda ise pozitif kontrol saksılarıyla karşılaştırıldığında etki daha düşük gözlenmiştir (Şekil 1). Çalışmada Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz % 86.83 etki ile 3. sırada yer almış, bunu, % 86.10 yakın etki değeri ile diğer fungusitin yer aldığı *Arthrobacter* sp.- (Flutolanil önerilen doz) programı takip etmiştir. Aktivatörlerin tek olarak uygulandığı denemelerde, *Arthrobacter* sp., *Lactobacillus acidophilus* ve harpin proteinin sırasıyla % 46.20, % 39.73 ve % 23.40 etki değerleri ile hastalığa karşı etkileri düşük bulunsun da bitkilerin gelişiminde (boy, yaprak uzunluğu, renk gibi) olumlu etkiler gözlenmiştir (Şekil 1, Tablo 5).

Tablo 4. *In vitro* denemelerde kullanılan fungusitlerin farklı dozlarının *R. solani* izolatanın miselyal gelişimleri üzerine etkinlikleri (%)

Table 4. The efficiency of different doses of fungicides used in *in vitro* trials on mycelial growth of *R. solani* isolate (%)

Dozlar ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Metconazole	Flutolanil	Prothioconazole+Spiroxamine	Fosetyl+Propamocarb	Thiophonate-methyl+Chlorotholanil
0.01	4.71	2.78	10.14	1.54	-
0.03	13.20	2.78	10.67	1.54	-
0.1	24.32	2.78	13.41	2.70	-
0.3	32.75	40.98	45.95	10.39	-
1	42.55	78.65	74.33	12.70	1.50
3	49.50	100	82.10	11.54	1.50
10	56.87	100	100	11.54	42.84
30	70.59	100	100	14.24	47.32
100	-	-	-	-	55.23



Şekil 1. Sera denemelerinde uygulanan bazı aktivator-fungisit uygulamaları: (a) *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz), (b) *Lactobacillus acidophilus*- (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz), (c) Harpin Protein-(Flutolanil 2. alt doz), (d) *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)

Figure 1. Some activator-fungicide applications applied in greenhouse trials: (a) *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine recommended dose), (b) *Lactobacillus acidophilus*- (Prothioconazole+Spiroxamine recommended dose), (c) Harpin Protein-(Flutolanil 2nd subdose), (d) *Arthrobacter* sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine 1st subdose)

Tablo 5. *Rhizoctonia solani* ile serada yapılan denemeler sonucu elde edilen etki değerleri
Table 5. Effect values obtained as a result of trials with *R. solani* in greenhouse

<i>Rhizoctonia solani</i> AG 4'e karşı yapılan uygulama kombinasyonları	Etki (%)*
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz)	90.77 ^a
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)	88.37 ^{ab}
Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz	86.83 ^{abc}
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Flutolanil önerilen doz)	86.10 ^{abcd}
Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz	85.40 ^{abcd}
Flutolanil önerilen doz	83.70 ^{abcde}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz)	81.80 ^{abcde}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Flutolanil önerilen doz)	80.20 ^{abcde}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)	80.17 ^{abcde}
Harpin Protein- (Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz)	79.17 ^{abcde}
Flutolanil 1. alt doz	77.50 ^{bcde}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Flutolanil 1. alt doz)	75.63 ^{cdef}
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Flutolanil 1. alt doz)	74.93 ^{def}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Flutolanil 2. alt doz)	74.80 ^{def}
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Prothioconazole+Spiroxamine 2. alt doz)	74.40 ^{def}
Harpin Protein- (Flutolanil önerilen doz)	72.60 ^{ef}
Harpin Protein- (Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)	65.93 ^{fg}
Prothioconazole+Spiroxamine 2. alt doz	58.10 ^{gh}
<i>Arthrobacter</i> sp.- (Flutolanil 2. alt doz)	57.77 ^{gh}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> - (Prothioconazole+Spiroxamine 2. alt doz)	56.43 ^{ghi}
Flutolanil 2. alt doz	52.69 ^{hij}
Harpin Protein- (Flutolanil 1. alt doz)	50.13 ^{hijk}
<i>Arthrobacter</i> sp.	46.20 ^{ijkl}
Harpin Protein- (Prothioconazole+Spiroxamine 2. alt doz)	43.13 ^{ijkl}
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	39.73 ^{kl}
Harpin Protein- (Flutolanil 2. alt doz)	36.83 ^l
Harpin Protein	23.40 ^m

*: Farklı harf ile gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

3.3. Fungisit ve bitki aktivatörü kombinasyonlarının arazi koşullarında *R. solani*'ye etkisi

Arazi koşullarındaki mücadele çalışmalarının nasıl ve hangi preparatlarla yapılacağına, serada yapılan denemelerden elde edilen sonuçlara göre karar verilmiştir. Arazi çalışmaları Ankara ve Antalya ilinde olmak üzere 2 lokasyonda yapılmıştır. *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz) ve *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz) uygulaması kombinasyonu denenmiştir.

Ankara ilinde *R. solani*'ye karşı *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine önerilen

doz-100 ml da⁻¹) kombinasyonu ortalama etki değeri % 86 olarak hesaplanırken, bir alt doz fungusit uygulanan *Arthrobacter* sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz-50 ml da⁻¹) kombinasyonunda etki % 83.38 olarak hesaplanmıştır. Her iki sonuç arasında istatistik olarak fark bulunmamıştır. Antalya ilinde de bu iki kombinasyon arasında uygulanan kombinasyonlar arasında benzer sonuçlar elde edilmiş ve sonuçlar arasında istatistik olarak fark görülmemiştir (Tablo 6). Sonuç olarak *R. solani*'nin mücadelesinde aktivatörle birlikte mücadele programı oluşturulurken fungusitlerin önerilen dozu yerine bir alt dozunun dönüşümlü olarak kullanılmasının hastalığın mücadelesinde kullanılabileceği gözlenmiştir.

Tablo 6. Ankara ve Antalya illerinde *R. solani* ile yapılan arazi denemeleri sonucu elde edilen etki değerlerinin istatistik analizi

Table 6. Statistical analysis of the effect values obtained as a result of area trials with *R. solani* in Ankara and Antalya provinces

Lokasyon	Uygulama	Ortalama±Standart hata	VK
Ankara	<i>Arthrobacter</i> sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz)	86.00±1.629	3.281
	<i>Arthrobacter</i> sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)	83.38±1.996	4.147
P değeri		0.367	
Antalya	<i>Arthrobacter</i> sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine önerilen doz)	90.70±2.261	4.317
	<i>Arthrobacter</i> sp.-(Prothioconazole+Spiroxamine 1. alt doz)	86.60±1.270	2.540
P değeri		0.189	

VK: Varyasyon katsayısı

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonucunda hem tek başına hem de aktivatörlerle birlikte kullanıldığında en etkili bulunan Prothioconazole ve Spiroxamine etkili maddeli fungusit tek yer engelleyici (modern) fungusitler arasında yer almaktadır. Prothioconazole deMetilasyon engelleyiciler (DeMethylation Inhibitors, DMI) grubunda, spiroxamine ise Amine grubunda yer alan sistemik etkili koruyucu ve tedavi edici özelliğe sahip fungusitlerdir. Her ikisi de hedef fungusun sterol biyosentezini engelleyerek etki göstermektedir. Steroller funguslarda membran fonksiyonlarında, yapısal olayların regüle edilmesinde ya da steroid hormonların sentezlenmesinde görev almaktadır ve yaşamsal öneme sahiptir. Türkiye'de hububatta külleme, septorya, kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerine karşı ruhsatlıdır (Delen, 2008). DeMetilasyon engelleyici grubu fungusitlerin yapılan çalışmalarda bazı çim hastalıklarına karşı oldukça etkili olduğu fakat bu grup fungusitlerin yüksek oranda dayanıklılık riski taşıdıkları belirlenmiştir. Bu nedenle hem etkililiği hem de dayanıklılık riskini azaltmak için bu fungusitlerin bu çalışmada olduğu gibi diğer biyolojik preparatlarla karışım halinde ya da ardışıklı olarak kullanılmaları tavsiye edilmektedir (Corwin ve ark., 2007; Vincelli ve

ark., 2017; Duraisamy ve ark., 2022). Nitekim çimde *R. solani*'ye karşı bazı bitki aktivatörü, biyofungisit ve fungusitlerin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada en yüksek etki bakteriyel etkili maddeli biyofungisit ve kimyasal fungusit kombinasyonları olan *Lactobacillus acidophilus*+tolclofos methylthiram+trifloxystrobin ve *Streptomyces lydicus* strain WYEC 108+Azoxytrobin da gözlenmiştir (Tosun ve Tuğran, 2011). Mevcut çalışmada da benzer şekilde *Rhizoctonia solani*'ye karşı en yüksek etki *Arthrobacter* sp. ve Prothioconazole+Spiroxamine kombinasyonunda gözlenmiştir.

Çalışmada, biyopreparatlar tek olarak uygulandıklarında hastalığa karşı etkileri düşük bulunmuş; fakat, Amerika Birleşik Devletleri'nde çim alanlarında yapılan bir çalışmada, *Lysobacter enzymogenes* C3 bakteriyel straininin, *Festuca arundinacea* çim çeşidinde kahverengi yama hastalığına neden olan *R. solani*'nin oluşturduğu nekrozların şiddetini engellediği saptanmıştır (Giesler ve Yuen, 1998; Kilic-Ekici ve Yuen, 2003). Sonuçlardaki farklılığın bakteriyel türünün farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Farklı bakteriyel türleri içeren biyopreparatların hastalığın mücadelesinde etkilerinin daha sonra yapılacak çalışmalarda ortaya konulması hastalıkla

mücadelede hem çevre dostu hemde sürdürülebilir mücadele yöntemi olması yönüyle önem arz etmektedir.

Bu çalışmada fungusit ve aktivator kombinasyonlarının sera deneme sonuçlarında etkili bulunan *Arthrobacter* cinsi bakteriler topraktaki en yaygın bakterilerdendir. Topraktaki serbest fosforu çözmesi, azotu bağlaması, fito hormon ve enzim üretmesi topraktaki gibi direk etkileri ile bitki gelişimini olumlu yönde etkileyen yeteneklerinin yanısıra, bitkilerde sistemik dayanıklılığı artırması, yer ve besin yarışında galip gelerek patojen gelişimini baskılaması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenlerin ve zararlıların gelişimini inhibe etmesi gibi indirek etkileri ile bilinirler (Huiling ve ark., 2014). Son yıllarda yapılan çalışmalar *Arthrobacter* spp.'nin bitkisel üretimde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Huiling ve ark., 2014; Çetintaş ve Kara, 2016; Town ve ark., 2016).

Bu çalışmada *R. solani*'ye karşı yapılan denemede *Arthrobacter* sp. tek başına kullanıldığında kontrole göre azda olsa hastalığı engellediği (% 46.20) gözlenirse de, fungusitlerin 1. ve 2. dozları ile bile kullanıldığında etkinin % 70'lere çıktığı belirlenmiştir. Fungisitlerin azaltılarak özellikle de 2. alt dozlarının biyofungisitlerle birlikte kullanıldığı ve % 70 üzerinde etki gözlenen kombinasyonlar hem çevre dostu hem de insan sağlığı bakımından olumlu etkileri olmaları sebebiyle dikkat çekicidir. Nitekim farklı konukçularda yapılan benzer bazı çalışmalarda hıyar, çeltik, buğday ve biberde aktivatör+fungisit kullanımında hastalıklarla mücadelede etkili sonuçlar elde edilmiştir (Karavaş, 2002; Akbudak ve Tezcan, 2006; Dereboylu ve Tort, 2010).

Arazi çalışmalarının yürütüldüğü Ankara ili karasal iklimin, Antalya ili ise Akdeniz ikliminin hakim olduğu illerdir. Her iki ilde yürütülen çalışmalar sonucunda uygulanan her iki kombinasyonda da patojene karşı etki değerlerinin yakın bulunması iklimsel farklılıkların bir biopreparat-fungisit karışımı olan uygulama sonuçlarında farklılık yaratmadığı sonucuna varılmıştır. Arazi çalışmaları biyolojik preparatların farklı lokasyonlarda *R. solani*'nin mücadelesinde fungusitlerle birlikte kullanılabilceği sonucunu da ortaya koymaktadır. Bu konuda daha fazla çalışma yürütülmelidir.

Bu çalışmada fungusitlerin önerilen ve düşük dozlarının biyolojik aktivatörlerle birlikte kullanımının, çim alanlarında önemli sorunlara yol açan patojenlerden birisi olan *R. solani* AG 4'ün kontrolüne etkileri araştırılmış ve hem önerilen hemde düşük dozların aktivatörlerle birlikte

kullanımlarında etkili sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların ilaçlama programlarında fungusitler ile birlikte yer almaları hastalığın kontrolünde etkili olacaktır. Bu şekilde hazırlanan ilaçlama programlarının herhangi bir dayanıklılık ve kalıntı riski taşımamaları ve çevre dostu olmaları nedeniyle de entegre hastalık yönetiminde bitki hastalıklarıyla savaşmada önemli bir rol oynayacaktır.

Etik Beyanı

Yazarlar, bu araştırma için etik onay gerekmediğini beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından TOVAG-114O400 nolu proje ile desteklenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Fikir/Hipotez, Materyal, Yöntem, Araştırma, Veri Analizi, Görselleştirme, Yürütücü, Proje Yönetimi, Finansman Temini, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, F. ÜNAL; Materyal, Yöntem, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, Y. EĞERCİ; Materyal, Yöntem, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, İ. KURBETLİ. Tüm yazarlar, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Akbudak, N., Tezcan, H., 2006. Bitkisel üretimde ve bitki korumada yeni bir etken madde: Harpin. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 39-43.
- Aktaş, H., 2001. Önemli Hububat Hastalıkları ve Sürvey Yöntemleri. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Albayrak, G., Yıldız, M., 1991. Çimlerdeki bazı hastalık etmenleriyle ilaçlı savaşım olanakları üzerinde çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Beevere, R.T., Laracy, E.P., Park, H., 1989. Strains of *B. cinerea* resistant to dicarboximade and benzimidazole fungicides in New Zeland Vineyards. *Plant Pathology*, 39(3): 427-437.
- Carling, D.E., Kuninaga, S., Brainard, K.A., 2002. Hyphal anastomosis reactions, rDNA-internal transcribed spacer sequences, and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* anastomosis group-2 (AG-2) and AG-BI. *Phytopathology*, 92(1): 43-50.

- Corwin, B., Tisserat, N., Fresenburg, B., 2007. Integrated Pest Management. Identification and Management of turfgrass diseases. Plant Protection Programs College of Agriculture, Food and Natural Resources, Columbia.
- Çetintaş, R., Kara, H., 2016. *Arthrobacter* (ROA) ve kadife çiçeği (*Tagetes patula*) ekstraktlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) popülasyonuna karşı etkinliği. *Journal of Agriculture and Nature*, 19(2): 221-226.
- Dekker, J., 1982. Counter measures for avoiding fungicide resistance. In: J. Dekker and S.G. Georgopoulos (Eds.), *Fungicide Resistance in Crop Protection*, Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp. 177-178.
- Delen, N., 2008. Fungisitler (1. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Nobel Yayın No: 1360, Ankara.
- Delen, N., Yıldız, M., Maraite, H., 1984. Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 49(2a): 153-161.
- Dereboylu, A.E., Tort, N., 2010. Bazı aktivatör ve fungisit uygulamalarının *Cucumis sativus* L. (hıyar) bitkisinde verim-kalite üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 31(1): 30-42.
- Duraisamy, K., Ha, A., Kim, J., Park, A.R., Kim, B., Song, C.W., Song, H., Kim, J.C., 2022. Enhancement of disease control efficacy of chemical fungicides combined with plant resistance inducer 2,3-butanediol against turfgrass fungal diseases. *The Plant Pathology Journal*, 38(3): 182-193.
- Georgopoulos, S.G., 1982. Detection and measurement of fungicide resistance. In: J. Dekker and S.G. Georgopoulos (Eds.), *Fungicide Resistance in Crop Protection*, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp. 24-31.
- Giesler, L.J., Yuen, G.Y., 1998. Evaluation of *Stenotrophomonas maltophilia* strain C3 for biocontrol of brown patch disease. *Crop Protection*, 17(6): 509-513.
- Huiling, F.Y., Wei, Y., Zou, M., Li, F., Wang, J., Chen, L., Zhang, Z., Liu, L.D., 2014. Research Progress on the *Actinomyces Arthrobacter*. *Advances in Microbiology*, 4(12): 747-753.
- Ichielevich-Auster, M., Sneh, B., Koltin, Y., Barash, I., 1985. Pathogenicity, host specificity and anastomosis groups of *Rhizoctonia* spp. isolated from soils in Israel. *Phytoparasitica*, 13: 103-112.
- Karavaş, B., 2002. Fungisit, bitki aktivatörü ve bitki stimulantının biber bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) anatomik ve morfolojik yapısı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- Kilic-Ekici, O., Yuen, G.Y., 2003. Induced resistance as a mechanism of biological control by *Lysobacter enzymogenes* strain C3. *Phytopathology*, 93(9): 1103-1110.
- Martin, S.B., Lucas, L.T., 1983. Pathogenicity of *Rhizoctonia zeae* on tall fescue and other turfgrasses. *Plant Disease*, 67: 676-678.
- Priyatmojo, A., Escopalao, V.E., Tangonan, N.G., Pascual, C.B., Suga, H., Kageyama, K., Hyakumachi, M., 2001. Characterization of a new subgroup of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 1 (AG-1-ID), causal agent of a necrotic leaf spot on coffee. *Phytopathology*, 91(11):1054-1061.
- Quimette, D., 2012. Fungicide resistance in *Erysiphe necator*-Monitoring, detection and management strategies. In: T.S. Thind (Ed.), *Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and Management*; CABI: Wallingford, UK, pp. 32-43.
- Smiley, W.R., Dernoeden, H., Clarke, B.B., 1992. Compendium of Turfgrass Diseases (Second Edition). American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A., 1994. Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Pres, St. Paul, Minnesota.
- Tosun, N., Tuğran, C., 2011. Çim alanlarında sorun olan kök ve kök boğazı hastalığının (*Rhizoctonia solani* Kühn.) savaşımında ilaçlama programlarının etkinliğinin araştırılması. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(1): 26-35.
- Town, J., Audy, P., Boyetchko, S.M., Dumonceaux, T.J., 2016. High-quality draft genome sequence of *Arthrobacter* sp. OY3WO11, a strain that inhibits the growth of *Phytophthora infestans*. *Genome Announc*, 4(3): e00585-16.
- Townsend, G.R., Heuberger, J.W., 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27(17): 340-343.
- Ünal, F., 2013. İç Anadolu Bölgesi buğday üretim alanlarındaki *Rhizoctonia* türlerinin, anastomosis gruplarının ve bazı buğday çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünal, F., Eğerci, Y., Tülek, S., Bingöl, M.Ü., Kurbetli, İ., Öztürk, Ö., Ünlü, A., Dolar, F.S., 2019a. Identification, pathogenicity and phylogenetic evaluation of *Rhizoctonia* species in turfgrass areas in Turkey. *1st International Molecular Plant Protection Congress*, Abstract Book, 10-13 April, Adana, p. 44.
- Ünal, F., Öztürk, Ö., Eğerci, Y., Tülek, S., Bingöl, M.Ü., Kurbetli, İ., Ünlü, A., Dolar, F.S., 2019b. First report of brown patch disease caused by *Rhizoctonia solani* AG 1 on turfgrasses in Turkey. *1st International Molecular Plant Protection Congress*, Abstract Book, 10-13 April, Adana, p. 4.
- Vincelli, P., Clarke, B., Munshaw, G., 2017. Chemical Control of Turfgrass Diseases 2017. Kentucky and Rutgers Cooperative Extension Joint Publication PPA-1, USA.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.

ALINTI: Ünal, F., Eğerci, Y., Kurbetli, İ., 2024. Bitki Aktivatörü ve Fungisit Kombinasyonlarının Çim Alanlarında *Rhizoctonia solani* AG 4'e Etkilerinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 11(1): 1-9.

CITATION: Ünal, F., Eğerci, Y., Kurbetli, İ., 2024. Determination of the Effects of Plant Activator and Fungicide Combinations on *Rhizoctonia solani* AG 4 in Turfgrass Areas. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 11(1): 1-9. (In Turkish).