



Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin etkinliğinin belirlenmesi

Determination of the effectiveness of mycorrhiza, vermicompost and fertilization on tomato pith necrosis disease

Neriman KAYA¹ , Ebru KARNEZ² , Benian Pınar AKTEPE³ , Yeşim AYSAN^{1*} 

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

²Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksek Okulu, Adana, Türkiye.

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1087472](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472)

Geliş tarihi /Received:14.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:07.05.2022

Keywords:

Tomato, *Pseudomonas cichorii*,
vermicompost, mycorrhiza, potassium
fertilization.

*Corresponding author: Yeşim AYSAN

✉: aysanys@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The effectiveness of single, double and triple combinations of mycorrhizal fungi, vermicompost and potassium fertilization in tomatoes against the Pith Necrosis Disease caused by *Pseudomonas cichorii* were investigated in glass greenhouses with pot experiments

Methods and Results: The vermicompost, prepared at the dose recommended by the producer, was mixed with the soil at the rate of 20%, and seven mycorrhizal fungi species, which were produced in the clover plant, were mixed equally and applied to the planting pit of the tomato seedlings at a rate of 100 g per seedling, in contact with the roots. Potassium sulfate fertilizer prepared at a dose of 300 ppm was given after the tomato seedlings were planted. As a result of this study, all of the applications were successful by suppressing the disease at a rate of 52-74%. The most successful application was the Mycorrhiza application, which suppressed the disease by 74%. Vermicompost application prevented the disease by 71%, vermicompost+mycorrhiza and vermicompost+potassium application by 69% and mycorrhiza+potassium application by 68%. Other successful applications were obtained in triple combination with 62% and potassium fertilization alone with 52%.

Conclusions: It was determined that vermicompost, mycorrhiza and potassium fertilization applied to tomato plants, both alone and in combination, was successful in preventing the Pith Necrosis Disease caused by *Pseudomonas cichorii* between 52-74%. Since there is no chemical control of the Pith Necrosis Disease, plant activators stimulating the resistance mechanisms of plants and applications that enrich the microbial activity of the soil are important in terms of suppressing the disease and it is recommended to include these applications in the integrated control program of the disease.

Significance and Impact of the Study: This study has shown that these applications, which increase soil microbial activity, improve plant nutrient uptake and stimulate resistance to diseases, can be used successfully in the control of Pith Necrosis Disease.

Atf / Citation: Kaya N, Karnez E, Aktepe BP, Aysan Y (2022) Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübre uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 299-308. DOI: 10.37908/mkutbd.1087472

GİRİŞ

Türkiye'deki sebze üretimi içerisinde ilk sırada yer alan domates bitkisi (*Solanum lycopersicum* L.) içerdiği zengin mineral, vitamin ve lif kaynağı sayesinde en önemli gıdalardan biridir. FAO (Food and Agriculture Organization; Gıda ve Tarım Örgütü) 2020 verilerine göre Türkiye, 13.204.015 ton domates üretimiyle Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nun 2021 bitkisel üretim verilerine göre ülkemizde domates yetiştiriciliği yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgesinde yapılmakta olup bunu Marmara Bölgesi takip etmektedir (Anonim, 2022). Ülkemizin genelinde açıkta yetiştiricilik yapılırken özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır.

Domates yetiştiriciliğinde karşılaşılan fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar ciddi verim ve kalite kaybına neden olmaktadır (Aysan ve ark., 2004). *Pseudomonas* cinsine ait bakterilerin neden olduğu Domates Öz Nekrozu Hastalığı karşılaşılan önemli bakteriyel hastalıklar arasındadır. Domates Öz Nekrozu Hastalığı'na ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde domates yetiştirilen cam ve plastik seralarda ve yüksek tünellerde rastlanmaktadır (Üstün ve Saygılı, 2001). Hastalığa *Pseudomonas* spp. cinsine ait farklı bakteriyel etmenler neden olmaktadır. Bunlar *Pseudomonas viridiflava*, *P. cichorii*, *P. corrugata*, *P. mediterranea* ve *P. fluorescens*'dir (Aysan ve ark., 2018). *Pseudomonas* türlerinin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı domates bitkisinin tüm toprak üstü kısımlarında görülür. Bitkilerde tipik olarak sararma, gövdede düzensiz lekeler, petiol ve meyve sapı lezyonları, özde renk değişimi ve öz kısmının boşalması belirtileri görülür. Malesef hastalığın etkili bir kimyasal mücadelesi yoktur. Hastalık yönetiminde sağlıklı fide kullanımı, seraların iyi havalandırılması, üretim alanında sanitasyon işlemleri, dengeli gübreleme programı uygulanması (Üstün ve Saygılı, 2002), toprak solarizasyonu (Ülke, 2003) gibi önlemler ile hastalığın vereceği zarar azaltılabilir.

Bu hastalık dahil pek çok bakteriyel hastalığın mücadelesinde en etkili hastalık yönetim stratejileri, kültürel önlemler, fiziksel ve kimyasal tohum uygulamaları (Aysan ve ark., 2005), bitki aktivatörleri (Aktepe, 2021), metal oksitli nano partiküllerin kullanımı (Şahin ve ark., 2022), bitkisel ekstrakt ve uçucu yağların kullanımı (Mengüllüoğlu ve Soylu, 2012; Bozkurt ve ark., 2020) ve biyolojik mücadeleyi (Aysan ve Saygılı, 2008; Horuz ve ark., 2018; Bozkurt ve Soylu, 2019) kapsayan entegre mücadele yöntemlerinin kullanılmasıdır. Bitkide hastalıklara dayanıklılığı uyarmak için yapılan

uygulamalar son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bunları sağlamak için bitki aktivatörleri kullanıldığı gibi topraktaki mikrobiyal aktiviteyi artıran yeşil gübreleme, çeşitli kompost çayları, solucan gübresi olarak da bilinen vermikompost kullanımı, mikorizal fungus ve faydalı bakterilerin toprağa eklenmesi uygulamaları bitkinin hastalıklara karşı direncini artırır (Arancon ve ark., 2005; Küçükyumuk ve ark., 2014; Sülü ve ark., 2016). Tarımsal ve endüstriyel atıklardan elde edilen kompostların tarımda toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanılabilmesi atıkların kompostlaştırılmasını ve kullanımını arttırmıştır (Aksu ve ark., 2017). Solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi ile elde edilen vermikompost (solucan gübresi), sebze veya gıda atıklarının ayrıştırılması sonucu elde edilen organik gübrelerden biridir. Vermikompostlar bitkiler için temel besin elementleri olan N, P, K, Ca ve Mg gibi besin elementlerinin sentetik gübrelerden farklı olarak yavaş salınımı sayesinde (Bellitürk, 2018) dengeli bir şekilde alınımını sağlar. Bitki gelişimini teşvik edici vermikompostların potansiyeli, mikroorganizmalar tarafından üretilen büyüme düzenleyicilerin etkisinden, toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin değişiminden ya da topraktaki mikrobiyal aktivite seviyesindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Arancon ve ark., 2005).

Toprak mikrobiyotasını artıran ve bitkinin hastalıklara karşı dayanımını artıran diğer bir uygulama da arbusküler mikorizal fungusların (AMF) kullanımınıdır. AMF'ler ekosistemde hemen hemen her yerde bulunurlar ve bitkilerin kökleriyle simbiyotik halde yaşarlar. Konukçu bitki dokularında gelişim düzenleyici maddelerin oranlarında, fotosentez ürünlerinde artış ve oluşan ürünlerin sürgün ve köklere paylaşımı gibi fizyolojik olaylarda ve kök hücrelerinde biyokimyasal değişimlere neden olurlar (Yıldız, 2009; Demir ve ark., 2015). Mikorizal funguslar, çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını artırmakta ve köklerden çok uzak bölgelerde besin elementlerini bu hiflerin aracılığıyla alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (Almaca, 2014). Mikorizalar doğrudan doğruya hifsel gelişimiyle ve antibiyotik üretme yeteneğiyle patojen girişine engel olur. Doğrudan etkide; yer ve besin için rekabet, patojenin engellenmesi (Graham, 2001) ve antagonistik mikroorganizmaların artışı ile hastalık mücadelesinde etkilidirler (Fillion ve ark., 2003).

Bitki hastalıklarına karşı mücadele stratejilerinin önemli adımlarından biri de dengeli ve düzenli gübrelemedir. Besin elementleri bitkinin metabolizmasını değiştirerek hastalıklara olan duyarlılığını etkileyebilir ve hastalık oluşumu için daha uygun koşullar yaratabilir. Bitkinin gelişimi ve verimi üzerine etkili olan bu elementler aynı zamanda bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı

dayanıklılığını ve duyarlılığını etkiler (Spann ve Schumann, 2019). Hastalık belirtilerinin şiddetinde bitkiye yapılan gübrelemenin büyük etkisi vardır yani bitki besleme-hastalık ilişkisi oldukça önemli bir ayrıntıdır. Bunların içerisinde potasyum bitki beslemede ana rol oynar. Potasyum bitkinin kök gelişimini arttırır, besin ve su alımını iyileştirir, selüloz ve protein içeriğini arttırır, bitki gelişimi için gerekli enzimleri düzenler ve sonuçta bitki hastalıklarının oluşumunu azaltır (Elmer ve Datnoff, 2014). Potasyum bitkilerde nişasta, selüloz ve protein sentezi için önemli bir elementtir. Selüloz hücre duvarının ana bileşenidir ve potasyum eksikliği hücre duvarının daha zayıf hale gelmesine neden olur. Potasyum bitki hastalıklarına karşı etkili bir bariyer oluşturmada ana rol oynar (Spann ve Schumann, 2019). Potasyum eksikliği olan bitkilerin hastalığa yüksek duyarlılığı potasyum fonksiyonuyla ilişkilidir. Yüksek molekül ağırlığına sahip olan bileşiklerin (protein, nişasta, selüloz) sentezini azaltır ve patojenler için kolayca alınabilecek besin kaynakları olan düşük molekül ağırlığına sahip bileşiklerin birikimine öncülük eder (Huber ve ark., 2012).

Bu çalışmada domateste mikorizal fungusların, vermikompost gübrelemesinin ve potasyum beslemesinin tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının *Pseudomonas cichorii* tarafından neden olunan öz nekrozu hastalığının engellenmesi üzerine olan etkinliği cam serada saksı denemeleriyle araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Hastalık etmeninin izolasyonu

Örtü altı domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Mersin ili Erdemli ilçesindeki plastik seralar Mart 2019 tarihinde ziyaret edilmiş ve bitkiler öz nekrozu hastalığı yönünden incelenmiştir. Tipik hastalık semptomu gösteren iki farklı seradan yedi farklı bitki örneği alınıp kağıda sarılarak naylon torba içerisinde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakterioloji laboratuvarına izolasyon için getirilmiştir. Öz nekrozu belirtisi gösteren hasta bitkinin iletim demetlerinden hastalıklı ve sağlıklı doku kısımları içerecek şekilde alınan örnekler %70'lik alkolle yüzeyden dezenfekte edilmiştir. Daha sonra steril havanda 1 ml steril saline buffer içerisinde ezilerek bir öze dolusu süspansiyon Tryptone Soy Agar (TSA) besi yerine ekilmiştir. Petriler 25°C'de 48 saat inkube edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır. Saflaştırılan izolatlar gelecekteki çalışmalarda kullanılmak üzere eğik olarak hazırlanmış YDC agar besi yerinde geliştirilmiş ve +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Bakteri izolatlarının patojenitesi

Hasta domates bitkilerinden elde edilen 13 adet bakteri izolatları TSA besiyerinde 24 saat geliştirildikten sonra spektrofotometrede 600 nanometrede 0.2 absorbans değerinde 10^7 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyonları hazırlanmıştır. Her bir izolata ait süspansiyondan 100µl alınıp 3 tekrarlı olarak, 3-5 yapraklı dönemdeki sağlıklı domates fidelerinin kök boğazı yakınındaki gövde kısmına temiz bir enjektör yardımıyla inokule edilmiştir. İnokule edilen bitkiler Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan $25\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık, %75 nem ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık iklim odası koşullarında 4 hafta boyunca muhafaza edilmişlerdir. Tipik hastalık belirtisi olarak gövdede kahverengi lekeler, yapraklarda sararma ve solgunluk gözlenen bitkilerden değerlendirmeler ve reizolasyonlar yapılarak Koch postulatları aşamaları tamamlanmıştır. Değerlendirmede fidenin tüm boyu enfeksiyon boyuna oranlanarak enfeksiyon alanı yüzde olarak hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990). Patojenite testleri sonrası virülensliği en yüksek olan bir izolat saksı çalışmaları için seçilmiştir.

Patojen bakteri izolatlarının tanısı

Patojen olduğu belirlenen re-izolatlarla yapılan tanı çalışmalarında KOH testiyle gram reaksiyon, King B besiyerinde floresan pigmentasyon, levan oluşumu, oksidaz testi, patateste pektolitik aktivite, tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu belirlenmiştir (Lelliott ve Stead, 1987). Karşılaştırma kültürü olarak Prof. Dr. Yeşim Aysan tarafından farklı çalışmalar kapsamında tanısı yapılmış YA-998 kodlu *P. cichorii* izolatı kullanılmıştır. Domateste öz nekrozuna neden olan farklı türleri (*P. viridiflava*, *P. cichorii*, *P. corrugata* ve *P. fluorescens*) birbirinden ayırt etmek için floresan pigmentasyon ve LOPAT testleri gayet başarılı bir test kompleksidir. Bunun yanında tanı sonucunu desteklemek için virülensliği en yüksek patojen bakteri izolatının kesin tür tanısı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezinde MALDI-TOF (Matriks Assisted Laser Desorption Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry/ Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon-Uçuş Süreli Kütle Spektroskopisi) (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) kütle spektrofotometrisi ile gerçekleştirilmiştir (Sülü, 2020; Soylu ve ark., 2020).

Patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

Bitkide hastalık semptomu oluşturabilecek en düşük inokulum yoğunluğunu belirlemek amacıyla kalibrasyon denemesi kurulmuştur. Virülensliği yüksek olarak seçilen YA-925 kodlu bakteri izolatının 48 saatlik kültüründen

dansiyometrede 1.27 yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır. Bu süspansiyondan 1ml alınarak içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplerle 6 kez seyreltilmiştir. Her bir seyreltmeden 100 µl alınarak 3 tekrarlı olarak TSA besi yerine ekimler yapılmıştır. Petriler 25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra koloni sayıları not edilerek patojen yoğunluğu $4,2 \times 10^8$ hücre/ml olarak belirlenmiştir. Her bir seyreltmeden 100 µl alınıp steril bir enjektör ile 2 tekrarlı olarak domates fidelerine enjekte edilmiştir. Domates fideleri 6 hafta sonra boyuna kesilerek iletim demetlerinde görülen lezyon boyu ölçülerek bitki boyuna oranlanıp değerlendirme yapılmıştır (Klement ve ark., 1990). Hastalık belirtisinin görüldüğü en düşük bakteri konsantrasyonu saksı çalışmalarında kullanılmıştır.

Mikorizal fungusların üretimi ve sayımı

Denemelerde kullanılmak üzere *Funneliformis mossea*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum* mikorizal fungus türleri Çukurova Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. İbrahim Ortaş'dan temin edilmiş ve üretimi bu araştırma kapsamında yapılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 1:1 oranında toprak ve kum karışımı kullanılmıştır. İnokulum üretimi 3 kg'lık saksılarda yapılmış ve üretim bitkisi olarak yonca kullanılmıştır. Yedi mikorizal fungus türünün toprak+kök+misel+sporlarından oluşan inokulumu sandviç tekniğiyle tohum ekilmeden önce 2-3 cm derinliğe bırakılmıştır ve üzerine yonca tohumu ekilmiştir. Üretim süresi boyunca (1.5-2 ay) bitkiler sulanmıştır. Daha sonra bitkiler kurutulmaya bırakılmış ve toprak üstü aksamı kuruduktan sonra kök boğazından kesilerek kök kolonizasyonuna bakılmıştır. Mikorizal spor yoğunluklarının belirlenmesi için ıslak eleme yöntemi kullanılmıştır. *Funneliformis mossea*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum* inokulumlarından 10 gr tartılmıştır. Tartılan bu toprak behere boşaltılıp üzerine 500 ml su ilave edilmiştir. Hazırlanan bu toprak süspansiyonu yarım saat süreyle bir manyetik karıştırıcıyla çalkalanmıştır. Toprak süspansiyonu önce 0.5 mm'lik eleğe daha sonra 53 mikrometrelik elekte su berraklaşana kadar yıkanmıştır. 53 mikrometrelik elek üzerinde tutulan sporlar saf su yardımıyla 50 ml' lik santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Santrifüj tüpleri 2000 devir/dk'da beş dakika santrifüj edilmiştir. Süspansiyon üzerindeki supernat uzalaştırılmış ve %50'lik sukroz çözeltisi eklenerek yeniden 2000 devir/dk 'da bir dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra supernat 53 mikrometrelik elekten

geçirilerek yıkanmış ve birer cm²'ye ayrılmış petri kabına saf su ile alınarak sporlar stereoskopik mikroskopta (60X büyütmede) sayılmıştır. En iyi kolonize olan mikorizal fungus *Glomus etunicatum*, 75 spor/10g toprak olarak saksı denemelerinde kullanılmıştır (Menge ve Timmer, 1982).

Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin hastalık çıkışı üzerine etkisinin belirlenmesi

Çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü araştırma ve uygulama parselinde bulunan cam serada 18 Mart-6 Mayıs 2020 tarihleri arasında yapılmıştır. Denemede Newton çeşidi domates fideleri kullanılmış ve fideler 4-5 yapraklı dönemde saksılara şaşırtılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekrarlı ve her tekrarda 6 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Vermikompost uygulaması olarak üretici firmanın önerdiği dozda hazırlanan vermikompost %20 (v:v) oranında toprağa karıştırılarak saksılara fide dikimi yapılmıştır (Karnez ve ark., 2021). Mikoriza uygulaması olarak yonca bitkisinde üretimi yapılan yedi mikorizal fungus türü (*Funneliformis mossea*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum*) eşit oranda karıştırılmış ve fide başına 100 gr domates fidelerinin dikim çukuruna köklerle temas edecek şekilde uygulanmıştır. Potasyumlu gübre uygulaması olarak 300 ppm dozda hazırlanan potasyum sülfat gübresi domates fideleri dikildikten sonra verilmiştir (Üstün, 2000). İkili kombinasyonlar ise vermikompost+mikoriza, vermikompost+potasyum ve mikoriza+potasyum şeklinde uygulanmıştır. Ayrıca vermikompost, mikoriza ve potasyum üçlü kombinasyon olarak da uygulanmıştır. Pozitif kontrol bitkilerine hiçbir uygulama yapılmadan sadece patojen inokule edilmiştir. Şaşırtmadan üç hafta sonra patojen bakteri süspansiyonu bitkilerin gövdesine enjekte edilmiştir. Patojen iletim demetlerinde hastalık oluşturduğundan dolayı 24-48 saatlik patojen bakteri kültüründen hazırlanan $4,2 \times 10^5$ hücre/ml popülasyonundaki patojen bakteri süspansiyonu steril bir enjektör yardımıyla kök boğazından 100 µl enjekte edilmiştir. Negatif kontrol bitkilerine ise yalnızca steril su pozitif kontroldeki yöntemle göre enjekte edilmiştir. Bitkiler üçer gün aralıklarla incelenerek sulama ve diğer bakım işlemleri (yabancı ot temizliği, ipe alma, sulama vb) yapılmıştır. Pozitif kontrol bitkilerinde tipik olarak sararma ve gövdede leke belirtileri gözlemlendikten sonra denemedeki tüm bitkiler hastalık gelişimi yönünden değerlendirilmiştir. Bıçakla boyuna kesilen bitkilerin iletim demetlerindeki lezyon boyu ölçülmüş ve tüm bitki boyuna oranlanarak enfeksiyon alanı hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990). Denemeler her uygulama 5

tekerrür olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Yapılan denemeler iki farklı zamanda tekrarlanmıştır.

İstatistik analizi

Farklı uygulamaların hastalık çıkışı üzerine olan etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda uygulama yapılan bitkilerin iletim demetlerindeki lezyon boyları ölçülmüş (n=5), ölçülen uzunluklar SPSS istatistik programı (SPSS Statistics 17.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılık LSD Çoklu Karşılaştırma Testiyle ile karşılaştırılmıştır (P<0.05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hastalık etmeninin izolasyonu ve patojenitesi

İki farklı seradan öz nekrozu belirtisi gösteren yedi farklı bitkinin öz kısımlarından yapılan izolasyonlarda 13 adet bakteri izolatu elde edilmiştir. Elde edilen bakteri izolatları TSA besi yerinde etrafı düz, mat ve açık krem renkte yuvarlak koloniler oluşturmuşlardır. Bakteriyel izolatların sağlıklı domates bitkisine inokulasyonundan 4 hafta sonra genel olarak sararma, gövdede düzensiz siyah lekeler ve özde renk değişimi belirtileri gözlenmiştir. Saflaştırılan 13 izolat domates fidelerinin %3-40 arasında öz nekrozu enfeksiyon alanı oluşturduğu belirlenmiş ve tümünün patojen olduğu kanıtlanmıştır. İzolatlar arasında domates bitkisinin %40'ında öz nekrozu belirtisi oluşturan YA-925 kodlu izolat sakı çalışmaları için seçilmiştir.

Patojen bakteri izolatlarının tanısı

İzolatların tümü gram negatif, floresan pigmentasyonu pozitif, levan negatif, oksidaz pozitif, arginin dehidrolaz negatif, patates dilimlerinde pektolitik aktivitesi negatif ve tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu pozitif olarak değerlendirilmiş ve *Pseudomonas cichorii*'nin yer aldığı LOPAT III grubuna dahil olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde edilen test sonuçları karşılaştırma kültürü olan YA-998 nolu izolat ile aynı sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tanı testleri MALDI TOF MS ile desteklenmiş ve tanı sonucunda indeks değeri 2.1 olarak belirlenerek *Pseudomonas cichorii* ile tür düzeyinde tam eşleşme sağlanmıştır. Protein kütle parmak izini kullanan MALDI-TOF/MS tabanlı tanımlamalar, bakteri türlerinin hızlı ve güvenilir düzeyde tanımlamasında hızlı ve hassas bir yöntemdir. Birçok durumda MALDI-TOF/MS tabanlı tanımlamalar, jel bazlı protein veya DNA parmak izi tekniklerinden daha iyi çözünürlük ve tekrarlanabilirlik gösterdiği bildirilmiştir (Saleeb ve ark. 2011; Singhal ve ark. 2015; Uysal ve ark., 2019).

Çizelge 1. Domates öz nekrozuna neden olan bakterilerin tanı test sonuçları

Table 1. Diagnostic test results of bacteria causing tomato pith necrosis

TESTLER	13	<i>Pseudomonas</i>
Gram reaksiyon	-	-
Floresan	+	+
Levan	-	-
Oksidaz	+	+
Pektolitik aktivite	-	-
Arginin dehidrolaz	-	-
Tütünde HR	+	+
Patojenite testi	+	+

Patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

Patojenite çalışmalarında en yüksek virülenliğe sahip YA-925 kodlu *Pseudomonas cichorii* izolatının spektrofotometre ile OD= 1.27 yoğunluğunda ayarlanan süspansiyonunun 4.2×10^8 hücre/ml bakteri popülasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Bu inokulumun altı farklı seyreltmesi domates bitkilerine inokule edildiğinde ilk üç seyreltmede hastalık gözlenmiş, 4., 5. ve 6.seyreltmede herhangi bir belirti gözlenmemiştir. Bitkide hastalık oluşturabilen en düşük bakteri popülasyonu 4.2×10^5 hücre/ml olarak hesaplanmış ve bu popülasyon domatesin %31'ini kaplayan enfeksiyon alanına sahip olmuştur. Bu sonuca göre sakı denemelerinde bu patojen konsantrasyonunun kullanılmasına karar verilmiştir.

Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin hastalığa etkisinin belirlenmesi

Çizelge 2'de görüldüğü gibi hiçbir uygulamanın yapılmadığı sadece patojen bakteri *Pseudomonas cichorii* ile bulaştırılan pozitif kontrol uygulamasında yer alan bitkilerde enfeksiyon alanı %31.35 olarak belirlenmiştir. Negatif kontrol bitkilerinde herhangi bir hastalık gözlenmemiştir. Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin tek başına, ikili ve üçlü kombinasyonlarının yapıldığı uygulamalardaki bitkilerde, enfeksiyon alanının %8.30-15.10 arasında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, uygulamaların tümünün pozitif kontrolden farklı grupta yer alan başarılı uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Bu başarılı uygulamalar domates bitkilerinde *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığının gelişimini %51.8-73.5 arasında baskılamıştır. Ayrıca uygulamaların, patojenin inokule edildiği bölgede sınırlı kaldığı, hiç bir uygulamanın yapılmadığı pozitif kontrolde ise enfeksiyonun iletim demetinde ilerlediği gözlenmiştir.

Çizelge 2. Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin öz nekrozu hastalığına etkisi
Table 2. The effect of vermicompost, mycorrhiza and potassium fertilization on pith necrosis disease

Uygulamalar	Enfeksiyon Alanı (%)	% Etki
Mikoriza	8.30 ^d	73.50
Vermikompost	9.20 ^{cd}	70.70
Vermikompost+Mikoriza	9.59 ^{cd}	69.40
Vermikompost+ Potasyum	9.85 ^{cd}	68.60
Mikoriza+Potasyum	9.99 ^{cd}	68.10
Vermikompost+Mikoriza+Potasyum	12.02 ^{bc}	61.70
Potasyum	15.10 ^b	51.80
Pozitif Kontrol	31.35 ^{a*}	-
Negatif Kontrol	0.00	-

* Sütun içerisinde yer alan değerlerin yanındaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki farkın LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. LSD 0.05 = 3.54.

Hastalığı en iyi şekilde baskılayan uygulama, domates fidelerinin dikim çukuru köklerle temas edecek şekilde uygulanan mikoriza uygulaması olmuştur. Mikoriza uygulanmış bitkilerde *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu öz nekrozu hastalığı sadece %8.30 düzeyinde meydana gelmiş ve bu uygulama hastalığı %73.50 oranında baskılamıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda, uygulamalar arasında en etkili bulunan mikoriza uygulamasının pozitif kontrol, potasyum ve vermicompost+mikoriza+potasyum uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca vermicompost ile ikili kombinasyon uygulamaları aynı istatistik grupta yer almıştır. Bitki ile simbiyotik halde yaşayan mikorizal funguslar bitkide çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olarak rizosferdeki mikrobiyal popülasyonun değişimini etkilerler (Biçici, 2011). Genellikle fungal hastalıkların (Özgönen ve ark., 2001; Akköprü ve ark., 2005; Demir ve ark., 2015) baskılanması için kullanılan mikoriza içeren uygulamalar son yıllarda bakteriyel hastalıklar için de başarıyla kullanılmaktadır. Örneğin *Ralstonia solanacearum*'un neden olduğu domateste Bakteriyel Solgunluk Hastalığının (Zhu ve Yao, 2004; Monther, 2009; Tahat ve ark., 2012), *Pseudomonas tomato*'nun neden olduğu Bakteriyel Benek Hastalığının (Karapire, 2014) ve *Erwinia carotovora*'nın neden olduğu Gövde Çürüklüğü Hastalığının (Garcia-Garrido ve Ocampo, 1988), mücadelesinde mikorizal funguslar başarıyla kullanılmaktadır.

Çalışmalarımızda tespit edilen bir diğer başarılı uygulama olan vermicompost uygulaması ise hastalığı %70.70 oranında baskılamıştır. İstatistik analizler sonucunda vermicompost uygulaması diğer vermicompost+mikoriza, vermicompost+potasyum mikoriza+potasyum ve

vermicompost+mikoriza+potasyum uygulamaları ile aynı, pozitif kontrolden ise farklı istatistik grubunda yer almıştır. Bu çalışmada olduğu gibi vermicompost uygulamalarının yapıldığı bitkilerde domateste Bakteriyel Benek Hastalığının çıkışı %12-42 (Karnez ve ark., 2021), Bakteriyel Solgunluk Hastalığının çıkışı ise %25 oranında baskı altına alındığı (Min ve ark., 2016) daha önce yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Ayrıca, hıyarda *Pythium aphanidermatum*'un neden olduğu Fide Çürüklüğü Hastalığı (Carr ve Nelson, 2014), çilekte *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* ve *Pythium ultimum*'un neden olduğu fungal hastalıklara (Edwards ve ark., 2002) olan olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir. Soylu ve ark. (2020) tarafından yakın zamanda yapılan bir diğer çalışmada ise vermicomposttan izole edilen 28 bakteriyel izolatin (toplam izolatin % 49.12) *in vitro* ikili kültür testlemelerinde, sebzelerde sorun olan fungal etmenlerden *S. sclerotiorum*'un gelişimini %1.72-75.43, *M. phaseolina*'nın gelişimini %1.67-65.83, *B. cinerea* gelişimini %3.44-57.18, *V. dahliae* gelişimini ise %2.28-58.74 gibi değişen oranlarda engellediği bildirilmiştir. Çalışmalarımızda belirlenen etkinliğin vermicompost içerisinde yer alan faydalı antagonist veya bitki gelişimini teşvik eden bakterilerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İkili kombinasyon olarak vermicompost+mikoriza, vermicompost+potasyum ile mikoriza+potasyum uygulamalarının yapıldığı domates bitkilerinin öz kısmında oluşan enfeksiyonu sırasıyla % 69.40, 68.60, 68.10 oranlarında baskıladığı belirlenmiştir. Bu üç uygulama pozitif kontrolden farklı olarak aynı istatistik grupta yer alan diğer başarılı uygulama grubu olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızın aksine yapılan başka bir çalışmada vermicompostun tek başına

uygulanmasının yanı sıra mikoriza ile uygulanmasında daha yüksek etki göstermesi (Karak, 2021) elde edilen bu verilerin ek çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Vermikompost, mikoriza ve potasyumun üçlü kombinasyonu halinde yapılan uygulamada ise enfeksiyon alanı %12.02 olarak belirlenmiş ve hastalığı engellemedeki başarısı %61.70 olduğu tespit edilmiştir. Bu üçlü kombinasyon pozitif kontrolden ayrı bir istatistik grubta yer almış ve diğer başarılı bir uygulama olarak saptanmıştır. Mikoriza, solucan gübresi ve potasyum beslemesi ikili veya üçlü kombinasyon olarak uygulandığında daha fazla bir etki beklenirken yapılan denemede kombinasyonun böyle bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu durum saksı çalışmaları yerine daha geniş alanlarda ve tekrarlarla tarla çalışmalarıyla detaylandırılmaya ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

Potasyum gübresi tek başına uygulandığında özde oluşan enfeksiyon alanı %15.10 olarak belirlenmiş ve hastalığı engellemedeki başarısı %51.80 ile diğer uygulamalardan farklı bir istatistik grubta yer alarak *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını baskılamada etkili bir diğer uygulama olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Üstün (2000) tarafından yapılan bir çalışmada öz nekrozu hastalığına karşı farklı oranlarda (100 ppm, 200 ppm, 400 ppm) potasyum gübrelemesinin hastalığa etkisi araştırılmıştır. Potasyum uygulanmayan pozitif kontrol bitkilerinde nekroz uzunluğu 24.8 cm iken, 600 ppm dozda 15.4 cm, 200 ppm dozda 15.2 cm, 400 ppm doz uygulanan bitkilerde 14.1 cm olarak saptanmışlardır. Çalışma sonucunda potasyum beslemesinin hastalığı baskılama yeteneğinde olduğunu bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada Yanar ve ark. (2011), *Leveillula taurica*'nın oluşturduğu domateste külleme hastalığını baskılamak için 2006 ve 2007 yıllarında 2 tekrar olmak üzere domates yapraklarına potasyum silikat uygulamışlardır. Hastalığı engellemede ilk yıl %41 oranında, ikinci yıl %36 oranında başarılı bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, vermikompost, mikoriza ve potasyum uygulamalarının tümü pozitif kontrolden farklı grupta yer aldığı için *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını engelleme yeteneğinde oldukları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada, *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı'na karşı mikoriza uygulamasının %74 oranında hastalığı en iyi baskılayan uygulama olduğu, bunun yanında vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin ikili ve üçlü kombinasyonlarının da hastalığı başarılı bir şekilde engellediği sonucuna ulaşılmıştır. Öz Nekrozu

Hastalığı'nın kimyasal mücadelesinin olmaması nedeniyle alınabilecek kültürel önlemler dışında bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarını uyarayan bitki aktivatörleri ve toprağın mikrobiyal aktivitesini zenginleştirmesini sağlayan biyolojik mücadele elemanlarının kullanımı hastalığın baskılaması açısından önemlidir. Mikoriza ve vermikompostun mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı ve çeşitli bakteriyel ve fungal hastalıkların mücadelesinde kullanımının olumlu etkisi daha önceki yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır. Dengeli gübreleme ile hastalığın vereceği zarar azaltılabilir. Hastalığı baskılayıcı özelliği ile bilinen potasyum gübrelemesine mücadele programında yer verilmelidir. Yapılan tüm uygulamalarda *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını baskılamada ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanında hastalığın baskılanması ile ilgili üretici koşullarında yapılacak çalışmalara gereksinim vardır. Bu nedenle yapılacak sonraki çalışmalarda bu uygulamaların bitkide hangi mekanizmaları kullanarak hastalığı baskıladığı araştırılmalıdır. Ayrıca bu uygulamaların topraktaki mikrobiyal popülasyonlara olan etkisi de araştırılması gereken bir diğer konudur.

ÖZET

Amaç: Domateste mikorizal fungusların, vermikompost gübrelemesinin ve potasyum beslemesinin tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu öz nekrozu hastalığı'na etkisi ve mücadelesinde kullanım olanakları saksı denemeleriyle cam serada araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Vermikompost uygulaması üretici firmanın önerdiği dozda hazırlanarak %20 oranında toprağa karıştırılmış ve mikoriza uygulaması olarak yonca bitkisinde üretimi yapılan yedi mikorizal fungus türü eşit oranda karıştırılarak fide başına 100 gr olacak şekilde domates fidelerinin dikim çukuruna köklerle temas edecek şekilde uygulanmıştır. Potasyumlu gübre uygulaması olarak 300 ppm dozda hazırlanan potasyum sülfat gübresi domates fideleri dikildikten sonra verilmiştir. Çalışma sonucunda uygulamaların tümü hastalığı %52-74 arasında baskılayarak başarılı olmuştur. En başarılı uygulama hastalığı %74 oranıyla baskılayan Mikoriza uygulaması olmuştur. Vermikompost uygulaması hastalığı %71, vermikompost+mikoriza ve vermikompost+potasyum hastalığı %69 ve mikoriza+potasyum uygulaması ise hastalığı %68 oranında engellemiştir. Diğer başarılı uygulamalar ise %62 ile üçlü kombinasyonda ve %52 ile sadece potasyum gübrelemesinde elde edilmiştir.

Genel Yorum: Bu tez çalışması sonucunda, domates

bitkilerine hem tek başına hem de kombinasyon halinde uygulanan vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı'nı %52-74 arasında engellemede başarılı olduğu belirlenmiştir. Öz nekrozu hastalığının kimyasal mücadelesinin olmaması nedeniyle bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarını uyarayan bitki aktivatörleri ve toprağın mikrobiyal aktivitesini zenginleştirmesini sağlayan uygulamalar hastalığın baskılanması açısından önemlidir ve bu uygulamaların hastalığın entegre mücadele programına dahil edilmesi önerilmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Toprak mikrobiyal aktivitesini artıran, bitkinin besin alımını iyileştiren ve hastalıklara dayanıklılığı uyarayan bu uygulamaların öz nekrozu hastalığı'nın mücadelesinde başarıyla kullanılabileceği bu çalışmayla gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Pseudomonas cichorii*, vermikompost, mikoriza, potasyum gübrelemesi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-12417 nolu projeye desteklenmiştir. Farklı mikoriza kültürlerini paylaşan Çukurova Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ ile patojen bakteri izolatların MALDI-TOF ile tanısının yapılmasındaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Soner SOYLU'ya teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmada kullandığımız vermikompost gübresinin temini için Agrosol AŞ firmasına teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

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

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Akköprü A, Demir S, Özaktan H (2005) Farklı flouresan pseudomonas (fp) izolatları ve arbusküler mikorhizal fungus (amf) *Glomus intraradices*'in domatesteki bazı morfolojik parametrelere ve *Fusarium solgunluğuna* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (sacc) syd. et hans.) etkisi. YYÜ Zir.Fak. Tar. Bil. Der. 15(2): 131-138.

Aksu G, Altay H, Köksal SB (2017) Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. ÇOMÜ Zir. Fak. Der. 5(2): 123-128.

Aktepe BP (2021) The effect of different plant activators and biological preparete on the biological control of bacterial speck disease in tomato. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 355-364.

Almaca A (2014) Tarımsal üretimde mikorizanın önemi. Harran Tarım ve Gıda Bil. Derg. 18(2): 56-65.

Anonymous (2022) FAOSTAT-Agriculture Database, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. (Acces Date: 28.02.2022).

Anonim (2022) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. Bölgesel Domates Üretim verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 28.02.2022).

Aroncon NQ, Galvis PA, Edwards CA (2005) Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermikomposts. Bioresource Tech. 96: 1137-1142.

Aysan Y, Mirik M, Çetinkaya-Yıldız R, Küsek M (2005) *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun yayılmasına tohum kökenli inokulumun rolü. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi 9-11 Kasım 2005, Adana, 353s.

Aysan Y, Mirik M, Şahin F, Çetinkaya-Yıldız R (2004) Outbreak of bacterial speck disease in a nursery in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. 3rd Balkan Symposium on Vegetables & Potatoes, 6-10 September, Bursa Turkey. Acta Hort. 729: 441-443s.

Aysan Y, Saygılı H (2008) Domates Bakteriyel Benek Hastalığı. (H. SAYGILI, F. ŞAHİN, Y. AYSAN Editörler) Bitki Bakteri Hastalıkları, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 123-126s.

Aysan Y, Üstün N, Mirik M, Saygılı H, Şahin F (2018) Domates öz nekrozu hastalığı. Bitki Bakteri Hastalıkları, (Eds: Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M.), 2. Baskı, Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ, s.63-67.

Bellitürk K (2018) Vermicomposting in Turkey: Challenges and opportunities in future. Eurasian J. of Forest Sci. 6(4): 32-41.

Biçici M (2011) Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikorizanın rolü. Türkiye Biyolojik Müc. Derg. 2(2): 139-174.

Bozkurt İA, Soylu S (2019) Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Zir. Fak. Derg. 16: 348-361.

Bozkurt İA, Soylu S, Kara M, Soylu EM (2020) Chemical composition and antibacterial activity of essential oils isolated from medicinal plants against gall forming plant pathogenic bacterial disease agents. KSU. Tarım ve Doğa Derg. 23: 1474-1482.

- Carr EA, Nelson EB (2014) Disease-suppressive vermicompost induces a shift in germination mode of *Pythium aphanidermatum* zoospore. Plant Dis. 98: 361-367.
- Demir S, Şensoy S, Ocak E, Tüfenkçi Ş, Demire Durak E, Erdinç Ç, Ünsal H (2015) Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. Turk. J. Agric. For. 39: 300-309.
- Edwards CA, Atiyeh RM, See L, Aroncon NQ, Metzger JD (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Tech. 84: 7-14.
- Elmer WH, Datnoff DH (2014) Mineral nutrition and suppression of plant disease. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems 4: 231-244.
- Fillion M, St-Arnaud M, Jabaji-Hare SH (2003) Quantification of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in mycorrhizal bean plants and surrounding mycorrhizosphere soil using real time polymerase chain reaction and direct isolations on selective media. Phytopathology 93: 229-235.
- Garcia-Garrido JM, Ocampo JA (1988) Interaction between *Glomus mosseae* and *Erwinia carotovora* and its effects on the growth of tomato plants. New Phytol. 110: 551-555.
- Graham JH (2001) What do root pathogens see in mycorrhizas? New Phytol. 149: 357-359.
- Horuz S, Ocal A, Aysan Y (2018) Efficacy of hot water and chemical seed treatments on bacterial speck of tomato in Turkey. Fresenius Environ. Bullet. 27(5): 3185-3190.
- Huber D, Römheld V, Weinmann M (2012) Relationship between nutrition, plant diseases and pests. Nutritional Physiol. 10: 283-298.
- Karak S (2021) Mikorizal Fungus ve Vermikompost Uygulamalarının Patateste *Rhizoctonia solani* Kuhn. ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 62 sayfa.
- Karapire M (2014) Arbüsküler Mikorizal Fungusların Domateste Bakteriyel Benek Hastalığına (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ve Bitki Gelişimine Etkileri. SDÜ, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 54 s.
- Karnez E, Güldoğan Ö, Ercan N, Korkmaz K, Aysan Y (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermicompost uygulamasının etkisi. MKÜ Tar. Bil. Derg. 26(3): 726-735.
- Klement Z, Mavridis A, Rudolph K, Vidaver A, Perobelon MCM, Moore LW (1990) Inoculation of plant tissues. In: Methods in Phytobacteriology (Eds: Z. Klement, K. Rudolph, D.C. Sands) 95-103. Akademiai Kiado, Budapest. 567p.
- Küçükyumuk Z, Gültekin M, Erdal İ (2014) Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Zir. Fak. Derg. 9(1): 51-58.
- Lelliott RA, Stead DE (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. In: Methods in Plant Pathology (Ed: T. F. Preece, Series editor) 2: 219.
- Menge JA, Timmer LW (1982) Procedure for inoculation of plants vesicular-arbuscular mycorrhizal in laboratory green house and field. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research (Ed.: N.C. Schenck) American Phytopathological Society, St. Paul, 59-68.
- Mengüllüoğlu M, Soylu S (2012) Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Res. Crops 13: 641-646.
- Min YY, Soe KK, Aung MZ, Naing TAA (2016) Evaluation of different control measures on bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. J. Agric. Res. 4(1): 113-116.
- Monther MT (2009) Mechanisms Involved in The Biological Control of Tomato Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Universiti Putra, Ph. D. Thesis, 25p.
- Özgen H, Biçici M, Erkiç A (2001) The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Turk. J. Agric. For. 25: 25-29.
- Saleeb PG, Drake SK, Murray PR, Zelazny AM (2011) Identification of mycobacteria in solid-culture media by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. J. Clin Microbiol. 49: 1790-1794.
- Singhal N, Kumar M, Kanaujia PK, Virdi JS (2015) MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. Front. Microbiol. 6: 791.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSÜ. Tar. ve Doğa Derg. 23(1): 718.

- Spann TM, Schumann AW (2019) Mineral Nutrition Contributes to Plant Disease and Pest Resistance. One of a Series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, IFAS Extension, This document is HS1181. Retrieved December 15, 2021, from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fedis.ifas.ufl.edu%2Fpdf%2FH5%2FH5118100.pdf&clen=887831&chunk=true
- Sülü SM (2020) Karpuz bakteriyel fide yanıklığı hastalığının (*Acidovorax Citrulli*) biyolojik mücadelesinde endofit ve epifit bakterilerin etkinliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 121 s.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Zir. Fak. Derg. 21: 103-111.
- Şahin B, Aydın R, Soylu S, Türkmen M, Kara M, Akkaya A, Çetin H, Ayyıldız E (2022) The effect of *Thymus syriacus* plant extract on the main physical and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized by SILAR Method. Inorg. Chem. Commun. 135: 109088.
- Tahat MM, Othman R, Sijam K (2012) The potential of endomycorrhizal fungi to control tomato bacterial wilt *Ralstonia solanacearum* under glass-house conditions. Afr. J. Biotech. 11(67): 13085-13094.
- Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Soylu EM, Kara M (2019) Yaprığı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) tekniği kullanılarak tanınması. YYÜ. Tar. Bil. Derg. 29: 595-603.
- Ülke G (2003) Domates Öz Nekrozu etmenleri *Pseudomonas cichorii* ve *Pseudomonas corrugata*'nın tanısı, epidemiyolojileri ve entegre mücadelesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 122 s.
- Üstün N (2000) Ege bölgesi domates seralarında öz nekrozu hastalığına neden olan bakteriyel etmenler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 151 s.
- Üstün N, Saygılı H (2001) Tomato pith necrosis in greenhouses in aegean region of Turkey. 17 th Annual Tomato Diseases Workshop, 8-9 November, West Palm Beach, Florida.
- Üstün N, Saygılı H (2002). Effect of nitrogen, potassium, high relative humidity and low night temperatures on the incidence of pith necrosis of tomatoes. J. Turkish Phytopathol. 31(3): 125-136.
- Yanar Y, Yanar D, Gebologlu N (2011) Control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato by foliar sprays of liquid potassium silicate (K₂O₃Si). Afr. J. Biotech. 10(16): 3121-3123.
- Yıldız A (2009) Mikoriza ve arbüsküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. AMÜ. Zir. Fak. Derg. 6(1):91-101.
- Zhu HH, Yao Q (2004) Localized and systemic increase of phenols in tomato roots induced by *Glomus versiforme* inhibits *Ralstonia solanacearum*. J. Phytopathol. 152: 537-542.