



Patateslerde kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı (*Rhizoctonia solani*)'nin kimyasal ve biyolojik yöntemlerle mücadele olanaklarının araştırılması

Investigation of chemical and biological control possibilities of stem canker and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases in potatoes

Aysel Zübeyde ERDEVİL¹ , Ali ERKILIÇ¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam-Adana, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1080205](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1080205)

Geliş tarihi/Received:28.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.04.2022

Keywords:

Potato, *Rhizoctonia solani*, fungicide, activator, biological control.

 Corresponding author: A.Z. ERDEVİL

 erdevilay@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In this study, it was aimed to determine the effects of various chemical fungicides, plant activators and biological preparats on the suppression of mycelial growth and disease incidence caused by stem canker and black scurf disease agent *Rhizoctonia solani*.

Methods and Results: In the experiment, the effects of fungicides (flutolanil, fluxapyroxad, fludioxonil, penflufen+Prothiconazole and tolclophos-methyl+thiram) and plant activators (ISR-2000, Crop-set, Aliette and Messenger Gold) on the mycelial growth of *R. solani* were determined under laboratory conditions. The antagonistic effects of biofungal and biobacterial preparats (T-22 Planter Box, Triunum-p, Serenade and Cedriks) against *R. solani* were also investigated. The effects of chemicals and biological preparats on the disease of *R. solani* were evaluated with micro-plot trials. According to the *in vitro* results; fungicides tolclophos-methyl+thiram and flutolanil inhibited mycelial growth 100% from 5 ppm. Among plant activators, the highest fungicidal effect was caused in Aliette with 31.5% inhibition at 1000 ppm. Commercial biofungal preparat *Trichoderma harzianum*, suppressed mycelial growth at varying rates between 3.8% and 66.9%. Commercial biobacterial preparats, *Pseudomonas fluorescens* (Cedriks) and *Bacillus subtilis* (Serenade) inhibited mycelial growth by 82.9% and 59.4% respectively. According to the results of micro plot experiments, the most successful treatments were determined as tolclophos-methyl+thiram, foseetyl-al and *P. fluorescens*.

Conclusions: Among tested treatments, Tolclophos-methyl+thiram, foseetyl-Al and *P. fluorescens* treatments significantly suppressed the growth of *R. solani* both *in vitro* and *in vivo*.

Significance and Impact of the Study: Although fungicides were found to be quite effective in laboratory conditions, they showed similar fungicidal effect as shown by plant activators and biopreparats in field conditions. Considering this effect, it is possible to say that plant activators and biopreparats may have potential as an alternative control method to registered fungicides.

Atıf / Citation: Erdevil AZ, Erkılıç A (2022) Patateslerde kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı (*Rhizoctonia solani*)'nin kimyasal ve biyolojik yöntemlerle mücadele olanaklarının araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 253-265. DOI: 10.37908/mkutbd.1080205

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), geçmişten günümüze Dünya'da ve Türkiye'de insanların temel besin kaynaklarından olan yumru köklü bir bitki türüdür. Patates; içerdiği yüksek besin değeri, endüstride kullanım olanaklarının geniş olması ve çeşitli iklimlere kolay uyum sağlayabilmesi nedeniyle çoğu ülke tarafından sebze olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Yılmaz ve ark., 2006).

Dünya'da patates üretiminin büyük bir bölümü dört ülke tarafından gerçekleştirilmekte olup bu ülkelerin başında %25 üretim oranıyla Çin gelmektedir. Bunu %14 ile Hindistan, %6 ile Rusya ve %5'lik pay ile Ukrayna takip etmektedir. Türkiye ise %1.34 üretim oranıyla bu listede 17. sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Türkiye'de patates; gıda sanayisi (dondurulmuş ürünler, cips vb.), hayvan yemi olarak kullanılması ve taze tüketimi ile geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunların yanı sıra önemli bir bölümünün ihraç edilmesi nedeniyle de ülke ekonomisinde önemli bir payı vardır. Niğde, Konya ve Afyonkarahisar illeri patates üretiminde önde gelen iller olup bu illerin ülke üretimindeki toplam payı %36'dır (TÜİK, 2020).

İnsan hayatında üretimi, tüketimi ve ekonomik değeriyle önemli bir yere sahip olan patatesin, üretimini ve verimini sınırlandıran birçok zararlı böcek türü ve hastalık etmeni bulunmaktadır. Bu hastalık etmenlerinden *Rhizoctonia solani*, patateslerde Kök Boğazı Nekrozu ve Siyah Siğil Hastalığı'na neden olan hem tohum hem de toprak kökenli fungal bir patojendir. *R. solani*, patates bitkisinin tüm vejetasyon dönemi boyunca çevre koşullarının uygun olması halinde patates bitkilerinin toprak altı organlarında infeksiyonlara neden olabilmektedir. Bu infeksiyonların neden olduğu belirtileri yumrularda siyah kabuk oluşumu, gövde ve stolon yaraları, filiz infeksiyonları şeklinde gruplandırmak mümkündür. İnfeksiyonlar genellikle tohumluk yumrunun filizlenmesi ile başlar. Bazı gözlerden süren filizler toprak yüzeyine çıkamadan infektelenip ölürler. Toprak altı kısımda ilerleyen infeksiyonlar kök boğazı bölgesine kadar ulaşabilir. Bu durumda bitkinin kök boğazı bölgesinde kırık beyazımsı renkte misel kitlesini görmek mümkündür. Gövde ve stolon infeksiyonlarında ise içe çökük ve infeksiyonların ilerlemesi ile genişleyen kahverengimsi alanlar görülür. Bu alanlar bitkilerde gelişimi zayıflatarak bu bitkileri sekonder patojenlere karşı savunmasız bırakabilmektedir. Ayrıca infeksiyon şiddetine bağlı olarak bu lezyonlar bitkilerin ölümüne dahi sebep olabilmektedir. Yumru infeksiyonlarında ise patatesin yüzeyinde 1-10 mm arasında değişen boyutlarda sklerot oluşumları görülmektedir. Bu

sklerotların neden olduğu infeksiyonlar, yumrularda siyah kabukluluk şeklinde kendini gösterir. Bu infeksiyonlar; yumrularda çatlama, şekil bozukluğu ve kabuklarda oluşturduğu kahverengi-siyah renkte siğilimsi yapılar ile patateslerin ekonomik değerini önemli ölçüde düşürür. Ayrıca yumru yüzeyindeki bu sklerotlar, patojenin olumsuz koşulları geçirebilmek amacıyla oluşturduğu sıkı hif düğümleri olup patateslerde son derece önemli inokulum kaynaklarıdır (Stevenson ve ark., 2001; Aydın ve Turhan, 2013).

R. solani, hem tohum hemde toprak kökenli fungus olup mücadelesinde kültürel önlemler büyük öneme sahiptir. Özellikle hastalığın bulunduğu üretim alanlarında infekteli yumru ve bitki kalıntılarının yok edilmesi, hastalıklardan arı, sertifikalı tohumluk kullanımı ve toprak drenajına önem verilmesi bir sonraki vejetasyon döneminde hastalık çıkışını azaltabilmektedir (Biçici ve Erkılıç, 1986). Bunların yanı sıra anastomosis gruplarının farklı olmasından dolayı tahıllar, patates üretiminde kullanılabilecek uygun rotasyon ürünleridir. Ürün rotasyonu özellikle toprak kaynaklı sekonder infeksiyonlar için etkili bir yöntemdir (Anderson, 1982; Carling ve ark., 1989).

Kültürel önlemler patojenin infeksiyonlarını belirli oranlarda sınırlandırır da çoğu zaman yetersiz kalmakta ve diğer mücadele yöntemlerine de gereksinim duyulmaktadır. Bu noktada özellikle üretim materyallerine uygulanan çeşitli kimyasallar (NaOCl ve CH₂O) patojenin inokulumunu azaltarak infeksiyonları önleyebilmektedir. Bunun yanında tohumluk yumrulara fungusit uygulamaları da çeşitli etki mekanizmaları ile yumru içerisindeki patojeni baskılayabilmektedir (Weinhold ve ark., 1982).

Son yıllarda pestisitlerin bitki patojenlerine karşı yoğun ve bilinçsizce kullanılması; ürünlerde kalıntı oluşturması, doğal dengenin bozulması, çevre ve insan sağlığına zararlı etkileri ve patojenlerin bu kimyasallara direnç geliştirmesi gibi birtakım sorunlara yol açmıştır (Şeniz ve ark., 2005). Bu olumsuzlukların önlenmesi amacıyla bitki uçucu yağ ve ekstraktları, dayanıklılığın bitki aktivatörleri ile uyarılması, biyolojik mücadele etmeni bakteri, virüs (bakteriyofaj) ve fungus izolatları veya biyopreparatlarının kullanıldığı yöntemlerin kimyasal mücadeleye alternatif olabileceği yapılan birçok *in vitro* ve *in vivo* çalışmayla ortaya konulmuştur. Bitki aktivatörleri, bu kapsamda geliştirilmiş kimyasallardır. Bitki aktivatörü kimyasal bileşiklerin doğrudan antimikrobiyal etkisi bulunmazken bitkilerin doğal savunma sistemlerini harekete geçirmek suretiyle dolaylı yoldan bitkilerin patojen saldırılarından korunmasını sağladığı bilinmektedir. Son yıllarda bitkilerde bu fizyolojik olayları uyaran yeni maddelerin geliştirilmesi

ve bunların ticari olarak kullanıma sunulmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Vallad ve Goodman, 2004; Akbudak ve Tezcan, 2006). Messenger TM (Eden Bioscience), Crop-Set (Improcrop), Bion (Sygenta) ve ISR 2000 (Improcrop) bu amaçla geliştirilmiş ve ticari olarak kullanımı mevcut olan bazı ürünlerdir (Yücer, 2007). Diğer bir çevre dostu mücadele yöntemi ise biyolojik kontrol uygulamalarıdır. Biyolojik kontrol uygulamaları, bitkilerde patojenlere karşı fungus, bakteri ve virüs kökenli başka bir canlı organizmanın kullanılması temeline dayanır (Cook ve Baker, 1983). Biyolojik mücadelede kullanılan bu canlılar patojenler üzerinde; yer ve besin için rekabet, hiperparasitizm ve antibiosis gibi mekanizmalarla etkili olurlar (Sülü ve ark., 2016). Dünya çapında bu amaçla kullanılan mikroorganizmaların başında funguslar gelirken bunu bakteriler takip etmektedir. Funguslardan antagonistik özellikleriyle tanınan *Trichoderma* türleri bu konuda ön plana çıkarken bakterilerden bazı *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar arasında yer almaktadır (Paulitz ve Belanger, 2001; Yiğit, 2005; Soylu ve ark., 2005; Atay ve ark., 2020; Kara ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021). Patateslerde üretimi ve verimi sınırlandıran *R. solani*'nin mücadelesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Ancak

patojenin toprak kaynaklı olması ve yumru üzerindeki sklerotlarıyla ile kolay bir şekilde yayılabilmesi nedeniyle bu patojene karşı halen tam etkili bir mücadele yöntemi bulunamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, *R. solani*'nin bazı fungusitlere olan duyarlılığı belirlenmiş ve bu patojene karşı bitkilerde dayanıklılığı teşvik edici bazı kimyasallarla çeşitli biyolojik preparatların etkileri ve mücadele olanakları laboratuvar ve mikro parsel denemeleriyle ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada, Niğde ilinin Gölcük ilçesinde şiddetli infeksiyon belirtisi gösteren patates bitkilerinden izole edilen *R. solani* izolatu kullanılmıştır. Laboratuvar ve mikroparsel denemelerinde 5 adet fungusit, 4 adet bitki aktivatörü ve 4 adet biyolojik preparat kullanılmıştır. Bu kimyasallar ve biyolojik preparatlar ticari firmalarından temin edilmiştir. Fungisit, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Mikro parsel denemeleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Arazisi'nde kurulmuştur. Denemede 'Florice' çeşidine ait tohumluk yumrular kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fungusitler, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların özellikleri

Table 1. The properties of fungicides, plant activators and biological preparations used in the study

Ticari Adı	Aktif Madde	Firma	Etki Şekli	Doz
Celest Max 100 FS	100 g/l Fludioxonil	Sygenta	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
Moncut 40 SC	464 g/l Flutolanil	AMC-TR	Fungisit	17.5 ml/100 kg tohum
Sercadis	300 g/l Fluxapyroxad	BASF	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
Rizolex-T 50 WP	%20 Tolclophos-methyl+ %30 Thiram	Sumi Agro	Fungisit	40 g/100 kg tohum
Emesto Silver FS 118	100 g/l Penflufen+ 18 g/l Prothioconazole	Bayer	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
ISR-2000	855,81 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Alltech	Bitki Aktivatörü	100 ml/100 l su
Crop Set	893,80 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Alltech	Bitki Aktivatörü	200 ml/200 l su
Messenger Gold	%1 Harpin Proteini	AMC-TR	Bitki Aktivatörü	6 g/da
Aliette	%80 Fosetyl-Al	Bayer	Bitki Aktivatörü	200 ml/200 l su
Cedriks	%1,5 1x10 ⁸ kob/m <i>Pseudomonas fluorescens</i> ırkı	Agrobrest	Biyolojik Preparat	500 ml/100 kg tohum
Serenade SC	%1,34 <i>Bacillus subtilis</i> QST 713	Bayer	Biyolojik Preparat	300 ml/100 kg tohum
T-22 Planter Box	<i>Trichoderma harzianum</i> rifai KRL-AG2 (T 22) 4x10 ⁸ spor/g	Bioglobal	Biyolojik Preparat	7.5 g/1 kg tohum
Trianium-P	%1 w/w <i>Trichoderma harzianum</i> , T-22 (1x10 ⁹ spor/g)	Koppert	Biyolojik Preparat	30 g/100 l su

İnfekteli patates bitki ve yumrularından *Rhizoctonia solani*'nin elde edilmesi

Niğde ilinin Gölcük ilçesinde patates dikili alanlar kontrol edilmiş ve şiddetli hastalık belirtisi gösteren patates bitki ve yumruları paketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bu bitki ve yumrular çeşme suyu altında yıkanarak topraklarından arındırılmıştır. Daha sonra infekteli yumru ve bitki kısımları 3-5 mm'lik doku parçalarına ayrılmıştır. Bu doku parçalarının %1'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile yüzey sterilizasyonu sağlanmış ve daha sonra 2 kez steril saf sudan geçirilerek kurutma kağıtlarına alınmıştır (Kurt ve ark., 2020). Kuruması sağlanan bu doku parçaları, 121 °C'de 15 dakika boyunca sterilize edilmiş olan PDA (Patates-Dekstroz-Agar) besi ortamına yerleştirilmiş ve bu ortamlar 24 °C'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda petri kaplarında gelişen, *R. solani* olduğu düşünülen fungal kolonilerden kesitler alınmış ve mikroskop altında incelenmiştir. *R. solani*, dik açılı (90°) dallanan hifleriyle diğer fungal patojenlerden ayrılarak tanılanması gerçekleştirilmiştir (Anderson, 1982; Ogoshi, 1987). Elde edilen patojen izolatinin virülensliği Florice çeşidi patates yumrularına inokulasyon ile testlenmiştir.

Fungisitlerin ve bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin miselyal gelişmesi üzerine etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Çalışmada, fungusitlerin (fludioxonil, flutolanil, fluxapyroxad, tolclophosmethyl+thiram ve penflufen+prothiconazole) *R. solani*'nin miselyum gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla 9 farklı konsantrasyonu (0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 25, 50 ve 100 ppm) denenmiştir. Bitkilerde dayanıklılığı teşvik etmeleri yönüyle popüler olan bitki aktivatörlerinin (ISR-2000, Crop-set, Messenger Gold ve Aliette) ise 10 farklı konsantrasyonu (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 ppm) test edilmiştir.

Fungisit ve bitki aktivatörlerinin, *R. solani*'nin miselyum gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla deney tüplerine 10 ml PDA besi yeri konulmuştur. Bu tüpler otoklavda 121 °C'de 15 dk boyunca sterilize edilmiştir. Daha sonra bu ortamlar su banyosuna konulmuş ve 60 °C'ye kadar soğutulmuştur. Öte yandan kimyasal solüsyonları gerekli konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Sterilize edilen deney tüplerine hazırlanan kimyasal solüsyonlarından mikro pipetör yardımıyla gerekli miktarlarda alınarak ilave edilmiş ve bu tüpler vortekslenmiştir. Kimyasal ilavesi yapılan bu ortamlar petri kaplarına dökülmüş ve katılaşması beklenmiştir. Katılaştıran besi yerleri, *R. solani*'nin 5 günlük kolonisinden alınan 6 mm'lik diskler ile inokule edilmiştir. Bu petriler 24 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda *R.*

solani'nin koloni çapı ölçülmüş ve bu değerler üzerinden analizleri yapılmıştır.

Biyolojik preparatların *Rhizoctonia solani*'ye karşı antagonistik etkilerinin *in vitro* koşullarda incelenmesi

T. harzianum'un iki adet ticari preparatının (T-22 Planter Box ve Trianum-P), *B. subtilis* (Serenade) ve *P. fluorescens* (Cedriks)'in birer adet ticari preparatının *R. solani*'ye antagonistik etkileri incelenmiştir. *T. harzianum* preparatlarının *R. solani*'ye etkisini belirlemek amacıyla ikili kültür, hifsel interaksiyon, uçucu ve sıvı antimikrobiyal üretimi olmak üzere 4 farklı yöntem kullanılırken, bakteriyel prepatlar için sadece ikili kültür yöntemi tercih edilmiştir.

İkili kültür yöntemi ve hifsel interaksiyon

Bu yöntemde, sterilize edilmiş PDA besi yerine *T. harzianum* ve *R. solani* karşılıklı gelecek şekilde petri kabının kenarından 2 cm uzaklığa ekilmiştir. Bu petriler 24 °C'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüştür. Bu değerler üzerinden miselyal gelişmenin engellenme oranları hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra petrilerde inhibisyon zonunun varlığı ya da yokluğu göz önüne alınarak da değerlendirmeler yapılmıştır (Seema ve Devaki, 2012).

İnhibisyon zonunun oluşmadığı durumlarda *T. harzianum* ve *R. solani* aynı şekilde ikili kültüre alınmış ve inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince bu petriler düzenli aralıklarla takip edilmiştir. Daha sonra *T. harzianum* ve patojenin birbirine değdikleri kısımlardan kesitler alınarak mikroskop altında incelenmiştir. *T. harzianum*'un, patojenin hiflerini sarıp sarmalaması, boğması, penetre etmesi gibi yeteneklerinin olup olmadığı belirlenmiştir.

Uçucu antimikrobiyal bileşenlerin üretimi

T. harzianum preparatlarının sahip olduğu uçucu antimikrobiyal bileşenlerin *R. solani*'nin miselyal gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla PDA içeren petri kaplarının merkezine *R. solani* ve *T. harzianum* ayrı ayrı inokule edilmiştir. Daha sonra bu petri kaplarının kapakları çıkarılmış ve *T. harzianum*'un bulunduğu petri patojenin bulunduğu petrinin üzerine ters çevrilerek kapatılmıştır. Bu petrilerin etrafı bant ile sarılarak 24 °C'de 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüştür. Bu değerler kontrolle karşılaştırılarak miselyal gelişiminin engellenme oranları hesaplanmıştır (Erkiliç ve Çınar, 1988).

Sıvı antimikrobiyal bileşenlerin üretimi

Trichoderma harzianum'un ticari prepatlarının sıvı ortamda ürettiği antibiyotiklerin *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla 250 ml'lik erlenmayerlerin içerisine 150 ml PD (Patates-Dekstroz) ortamı hazırlanmış ve bu ortamlar otoklav edilmiştir. Sterilizasyonu sağlanan bu ortamın, *T. harzianum*'un 5 günlük kültüründen alınan 6 mm'lik diskleri ile inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu erlenmayerlerin etrafı aliminyum folyo ile çepeçevre sarılmış ve 120 rpm'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda sıvı kültür süzülerek misellerden ayrılmış ve vakum altında 0.45 milipor filtreden geçirilerek steril edilmiştir (Dennis ve Webster, 1997). Elden edilen kültür filtratı, içerisinde 10 ml PDA bulunan tüplere 50,100, 200, 250, 500, 1000 µl miktarlarında ilave edilmiştir. Bu tüpler vortekslenmiş ve petri kaplarına dökülmüştür. Ortam katılaştıktan sonra *R. solani*'nin 5 günlük kültüründen alınan 6 mm'lik diskler ile inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu petri kapları 24 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüş ve bu rakamlar üzerinden analizleri yapılmıştır.

Bakteriyel prepatlarda ikili kültür

B. subtilis ve *P. fluorescens* PDA içeren petri kaplarının ortasına çizilmiştir. Bu petri kaplarının kenarlarından 2 cm uzağa olacak şekilde karşılıklı olarak patojenin ekimi yapılmıştır (Soylu ve ark., 2021). Daha sonra bu petri kapları 24 °C'de 5 gün süresince inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüş ve miseliyal gelişmenin engellenme oranları hesaplanmıştır (Soylu ve ark., 2005). Ayrıca bu petri kaplarında, inhibisyon zonunun oluşup oluşmaması da göz önüne alınmıştır.

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik prepatların *Rhizoctonia solani*'nin in vivo hastalık oluşturmaya üzerine etkilerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında Çizelge 1'de verilen fungusit, bitki aktivatörü ve biyolojik prepatların *R. solani*'nin hastalık oluşturmaya üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle tohumluk yumruların inokulasyonunda kullanılmak üzere *R. solani*'nin kum-mısır unu (%96 kum+%4 mısır unu, %20 su v/w) inokulumu ve buğday inokulumu hazırlanmıştır. Daha sonra Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Arazisi'nde 1 m²'lik mikro parseller oluşturulmuştur. Diğer yandan kimyasallar ve biyolojik prepatların önerilen dozlarına göre solüsyonları hazırlanmış ve tohumluk yumrular bu solüsyonlara 5 dakika boyunca daldırılmıştır. Daha sonra her mikro

parcele, kimyasal ve biyolojik prepat uygulamaları dikkate alınarak 10 adet tohumluk yumru dikimi yapılmıştır. Yumru başına 10 g kum-mısır unu ve 5 g buğday inokulumu verilmiş olup toplamda her mikro parsel için 150 g karışık inokulum uygulanmıştır.

Deneme 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her parsel arasında 1 sıra boş bırakılmıştır. Dikilen yumrular hasat olgunluğuna gelince değerlendirilmek üzere patates bitkileri sökülüştür. Sökülen bu bitkilerin toprak altı gövde kısımları 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Weinhold ve ark., 1982). Bu skalaya göre; 0: İnfeksiyon yok, 1: İnfeksiyon düzeyi %1-5 arasında, 2: İnfeksiyon düzeyi %6-25 arasında, 3: İnfeksiyon düzeyi %26-50 arasında, 4: İnfeksiyon düzeyi %51-75 arasında, 5: İnfeksiyon düzeyi %75'ten fazla olacak şekilde infeksiyonlar kaydedilmiştir.

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik prepatların toprak altı gövde kısımlarının yanı sıra her bir yumrudan çıkan gövde sayısı ve yumrulardaki sklerot bulaşıklığına etkisi de değerlendirilmiştir. Yumrulardaki sklerot bulaşıklığını (yumru yüzeyinde sklerotların kapladığı alan) belirlemek amacıyla her parselden rastgele 10 adet yumru seçilmiştir. Bu yumrular 0-3 siyah siğil hastalığı skalasına göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1996). Bu skalaya göre; 0: %0, 1: %5'e kadar, 2: %10'a kadar, 3: %15'e kadar veya daha fazla infeksiyonu ifade etmektedir.

İstatistik analiz

Laboratuvar ve mikro parsel denemeleri sonucunda elde edilen verilerin tümü Microsoft Excel 2016 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Laboratuvar denemeleri sonucunda elde edilen veriler üzerinden varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arası farklar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Miseliyal gelişmenin engellenme oranları %Abbott formülü (kontrol-uygulama/kontrolx100) kullanılarak hesaplanmıştır.

Mikro parsel denemeleri sonucunda ise elde edilen skala değerleri üzerinden Townsend-Heuberger formülü ($\frac{\sum(n.v)}{V.N \times 100}$)'ne göre hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Bu formüle göre, n: skalada belirli bir hastalık derecesine sahip bitki sayısı, v: skala değeri, V: en yüksek skala değeri, N: gözlem yapılan toplam bitki sayısını ifade etmektedir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar varyans analizi ile ortaya konmuş ve ortalamalar arasındaki farklar LSD(0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943; Karman, 1971).

BULGULAR ve TARTIŞMA**Fungisitlerin ve bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine *in vitro* koşullarda etkileri**

Çalışmada, Çizelge 1'de verilen fungusitlerin 0.05 ile 100 ppm arasındaki 9 farklı konsantrasyonunun *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri *in vitro* koşullarda test edilmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan fungusitlerin genel olarak 5 ppm'den düşük konsantrasyonları kontrole göre miseliyal gelişmeyi sınırlı düzeyde engellemiştir. Flutolanil ve tolclophos-methyl+thiram, 5 ppm ve üzeri dozlarda

miseliyal gelişmeyi tamamen önlerken, fludioxonil ve penflufen+prothiconazole ancak 50 ppm'den itibaren tam inhibisyon sağlamıştır. Fluxapyroxad ise 100 ppm'de dahi patojenin miseliyal gelişmesini baskılayamamış ve *in vitro*'da en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir. Ray ve Kumar'ın 2008 yılında gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada, propiconazole'un 5 ppm'den itibaren dikkate değer oranlarda *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini engellediği belirlenmiştir. Piessis ve Meyer (1997) ise tolclophos-methyl ile tolclophos-methyl+thiram etken maddeli fungusitlerin, *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini kayda değer düzeyde inhibe ettiğini bildirmiştir.

Çizelge 2. Fungisitlerin farklı konsantrasyonlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri (Koloni çapı-mm)

Table 2. The effects of different concentrations of fungicides on the growth of *R. solani* (Colony diameter-mm)

Konsantrasyon (ppm)	Fludioxonil	Flutolanil	Fluxapyroxad	Tolclophos-methyl+Thiram	Penflufen+Prothiconazole
0	66.0 e*	63.0 bc	59.1 d	64.8 e	61.3 g
0.05	60.3 e	61.5 c	57.3 d	55.0 d	58.0 g
0.1	60.5 e	62.0 c	56.0 d	60.5 de	49.3 f
0.5	48.6 d	52.1 bc	33.5 c	43.1 c	35.0 e
1	32.3 c	38.6 b	27.5 b	32.5 b	21.8 d
5	8.6 b	0.0 a	13.6 a	0.0 a	12.0 c
10	6.5 b	0.0 a	13.8 a	0.0 a	10.0 bc
25	0.8 ab	0.0 a	12.3 a	0.0 a	5.5 c
50	0.0 a	0.0 a	10.0 a	0.0 a	0.0 a
100	0.0 a	0.0 a	10.1 a	0.0 a	0.0 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Ticari olarak kullanımı mevcut olan ve bitkilerde dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen ISR-2000, Crop-set, Aliette ve Messenger Gold isimli bitki aktivatörlerinin 100-1000 ppm değerleri arasındaki konsantrasyonlarının *R. solani*'nin *in vitro* koşullarda miseliyal gelişmesine etkileri incelenmiştir. Bitki aktivatörlerinden Aliette ve

ISR-2000, kontrole göre miseliyal gelişmeyi sınırlı düzeyde inhibe ederken Crop-set ve Messenger Gold patojenin gelişmesini hiçbir şekilde önleyememiş ve tamamen etkisiz bulunmuştur (Çizelge 3). Bitki aktivatörlerinde en iyi etki 1000 ppm konsantrasyonda %31.5 engelleme oranı ile Aliette'de görülmüştür.

Çizelge 3. Bitki aktivatörlerinin farklı konsantrasyonlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri (Koloni çapı-mm)

Table 3. The effects of different concentrations of plant activators on mycelial growth of *R. solani* (Colony diameter-mm)

Konsantrasyon (ppm)	Aliette	Crop-set	Messenger Gold	ISR-2000
0	90.0 e*	90.0 a	90.0 a	72.7 c
100	90.0 e	90.0 a	90.0 a	68.3 b
200	90.0 e	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
300	90.0 e	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
400	85.0 de	90.0 a	90.0 a	65.7 ab
500	89.7 e	90.0 a	90.0 a	66.3 ab
600	80.8 d	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
700	73.7 c	90.0 a	90.0 a	65.7 ab
800	67.5 b	90.0 a	90.0 a	64.9 b
900	62.8 ab	90.0 a	90.0 a	64.7 a
1000	61.7 a	90.0 a	90.0 a	64.5 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Bitkilerde dayanıklılığı uyarmasıyla tanınan bu kimyasal bileşiklerin fungisidal etkisi patojenlerin türüne bağlı olarak değişik düzeylerde olabilmekle beraber, çoğunlukla etkileri düşük seviyelerde kalmaktadır. Şahbaz ve Akgül (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, fosetyl-al, salisilik asit, acibenzolar-s-methyl+metalaxyl-m ve ISR-2000'nin *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* ve *Verticillium dahliae*'ye olan etkisini araştırmışlar ve bu kimyasalları *in vitro* koşullarda patojenin miseliyal gelişmesine tamamen etkisiz bulmuşlardır. Bu çalışmanın aksine Özdemir Kozak (2019) ise fosetyl-al'nin *Phoma tracheiphila*'nin miseliyal gelişmesi üzerinde 100 ppm'de dahi %70.3 etki oranına sahip olduğunu ve 600 ppm'de %100 inhibisyon sağladığını bildirmiştir. Bitki aktivatörleri ile yürütülen başka bir çalışmada ise salisilik asit, acibenzolar-s-methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set ve fosetyl-al'nin *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisi *in vitro*'da araştırılmış ve bu aktivatörlerden sadece salisilik asit ve fosetyl-Al'nin 700 µg ml⁻¹ üzerindeki konsantrasyonlarının miseliyal gelişmeyi sınırlı da olsa değişen oranlarda baskıladığı görülmüştür (Aysan ve ark., 2019).

Biyolojik preparatların *Rhizoctonia solani*'ye karşı *in vitro* koşullarda antagonistik etkileri

Çalışmada, ticari olarak kullanılan *T. harzianum* (T-22 Planter Box ve Trianum-p) preparatlarının *R. solani*'ye karşı antagonistik etkileri ikili kültür, uçucu antibiotik üretimi ve sıvı ortamda antibiotik üretimi yöntemleriyle test edilirken *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in *R. solani*'ye etkisi ise ikili kültür tekniğiyle incelenmiştir.

İkili kültür ve uçucu antibiotik üretimi yöntemlerinin her ikisinde de kontrole kıyasla *T. harzianum* preparatları, *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini belirli düzeylerde engellemiştir. Çizelge 4'te görüldüğü üzere tüm uygulamalar patojenin gelişimini %40.5 ve %66.9 arasında değişen oranlarda sınırlandırmış olup her iki ticari preparat da hem uçucu antibiotik hem de ikili kültürde benzer etki göstermiştir.

Çeşitli biyolojik preparatların antagonistik etkisinin incelendiği bir çalışmada, bazı *Trichoderma* türlerinin ürettiği uçucu metabolitlerin *R. solani*'ye etkisi incelenmiştir (Seema ve Devakii, 2012). En iyi etki *T. viride* ve *T. harzianum*'da görülmüş ve bu preparatların *R. solani*'nin miselyum gelişmesini sırasıyla %50 ve %40 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir.

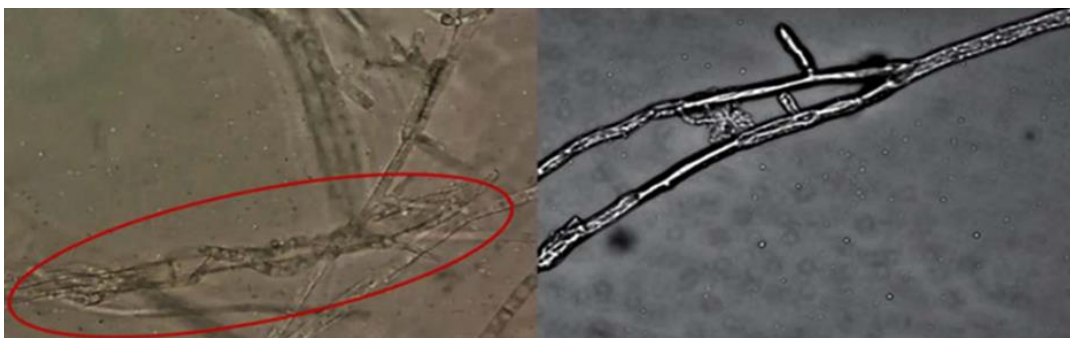
Çizelge 4. *T. harzianum* preparatlarının uçucu antibiotik ve ikili kültürde *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri
Table 4. The effects of *T. harzianum* preparations on mycelial growth of *R. solani* in dual culture and volatile antibiotic

Uygulamalar	Uçucu Antibiotik		İkili Kültür	
	Koloni Çapı (mm)	%Etki	Koloni Çapı (mm)	%Etki
Kontrol	80.3 b*	-	65.0 b	-
T-22	47.8 a	40.5	22.7 a	65.1
Trianum-P	47.6 a	40.7	21.5 a	66.9

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

T. harzianum'un ticari preparatları olan T-22 Planter Box ve Trianum-P'nin *R. solani* ile aralarındaki antagonistik ilişki hifsel interaksiyonlar açısından da incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda petri kabında *R. solani* ve her iki *T. harzianum* preparatı arasında inhibisyon zonuna rastlanmamıştır. Bundan dolayı patojen ve *T. harzianum* preparatları tekrar ikili kültüre alınmış ve

aralarındaki hifsel interaksiyon mikroskopta 40x ve 100x'lik objektifler kullanılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda Trianum-P ve *R. solani* arasında herhangi bir etkileşime rastlanmazken T-22'nin patojenin hiflerini sarıp sarmaladığı, hifleri incelttiği ve hiflerde ayrılmalara neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1). Fakat her iki *T. harzianum* izolatında da penetrasyona rastlanmamıştır



Şekil 1. *Rhizoctonia solani* ve T-22 Planter Box arasında oluşan hifsel interaksiyonlar
Figure 1. Hyphal interactions between *Rhizoctonia solani* and T-22 Planter Box

T. harzianum preparatlarından elde edilen kültür filtratlarının farklı miktarlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla kültür filtratlarının 0-1000 µl (50, 100, 200, 250, 500 ve 1000 µl) değerleri arasındaki miktarları denenmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 5'te verilmiştir. *T. harzianum* preparatlarından T-22'nin tüm konsantrasyonları kontrole göre farklı etkiler göstermiştir. Bu etki %25.6 ile %42 arasında değişmiş ve en iyi sonuç %42 etki oranı ile 1000 µl'de görülmüştür. Trianum-p'de ise tüm konsantrasyonlar istatistiksel olarak aynı grupta yer

almış ve uygulamalar arasında fark saptanamamıştır. Ayrıca uygulama dozunun artması ve engelleyici etki arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Bazı *Trichoderma* türlerinden elde edilen kültür filtratlarının çeşitli konsantrasyonlarının (0.1, 0.15, 0.2, 0.25 mg µl⁻¹) *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, en iyi sonuç 0.25 mg µl⁻¹ dozda %82.0 engelleme ile *T. asperellum* AFP'de görülürken en az etkinin tüm konsantrasyonlarda *T. brevicompactum* MF1'de görüldüğü bildirilmiştir (Das ve ark., 2019).

Çizelge 5. *T. harzianum*'un kültür filtratlarının farklı konsantrasyonlarda *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine antagonistik etkileri

Table 5. The antagonistic effects of different concentrations of culture filtrates of *T. harzianum* on mycelial growth of *R. solani*

Konsantrasyon (µl)	T-22		Trianum-P	
	Koloni Çapı (mm)	%Etki	Koloni Çapı (mm)	%Etki
0	72.2 c*	-	65.0 a	-
50	53.7 b	25.6	62.5 a	3.8
100	54.2 b	24.9	55.0 a	15.4
200	48.2 ab	33.3	58.2 a	10.5
250	47.7 ab	33.9	59.2 a	9.0
500	48.3 ab	33.0	57.3 a	11.8
1000	41.8 a	42.0	57.0 a	12.3

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

In vitro çalışmalarının son aşamasını ise *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in ticari preparatlarının *R. solani*'ye etkisini belirlemek amacıyla kurulan ikili kültür denemeleri oluşturmuştur. Bakteriyel preparatlar *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini dikkate değer oranlarda engellemişlerdir. *P. fluorescens*, patojenin miseliyal gelişimini %82.9 oranında engellerken bu oran *B. subtilis*

uygulamasında %59.4 ile sınırlı kalmıştır (Çizelge 6). Bakteriyel preparatlar ile kurulan ikili kültür çalışmalarında diğer önemli bir nokta ise inhibisyon zonu oluşumudur. *B. subtilis* ve *P. fluorescens* ile kurulan ikili kültür denemelerinde inhibisyon zonu görülmüş olup bu bakteriyel preparatlar sırasıyla petri kaplarında ortalama 6.9 ve 11.5 mm inhibisyon zonu oluşturmuştur.

Çizelge 6. Bakteriyel preparatların *R. solani*'nin miseliyal gelişimi üzerine etkileri

Table 6. The effects of bacterial preparations on mycelial growth of *R. solani*

Uygulamalar	Miseliyal Gelişme (mm)	% Etki	İnhibisyon Zonu (mm)
Kontrol	62.5 c*	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	25.4 b	59.4	6.9
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10.7 a	82.9	11.5

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Bakteriyel preparatlar ile yürütülen bir çalışmada, bazı *P. fluorescens* izolatlarının *R. solani*'ye etkisi incelenmiş ve bu izolatlardan Pf1'in ikili kültür yönteminde %66.67 oranında miseliyal gelişmeyi engellemesi ile en iyi etkiyi gösterdiği ve bunu %65.33 ile Pf3'ün takip ettiği belirlenmiştir (Anupriya ve ark., 2019). Ülkemizde yapılmış birçok farklı konukçu-patojen ilişkilerinin irdelendiği biyolojik mücadele çalışmalarında, hastalığın

bastırılmış olduğu alanlardaki sağlıklı bitkilerin rizosfer, kök, kök boğazı ve gövde yüzeyleri ile bitkilerin içsel dokularından elde edilen epifit ve endofit bakteri izolatları arasında Floresan *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerinin en fazla tespit edilen biyolojik mücadele etmeni türler olduğu, bu türlerin başta *R. solani* olmak üzere, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp. gibi birçok

toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin misel gelişimi, spor çimlenmesini yapılan *in vitro* ikili kültür testlerinde oldukça önemli düzeyde baskıladıklarının yanı sıra, *in vivo* testlerle hastalık çıkışını engelledikleri bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2005; Atay ve ark., 2020; Kara ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021).

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri

Fungisitlerin *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri incelendiğinde Çizelge 7'de görüldüğü üzere kontrol bitkilerinde ortalama hastalık şiddeti %37.77 olarak belirlenirken tolclophos-methyl+thiram ve penflufen+prothiconazole uygulanan bitkilerde ortalama hastalık şiddeti sırasıyla %18.27 ve %18.60 olarak belirlenmiş ve bu uygulamalar hastalık oluşumunu sırasıyla %51.62 ve %50.75 oranında baskılamıştır. Fluxapyroxad uygulanmış bitkilerde ise ortalama hastalık şiddeti %34.13 olarak saptanmış ve bu uygulama hastalık oluşumunu %9.63 oranında engellemiştir. İstatistiksel

olarak değerlendirildiğinde, tolclophos-methyl+thiram ve penflufen+prothiconazole aynı grupta yer almış ve en başarılı uygulamalar olarak tespit edilmiştir. Bunun aksine fluxapyroxad, kontrol ile aynı grupta yer almış ve en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir. Fungisitlerin, yumruların çıkan gövde sayısı ve yumru yüzeyinde sklerot oluşumu üzerine etkileri önemli olmamış ve değerlendirmeler sonucunda uygulamalar arasında istatistiksel fark saptanamamıştır.

Çeşitli fungusitlerin patateslerde *R. solani*'ye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, daldırma şeklinde yapılan uygulamalar sonucunda %97.5 oranında hastalık oluşumunu önlemesiyle fludioxonil, en başarılı fungusit olarak belirlenirken, thiram %37.2 oranı ile en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir (Gelebek Çapar, 2012). Bains ve ark. (2002) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise bazı fungusitlerin patateslerde *R. solani*'ye etkisi arazi çalışmaları ile değerlendirilmiş olup captan, iprodione, mancozeb ve fludioxonil hastalık oluşumunun önlenmesinde oldukça başarılı bulunmuştur.

Çizelge 7. Fungisitlerin *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)

Table 7. The effects of fungicides on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Fungisitler			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
Fludioxonil	29.17 ab*	22.76	1.79 a	0.63 a
Flutolanil	27.93 ab	26.05	1.79 a	0.63 a
Tolclophos-methyl+Thiram	18.27 a	51.62	2.23 a	0.87 a
Penflufen+Prothiconazole	18.60 a	50.75	2.37 a	0.77 a
Fluxapyroxad	34.13 b	9.63	2.10 a	0.63 a
Kontrol	37.77 b	-	2.37 a	0.87 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Fungisitlerin yanı sıra bazı bitki aktivatörlerinin de *in vivo* koşullarda *R. solani*'ye etkisi incelenmiştir. Çizelge 8'de görüldüğü gibi Aliette uygulanmış bitkilerde ortalama hastalık şiddeti %15.42 olarak belirlenmiş ve Aliette %59.17 oranında hastalık belirtilerini baskılamıştır. Crop set uygulanmış bitkilerde ise %30.07 ortalama hastalık şiddeti görülmüş olup bu uygulama %20.38 oranında hastalık belirtilerini engellemiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, Aliette ayrı bir grupta yer alarak en başarılı uygulama olarak belirlenirken Crop-set en düşük etkiye sahip bitki aktivatörü olarak belirlenmiştir. ISR-2000 ve Messenger Gold ise aynı grup içerisinde yer almış ve başarılı sayılabilecek düzeyde (sırasıyla %49.88 ve %46.59) hastalık belirtilerini baskılamışlardır. Fungisit

uygulamalarına benzer şekilde bitki aktivatörlerinin de yumruların çıkan gövde sayısına ve sklerot bulaşıklığına etkisi çok düşük düzeylerde olmuş ve uygulamalar istatistiksel olarak benzer etkiler göstermiştir.

Aysan ve ark. (2019), 6 farklı bitki aktivatörünün (Salisilik asit, Acibenzolar S-Methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set ve Fosetyl-Al) çileklerde *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, bitki aktivatörlerini kök daldırma uygulaması ve yeşil aksam uygulaması şeklinde vermişlerdir. Hem kök daldırması hem de yeşil aksam uygulamasında fosetyl-Al'nin hastalık oluşumunu önlemede diğer bitki aktivatörlerine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Bitki aktivatörlerinin *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)Table 8. The effects of plant activators on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Bitki Aktivatörleri			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
ISR-2000	18.93 ab*	49.88	2.77 a	0.47 a
Crop-set	30.07 bc	20.38	2.63 a	0.87 b
Aliette	15.42 a	59.17	2.60 a	0.50 a
Messenger Gold	20.17 ab	46.59	2.07 a	0.67 ab
Kontrol	37.77 c	-	2.37 a	0.87 b

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Son olarak ise *T. harzianum*, *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in ticari preparatlarının *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. *P. fluorescens* uygulanmış bitkilerde ortalama hastalık şiddeti %19.40 belirlenirken bunu %20.23 ile Trianium-P izlemiş ve bu uygulamalar sırasıyla %48.63 ve %46.43 oranında hastalık oluşumunu baskılamıştır. *B. subtilis* ve T-22 uygulanmış bitkilerde ise sırasıyla %22.33 ve %22.17 oranında ortalama hastalık şiddeti tespit edilmiş olup bu uygulamalar oldukça yakın etki göstermiştir. Biyolojik preparat uygulamaları kontrole göre farklı etkiler göstermiş ve bütün ticari preparatlar istatistiki olarak benzer etkide olmuşlardır

(Çizelge 9). Fungisit ve bitki aktivatörlerine paralel şekilde biyolojik preparat uygulamalarının da gövde sayısı ve sklerot bulaşıklığına etkisi dikkate değer düzeyde olmamıştır.

Patateslerde *R. solani*'ye karşı *Trichoderma viride*, *Bacillus cereus* strain B4 ve *Bacillus subtilis* strain B5'in tek ve kombine kullanımlarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrol (%72) ile karşılaştırıldığında en iyi etki *Trichoderma viride*, *Bacillus cereus* strain B4 ve *B. subtilis* strain B5'in kombine kullanımında görülmüş olup bu uygulamada hastalık şiddeti %42 olarak belirlenmiştir (Somani ve Arora, 2010).

Çizelge 9. Biyolojik preparatların *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)Table 9. The effects of biological preparats on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Biyolojik Preparatlar			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	19.40 a*	48.63	2.23 a	0.33 a
<i>Bacillus subtilis</i>	22.33 a	40.87	2.40 a	0.70 a
Trianium-P	20.23 a	46.43	2.69 a	0.67 a
T-22	22.17 a	41.30	2.47 a	0.77 a
Kontrol	37.77 b	-	2.37 a	0.87 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Sonuç olarak, *R. solani* ile mücadelede temel amaç hastalığın tedavi edilmesinden ziyade hastalık oluşumunun önlenmesi olmalıdır. Bu noktada, kimyasal mücadele akla gelen ilk yöntem olmamalıdır. Öncelikle bitkilerde temel bakım işlemlerinin doğru bir şekilde ve zamanında yapılması, patojen saldırılarına karşı bitkilerde dayanıklılığın bazı abiyotik ve biyotik etmenlerle teşvik edilmesi ve patojen inokulumlarının üretim alanlarından eradike edilmesi özellikle toprak kaynaklı bu patojenin mücadelesinde son derece önemlidir. Kimyasal mücadele uygulamalarına; hastalık etmeninin üretim alanlarında bulunma durumları, bir önceki yıla göre infeksiyon oranları dikkate alınarak karar verilmelidir. Kimyasal mücadelenin gerekli görüldüğü

durumlarda; aynı etki mekanizmasına sahip ürünlerin art arda kullanılmamasına, fungusitlerin önerilen doz ve uygulama şekline göre verilmesine özen gösterilmelidir. Araştırma sonucunda elde edilen somut veriler doğrultusunda gerek miseliyal gelişmenin engellenmesi gerekse hastalık oluşumunu önlemede aktivatörlerden fosetyl-Al, biyolojik preparatlardan *P. fluorescens* ve *T. harzianum*'un *R. solani* üzerinde ümitvar etkileri bulunmuştur. Fungisitlerde ise tolclophos-methyl+thiram etkin sonuçlar vermiştir. Bu uygulamaların *in vitro*'daki etkileri arasında büyük farklılık görülse de *in vivo*'daki etki oranları birbirine paralel bulunmuştur. Öyle ki genel olarak çalışmada kullanılan bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların

hastalık oluşumunun engellenmesi üzerine etkisi fludioxonil, flutolanil ve fluxapyroxad etken maddeli fungusitlere göre daha fazla olmuştur. Bu açıdan bakıldığında, toprak kökenli bu patojene karşı bazı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların arazi koşullarında fungusitlere yakın ve hatta daha fazla etki gösterebileceğini söylemek mümkündür.

Bu çalışmayla fungusitlerin; bitki kalıntılarında miselyum, toprakta ve yumrulara sklerotlarıyla uzun süre canlılığını koruyabilen bu patojeni kontrol altına almada tek başına yeterli olamadığı ve bazı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların, *R. solani*'nin mücadelesinde fungusitlere alternatif yöntemler olarak kullanılabilceği gösterilmiştir. Bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların dahil edilmesiyle oluşturulacak *R. solani* ile mücadele programlarının, kimyasal kalıntısı düşük ve sağlıklı ürünler elde edilmesi konusunda faydalı olacağı düşünülmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada; çeşitli fungusitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların patateslerde Kök Boğazı Nekrozu ve Siyah Siğil hastalığı etmeni *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişiminin ve hastalık çıkışının baskılanması üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Denemede, laboratuvar koşullarında fungusitlerin (flutolanil, fluxapyroxad, tolclaphos-methyl+thiram, penflufen+prothiconazole ve fludioxonil) ve bitki aktivatörlerinin (ISR-2000, Crop-set, Aliette ve Messenger Gold) *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca biyolojik ürünlerin (T-22 Planter Box, Trianium-p, Serenade ve Cedriks) *R. solani*'ye karşı antagonistik etkileri de incelenmiştir. Mikro parsel denemeleriyle kimyasallar ve biyofungal ve biyobakteriyel preparatların *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri değerlendirilmiştir. *In vitro* denemeleri sonuçlarına göre, fungusitlerden tolclaphos-methyl+thiram ve flutolanil 5 ppm'den itibaren miseliyal gelişmeyi %100 engellemiştir. Bitki aktivatörlerinde arasında ise en yüksek fungisidal etki 1000 ppm'de %31.5 engelleme ile Aliette'den elde edilmiştir. *Trichoderma harzianum*'un ticari biyofungal preparatları, miseliyal gelişmeyi %3.8 ile %66.9 arasında değişen oranlarda baskılamıştır. Ticari biyobakteriyel preparatlar olan *Pseudomonas fluorescens* (Cedriks) ve *Bacillus subtilis* (Serenade) sırasıyla miseliyal gelişmeyi %82.9 ve %59.4 oranında engellemiştir. Mikro parsel denemeleri denemeleri sonuçlarına göre ise en başarılı uygulamalar tolclaphos-methyl+thiram, fosetyl-al ve *P. fluorescens* olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Test edilen uygulamalar arasında, Tolclaphos-methyl+thiram, fosetyl-Al ve *P. fluorescens* uygulamaları hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda *R. solani*'yi önemli düzeyde baskılamıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Fungisitler, laboratuvar koşullarında oldukça etkili bulunsa da tarla koşullarında bazı bitki aktivatörleri ve biyopreparatlara oldukça benzer etki göstermiştir. Bu etki göz önüne alındığında bitki aktivatörleri ve biyopreparatların, sentetik kimyasal fungusitlere alternatif mücadele yöntemi olarak potansiyele sahip olabileceklerini söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Patates, *Rhizoctonia solani*, fungusit, aktivatör, biyolojik mücadele.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: FYL-2020-12527).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akbudak N, Tezcan H (2006) Bitkisel üretimde ve bitki korumada yeni bir etken madde: harpin. U.Ü. Zir. Fak.Derg. 2: 39-43.
- Anderson NA (1982) The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. Ann. Rev. Phytopathol. 20: 329-347.
- Anonim (1996) Patateste gövde kanseri ve siyah siğil (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı standart ilaç deneme metodu. Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metodları, Cilt 2, Ankara, 103 s.
- Anupriya N, Devi AA, Anushya N, Apoorva M, Anusiya R, Raj TS (2019) Antifungal activity of *Pseudomonas fluorescens* against *Rhizoctonia solani* under *in vitro* condition. IJAR 5(2): 1500-1503.
- Atay M, Kara M, Uysal A, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM (2020) *In vitro* antifungal activities of endophytic bacterial isolates against postharvest heart rot disease agent *Alternaria alternata* in pomegranate fruits. Acta Hort. 1289: 309-314.

- Aydın MH, Turhan G (2013) Patateste *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Trichoderma* türlerinin etkinliği ve bazı fungusitlerle birlikte kullanılması. Anadolu Journal of AARI 23(1): 12-31.
- Aysan M, Kozak Özdemir S ve Erkılıç A (2019) Çilekte *Rhizoctonia* kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'ne karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkileri. Tekirdağ Zir.Fak. Derg. 16(2): 173-180.
- Bains PS, Bennypaul HS, Lynch DR, Kawchuk LM, Schaupmeyer CA (2002) *Rhizoctonia* disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): fungicidal efficacy and cultivar susceptibility. Am. J. Potato Res. 79: 99-106.
- Biçici M, Erkılıç A (1986) Patateste siyah kabukluluk ve gövde kanseri yapan *Rhizoctonia solani* (Kühn)'nin integre kontrolü. Doğa Tar. Orman. Derg. 10(2): 149-173.
- Carling DE, Leiner RH, Westphale PC (1989) Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. Am. J. Potato Res. 66: 693-701.
- Cook RJ, Baker KF (1983) The nature and practice of biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society. St. Paul, MN (EUA). APS Press. p. 445-539.
- Das MM, Haridas M, Sabu A (2019) Biological control of black pepper and ginger pathogens, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici*, using *Trichoderma* spp. Biocatal. Agric. Biotechnol. 17: 177-183.
- Dennis C, Webster J (1971) Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*: II. Production of Volatile Antibiotics. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57: 363-369.
- Erkılıç A, Çınar A (1988) Limon Ağaçlarındaki Mikroorganizmalar ve Uçkurutan Hastalığı (*Phoma tracheiphila* (Petri) Kanc. et Ghık.) Arasındaki Antagonistik İlişkilerin Araştırılması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Project No:536.
- FAO (2019) FAO Üretim İstatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Son erişim: 20.04.2020).
- Gelebek Çapar E (2012) Patateste farklı sklerot düzeylerinin *Rhizoctonia solani* infeksiyonlarındaki rolünün ve hastalıkla mücadelede yumru ilaçlamalarının etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, s. 39-44.
- Kara M, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM, Uysal A (2020) Determination of antagonistic traits of bacterial isolates obtained from apricot against green fruit rot disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. Acta Hort. 1290: 135-142.
- Karman M (1971) Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. T.C. Tarım Bakanlığı, Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s.
- Kurt Ş, Soylu S, Uysal A, Soylu EM, Kara M (2020) Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. MKÜ Tar. Bil. Derg. 25: 46-56.
- Ogoshi A (1987) Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. Annu. Rev. Phytopathol. 25: 125-143.
- Özdemir Kozak S (2019) Limon ağaçlarında uçkurutan hastalığı'na (*Phoma tracheiphila* KANC. & GHİK.) karşı mikorizal funguslar ve dayanıklılık teşvik edicilerin etkinliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, s.49-53.
- Paulitz TC, Belanger RR (2001) Biological control in greenhouse systems. Annu. Rev. Phytopathol. 39: 103-33.
- Piessis JC, Meyer L (1997) *In vitro* comparison of twelve fungicides against *Rhizoctonia solani*, the causal agent of black scurf and stem canker of potatoes. S. Afr. J. Sci. 93(8): 1-5.
- Ray A, Kumar P (2008) Evaluation of fungicides against *Rhizoctonia solani* Kuhn, the incitant of aerial blight of soybean. Pantnagar J. Res. 6(1): 42-47.
- Seema M, Devaki NS (2012) *In vitro* evaluation of biological control agents against *Rhizoctonia solani*. Journal of Agricultural Technology 8(1): 233-240.
- Somani AK, Arora RK (2010) Field efficacy of *Trichoderma viride*, *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* in consortium for control of *Rhizoctonia solani* causing black scurf disease of potato. Ind. Phytopathol. 63(1): 23-25.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSU Tar. Doğa Derg. 23: 7-18.
- Soylu S, Kara M, Uysal A, Kurt Ş, Soylu EM (2021) Determination of antagonistic potentials of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Zemdirste-Agriculture 108: 303-312.
- Soylu S, Soylu EM, Kurt Ş, Ekici ÖK (2005) Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and

- pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. Pak. J. Biol. Sci. 8: 43-48.
- Stevenson WR, Loria R, Franc GD and Weingartner DP (2001) Compendium of potato diseases. Second Edition. APS Press. 36-37 pp.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Zir. Fak. Derg. 21: 103-111.
- Şahbaz S and Akgül DS (2016) Fungal wilt pathogens and their management in cotton growing areas in Reyhanlı County (Hatay). J. Turk. Phytopath. 45(1): 31-43.
- Şeniz V, Eser B, Daşgan Y, Akbudak N, İlbi H, Sürmeli N, Başay S (2005) Sebze üretiminde gelişme ve hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara, Sayfa 551-563.
- Townsend GR, Heuberger JV (1943) Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Dis. Rep. 27(17): 340-343.
- TÜİK (2020) Patates Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Son erişim: 24.05.2021).
- Vallad GE, Goodman RM (2004) Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Sci. 44: 1920-1934.
- Weinhold AR, Bowman T, Hall DH (1982) *Rhizoctonia* disease of potato; effect on yield and control by seed tuber treatment. Plant Dis. 66: 815-818.
- Yılmaz H, Demircan V, Erel G (2006) Bazı önemli patates üreticisi illerde patates üretim maliyeti ve gelirinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Zir. Fak. Derg. 1(1): 22-32.
- Yiğit F (2005) Bitki patojenlerinin kontrolünde kullanılan biyokontrol ürünler ve özellikleri. S.Ü. Zir. Fak. Derg. 19(36): 70-77.
- Yücer A (2007) Ruhsatlı tarım ilaçları. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.P.K.22 Üsküdar 34673, İstanbul. 328 s.