T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOMATES (*Solanum lycopersicium* L.) BİTKİSİNDE, Verticillium SOLGUNLUĞU *(Verticillium dahliae* Kleb.*)* ve ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI [*Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.] HASTALIKLARINA KARŞI *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers ve Samuels'nin ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Rojbin ÇEVİK
DANIŞMAN : Prof. Dr. Semra DEMİR

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOMATES (*Solanum lycopersicium* L.) BİTKİSİNDE, Verticillium SOLGUNLUĞU *(Verticillium dahliae* Kleb.*)* ve ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI [*Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.] HASTALIKLARINA KARŞI *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers ve Samuels'nin ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Rojbin ÇEVİK

VAN - 2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Semra DEMİR danışmanlığında, Rojbin ÇEVİK tarafından sunulan "Domates (*Solanum lycopersicium*) Bitkisinde, Verticillium Solgunluğu *(Verticillium dahliae* Kleb.*)* ve Erken Yaprak Yanıklığı [*Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.] Hastalıklarına Karşı *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers ve Samuels'nin Etkisinin Belirlenmesi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince …../...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve ……....…….. tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:Prof.Dr.Semra DEMİR İmza:

Üye:Doç.Dr. Hadi AYDIN İmza:

Üye:Doç.Dr. Ahmet AKKÖPRÜ İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun …./..../…... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

……..……..

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Rojbin ÇEVİK

ÖZET

DOMATES (*Solanum lycopersicium*) BİTKİSİNDE, Verticillium SOLGUNLUĞU (*Verticillium dahliae* Kleb.) VE ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI [*Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.] HASTALIKLARINA KARŞI *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers ve Samuels'NIN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

ÇEVİK, Rojbin
Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra DEMİR
Temmuz 2021, 53 sayfa

Bu çalışmada domates yetiştiriciliğinde sorun teşkil eden ve önemli ekonomik kayıplara neden olan *Verticillium* solgunluğu (*Verticillium dahliae*) ve Erken Yaprak Yanıklığı (*Alternaria solani*) hastalıklarına karşı *Clonostachys rosea*'nın etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *In vitro* çalışmalarda, fungal biyokontrol ajanı *C. rosea'*nın *A. solani* ve *V. dahliae* üzerinde etkili olduğu ve miseliyal gelişimi baskıladığı tespit edilmiştir. *In vivo* çalışmalarda, *C. rosea* buğdaylara saldırılmış ve patojen inokulasyonlarından önce bitkilere 20 g, 30 g ve 40 g uygulama dozları şeklinde uygulanmıştır. Daha sonra *V. dahliae* stoklarından 2 mm çapında diskler alınarak bitkinin kök bölgesine uygulanmıştır. *A. solani* ise $1x10^6$ konidi/ml olacak şekilde el spreyi ile bitkilere yeşil aksamdan püskürtülerek inokule edilmiştir. Deneme sonunda hastalık şiddetleri ve morfolojik gelişim parametreleri değerlendirilmiştir. *V. dahliae* kontrol bitkilerinde %76.0 oranında hastalık şiddetine neden olurken, *C. rosea* izolatının 20g, 30 g ve 40 g uygulama dozlarının ise domates bitkisindeki hastalık şiddeti sırasıyla %58.3, %55.3 ve %25.3 olarak belirlenmiştir. *A. solani* x *C. rosea* x domates patosisteminde ise hastalık şiddeti kontrol ve *C. rosea*'nın 20g, 30g ve 40g uygulama dozlarında sırasıyla %96.6, %63.3, %43.6 ve %46.6 olarak tespit edilmiştir. *C. rosea*'nın patojenleri baskılama oranları *A. solani* için en yüksek 30 g dozunda (%54.8), *V. dahliae* için ise 40 g dozunda (%66.6) belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre *C. rosea*'nın, domates bitkisinin morfolojik gelişimine olumlu etkide bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: *Alternaria solani*, Biyolojik mücadele, *Clonostachys rosea*, domates, *Verticillium dahlia.*

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECT OF *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers and Samuels AGAINST *Verticillium* WILT (*Verticillium dahliae* Kleb.) AND EARLY BLIGHT [*Alternaria solani* (Ell. and G. Martin) Sor.] DISEASES IN TOMATO PLANTS

ÇEVİK, Rojbin
MSc. Thesis, Department of Plant Protection
Supervisor: Prof. Dr. Semra DEMİR
July 2021, 53 pages

In this study, it was aimed to determine the effectiveness of *Clonostachys rosea* against Verticillium wilt (*Verticillium dahliae*) and Early Leaf Blight (*Alternaria solani*) diseases, which are a problem in tomato cultivation and cause significant economic losses. In *in vitro* studies, it was determined that the fungal biocontrol agent *C. rosea* was effective on *A. solani* and *V. dahliae* and suppressed mycelial growth. In In *in vivo* studies, C. rosea was attacked on wheat and applied to plants at application doses of 20 g, 30 g and 40 g before pathogen inoculations. Then, 2 mm diameter discs were taken from V. dahliae stocks and applied to the root zone of the plant. A. solani was inoculated at a rate of 1x106 conidia/ml by spraying the green parts of the plants with a hand spray. *V. dahliae* caused 76.0% disease severity in control plants, while the disease severity of 20g, 30g and 40g application doses of *C. rosea* isolate inoculated into wheat grains in tomato plants was determined as 58.3%, 55.3% and 25.3%, respectively. In *A. solani* x *C. rosea* x tomato pathosystem, disease severity was determined as 96.6%, 63.3%, 43.6% and 46.6% at control, and 20g, 30g, and 40g application doses of *C. rosea*, respectively. The pathogen suppression rates of *C. rosea* were determined at the highest dose of 30 g (54.8%) for *A. solani* and 40 g (66.6%) for *V. dahliae*. In the study, the effects of *C. rosea* on plant growth were also tried to be determined. According to the findings, C. rosea had a positive effect on the morphological development of the tomato plant

Keywords: *Alternaria solani,* Biological control, *Clonostachys rosea*, Tomato, *Verticillium dahlia.*

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Semra DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez döneminde her türlü bilgi, kaynak yardımı ve ayrıca destek sağlayan GAP Tarımsal Araştırma Entitüsünde görev yapan Ziraat Yüksek Mühendisi Şahimerdan TÜRKÖLMEZ, Ziraat Yüksek Mühendisi İsmail RASTGELDİ, Mehmet BARUTÇUOĞLU'na her türlü desteği sağlayan, tez yazım aşamasında destek olan Arş. Gör. Gökhan BOYNO, Ferhat KILIÇ ve her koşulda yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

2021

Rojbin ÇEVİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖN SÖZ v
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELER LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
SİMGELER VE KISALTMALAR xiii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ 9
2.1. *A.solani* (Ell. ve G. Martin) Sor. Hakkında Genel Bilgiler 9
2.2. *V.dahliae* Kleb. Hakkında Genel Bilgiler 11
2.2.1. Hastalığın yaşam döngüsü 11
2.3. *A.solani* ve *V.dahliae*'ye Karşı Yapılan Biyolojik Mücadele Çalışmaları 12
2.4. *C.rosea* Hakkında Genel Bilgiler 14
2.4.1. Biyolojik mücadelede *C.rosea*'nın rolü. 17
3. MATERYAL ve YÖNTEM 21
3.1. Materyal 21
3.1.1. Bitki materyali 21
3.1.2. Fungal izolatlar 21
3.1.3. Çalışmaların yürütüldüğü labaratuvar ve iklim odaları 22
3.2. Yöntem 22
3.2.1. *In vitro* çalışmalar 22
3.2.1.1. *In vitro* da *C. rosea*'nın etkisinin belirlenmesi 22
3.2.2. *In vivo* çalışmalar 23
3.2.2.1. *C. rosea* stok kültürünün hazırlanması 24
3.2.2.2. *V.dahliae* inokulasyonundan önce *C.rosea*'nın bulaştırılması 24
3.2.2.3. *A.solani* inokulasyonundan önce *C.rosea*'nın bulaştırılması 26
3.2.2.4. *C.rosea*'nın bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi 26

3.2.2.4.1. Bitki boyu ve gövde çapının ölçülmesi 27
3.2.2.4.2. Kök-yeşil aksamın yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi 27
3.3. İstatistiksel Analiz.....27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 29
4.1. *In vitro* Koşullarda *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae*'ye Karşı Etkisi 29
4.2. *In vivo* Koşullarda *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae* ile İnfekteli Domates Bitkisinin Gelişimi ve Hastalık Şiddetine Etkisi 32
4.2.1. *C. rosea*'nin *A. solani*'ye karşı hastalık şiddeti üzerine etkisi 32
4.2.2. *C. rosea*'nin *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine olan etkisi.....35
4.2.3. *C. rosea*'nin *V. dahliae*'ye karşı hastalık şiddeti üzerine etkisi.....37
4.2.4. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine olan etkisi.....40
5. SONUÇ 43
KAYNAKLAR.....45
ÖZ GEÇMİŞ.....53

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 1.1. Dünya domates verileri 4

Çizelge 1.2. Türkiye domates verileri 5

Çizelge 2.1. *A. solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.'nin bilimsel sınıflandırılması 10

Çizelge 2.2. *V. dahliae* Kleb. in sistematikteki yeri 11

Çizelge 2.3. *Clonostachys rosea* sistematikteki yeri 15

Çizelge 3.1. Patojen izolatlarının çoğaltılması ve saklanmasında kullanılan PDA besi yeri ortamı (1000 ml için) 22

Çizelge 4.1. *C. rosea*'nin *A. solani*'ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları 32

Çizelge 4.2. *C. rosea*'nın *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri 35

Çizelge 4.3. *C. rosea*'nin *V. dahliae*'ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları 37

Çizelge 4.4. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri 40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Domates üretiminde önemli ülkeler 3

Şekil 1.2. Domates ekim alanında önemli ülkeler 4

Şekil 1.3. Türkiye domates ekim alanları. 5

Şekil 1.4. Türkiye domates üretimi 6

Şekil 2.1. *A. solani* hastalığının gelişimi 9

Şekil 2.2. *V. dahliae* bitkideki yaşam döngüsü.....12

Şekil 2.3. *C. rosea*'nın vertisillat dallanması 16

Şekil 3.1. Besi ortamı 21

Şekil 3.2. *In vivo* koşullarda bitkilerin viyollerde geliştirilip saksılara şaşırtılması 23

Şekil 3.3. Bitkinin morfolojik parametrelerinin uygulama gruplarına göre değerlendirilmesi.....27

Şekil 4.1. *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae* patojenlerine karşı ölçüm yapılan günlere göre inhibisyon oranları 29

Şekil 4.2. *In vitro* koşullarda *C. rosea*'nin A. *A. solani* ve B. *V. dahliae* patojenlerinin gelişimine etkisi. 30

Şekil 4.3. *C. rosea*'nın *A.solani*'ye karşı uygulandığında gözlemlenen renk 31

Şekil 4.4. *C.rosea*'nın *A. solani*'n miseliyal gelişimine etkisi 32

Şekil 4.5. *C. rosea*'nin uygulama dozlarının *A. solani* üzerine etkisi 33

Şekil 4.6. *C. rosea'*nın *V. dahliae* ile infekteli bitkinin hastalık şiddeti oranlarına haftalara göre etkisi.....34

Şekil 4.7. *C. rosea*'nin *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine etkisi 37

Şekil 4.8. *C. rosea*'nin uygulama dozlarının *V. dahliae* üzerine etkisi 38

Şekil 4.9. *C. rosea*'nın *V. dahliae* ile infekteli bitkinin hastalık şiddeti oranlarına haftalara göre etkisi 39

Şekil 4.10. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine etkisi 41

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre

Kısaltmalar	**Açıklama**
AMF	Arbüsküler Mikorizal Fungus
CWDE	Cell Wall Degrading Enzymes
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
PDA	Potato Dextrose Agar

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Bunların başında gıda ihtiyacının yeteri kadar sağlanamaması gelmektedir. Günümüz tarım arazilerinin yeteri kadar kaynak sağlayamaması ve birim alandan elde edilen verimin bilim insanlarını harekete geçirmiş ve verim arttırma çalışmalarına yönlendirmiştir. Bunların başında Dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi, insan beslenmesinde vazgeçilmez olması nedeniyle domates yer almaktadır**.**

Tarihi kaynaklara göz atıldığında domates meyvesi tarımının tarihte ilk kez M.Ö. 700'lü yıllarda Meksika veya Peru'da yaşamakta olan Güney Amerikalı yerli kabileler tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir (Gould,1983; Anonim, 2014).

Domatesin 16. yüzyılda İspanyollar tarafından ilk olarak Avrupa'ya ve 18. yüzyılda ise buradan Kuzey Amerika kıtasına ulaştırıldığı, daha sonra ise yeni coğrafi keşifler ile birlikte bu bölgelerden bütün dünyaya yayıldığı düşünülmektedir. İlk kâşifler yeni topraklar keşfetmek için yelken açtıklarında, yani 16. yüzyıl civarına kadar Avrupalılar bu meyveyle tanışmamışlardı. Yalnızca domates ile değil, patates, patlıcan, yeşilbiber gibi bitkiler de domates gibi dünyanın büyük kısmında bilinmiyordu. Ülkemize ise ilk olarak 1900'lü yıllarda Adana'da domates üretimine başlanmıştır (Yoksuloğlu, 2001).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasından bir bitkidir. Ucuz ve bol vitamin kaynağı olan domates besleyici ve lezzetli özelliğinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen sebzelerdendir. Turfanda olarak yetiştirilebilmesi nedeni ile her mevsimde tüketilebilmektedir. İçinde A, B1, B2, C, K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum ve demir bulunur. Taze olarak yenildiği gibi salça, domates suyu, konserve turşu, reçel, ketçap, şeklinde de tüketilmektedir (Anonymous, 2012a). Kendine döllenebilen domates bitkisi, beşli çiçek yapısında, taç yaprakları 1-2 cm çapında; tek yıllık, çift çenekli, tırtıklı kenarlara ve otsu bir yapıya sahip olan bir bitkidir (Acquaah, 2002). Pinnat yaprakları 5 ile 9 yaprakçıklardan oluşan, boy olarak 10 ile 25 cm arasında farklılık göstermekte olup, sırık domates çeşitlerinde bu sayı artmaktadır.

Tüylü yapıda bazı yaprakçıklarının boyları ise 8 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Güçlü bir köke sahip olan domates bitkisi, dallanma gösteren kazık kök ve bunlardan oluşan sekonder kökler şeklinde gelişir. Ayrıca besin maddelerince zengin olan derin bünyeli her toprakta başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılabilir (Sevgican, 1999; Vural ve ark., 2000). Meyvesi ise, yabani formlarında 1–2 cm çapında iken, yetiştiriciliği yapılan kültür bitkilerinde daha büyüktür ve genellikle kırmızı renkte olmaktadır.

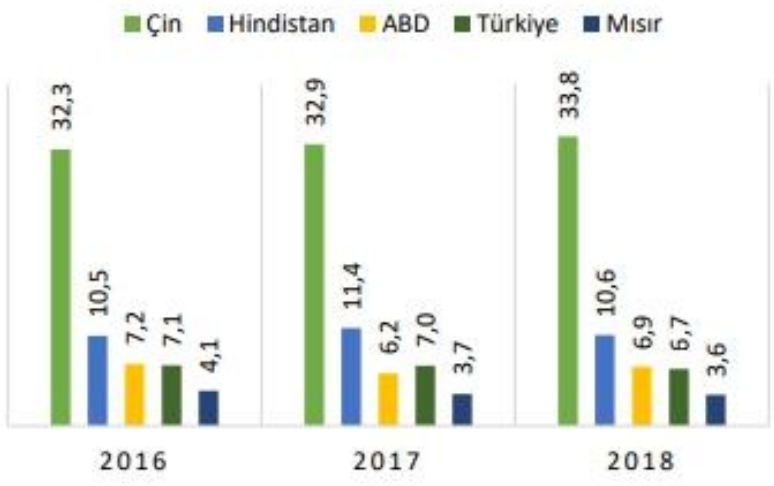
Ilık ve sıcak iklimleri seven domates bitkisi, özellikle de sıcak iklimlerde meyveleri oldukça olgun ve koyu renkte olup, şeker bakımından da zengin bir içerik kazanmaktadır. Ancak soğuk ve serin iklimlerde, ~~ise~~ domates bitkileri tam olgunlaşamamakta hatta -3 °C'ye kadar düşen sıcaklıklarda da ölebilmektedir. Ayrıca domates özellikle de aşırı sıcaklık, tuzluluk, kuraklık ve çevre kirliliği gibi stres koşulları altında oldukça hassastır. Sıcaklık bakımından, genel olarak fidelerin gelişimi için en uygun sıcaklık aralığı gündüzleri 18-22°C, geceleri 13-14°C olması yeterli olurken, en iyi gelişim için sıcaklık aralığı ise 15-28°C'dir. Sağlam bir kök yapısı oluşturması için toprak sıcaklığının da 12-15 °C'nin üzerinde olması istenmektedir (Abak ve ark., 2000). Domates bitkisi 30 °C'nin üzerine çıkan sıcaklıklarda gelişimini devam ettirir ancak döllenme olayı olumsuz etkilenir ve bunun sonucunda çiçek dökülmeleri meydana gelir, verim azalır; 35 ºC'yi aşan sıcaklıklarda ise fide gelişimi hatta tohum çimlenmesi olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Kaloo, 1988).

Domates meyvesi içerdiği besin miktarları olarak; karotenoidler, lipitler, organik asitler (sitrik asit ve malik asit), %93-95 su, alkolde çözünemeyen katı maddeler (proteinler, selüloz, pektin, polisakkaritler), %5-7 oranında da inorganik bileşiklerden oluşmaktadır.

Domates zengin bir mineral, vitamin, organik asit, esansiyel aminoasit ve besin lifi kaynağıdır. Ayrıca zengin vitamin A, vitamin C ve potasyum mineral kaynağı olup, demir ve fosfor gibi mineralleri de içerir. Domatesin kalori ve yağ oranı düşüktür, kolesterol içermeyen iyi bir besin lif kaynağıdır. Domates kendine has besin değeri sayesinde, yani likopen, beta karoten, flavanoidler içerdiğinden koruyucu bir bitki olarak görülür. Özellikle son yıllarda likopenin anti-oksidatif faaliyetleri ve anti- kanser fonksiyonlarından dolayı dev bir popülarite elde etmiştir. Bu yüzden üretim ve tüketimi sürekli artmaktadır. Glukoz ve fruktoz miktarı yüksek, eser miktarda sakkaroz

bulunduran olgun taze domates meyvesindeki pektinler, ksilanlar, arabinoksilanlar ve selüloz, en önemli polisakkaritlerdir. Taze domates suyundaki serbest aminoasitlerin %45'ini glutamik asit oluşturmakta, bunu aspartik asit izlemektedir. Sitrik asit en fazla bulunan organik asit iken bir miktarda malik asit bulunmaktadır. Domatesin tadı ve aroması üzerinde etkili olan 400'ün üzerinde madde bulunmuş, bunların 30 tanesinin aroma oluşumunda çok daha yüksek etkisinin olduğu belirlenmiştir. Uçucu ve değişken aroma maddelerinin ve organik asitlerin yanında şekerler, serbest aminoasitler, mineral tuzları da domatesin tadının oluşumunda rol oynamaktadır. Domatese kırmızı rengini veren metabolit ise, başta likopen olmak üzere karotenoidlerdir. Tüm bu metabolitlerin miktarı; türler, olgunluk aşaması, iklim şartları, sıcaklık, ışık, toprak, gübreleme, sulama ve yetiştiricilik sırasında yapılan diğer işlemler, hasat ve depolama koşullarına göre farklılık göstermektedir.

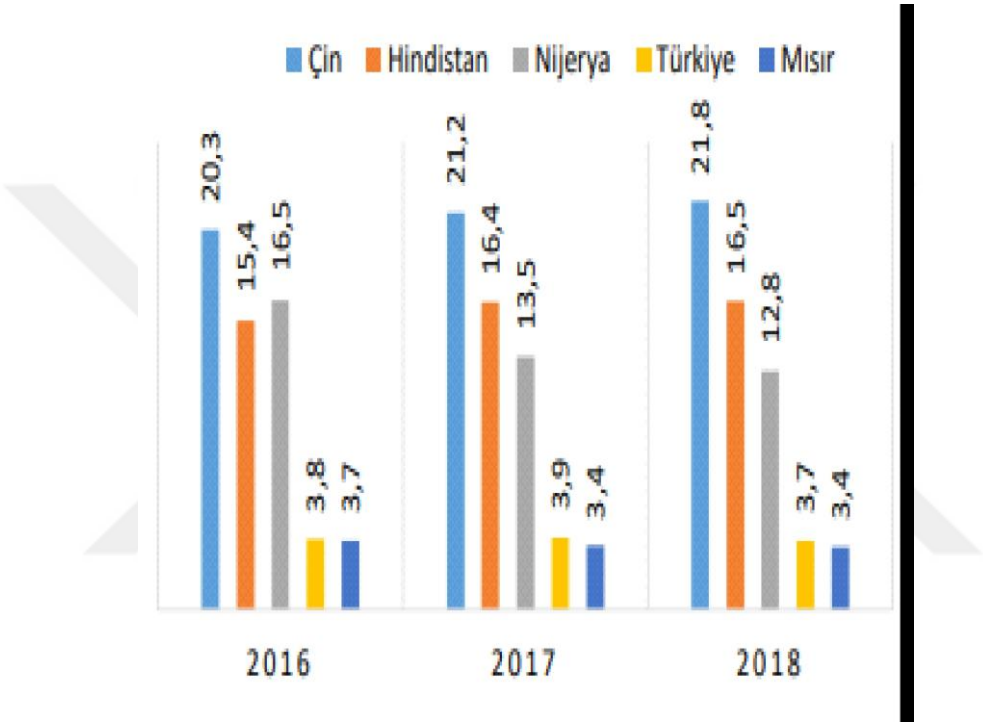
FAO 2018 verilerine göre, 1,1 milyar ton olan dünya yaş sebze üretiminde domates 182 milyon ton ile %16'lık paya sahiptir. Dünya domates üretiminde 2018 yılı itibariyle 61,6 milyon tonluk üretim ile Çin ilk sırada, 19,3 milyon tonluk üretimi ile Hindistan ikinci, ABD 12,6 milyon ton ile üçüncü ve 12,2 milyon tonluk üretimi ile Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır. Dünyada lider konumda olan Çin, toplam dünya domates üretiminin %34'lük kısmını karşılamaktadır.



Şekil 1.1. Domates üretiminde önemli ülkeler (FAO, 2020)

Çizelge 1.1. Dünya domates verileri (FAO, 2020)

	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim
Alan (bin ha)	4.990	5.013	4.846	4.762	-	-1.7
Verim (ton/ha)	36.83	35.53	37.33	38.26	-	2.5
Üretim	176.823	178.158	180.945	182.256	-	0.7
İthalat	7.663	7.773	7.465	8.019	7.188	-10.4
İhracat	7.944	8.370	7.993	8.380	7.654	-8.7



Şekil 1.2. Domates ekim alanında önemli ülkeler (FAO, 2020).

UN-Comtrade'in dünya domates ticaretine yönelik 2019 yılı verilerine göre dünya domates ihracatında Meksika birinci sırada yer alırken Hollanda ikinci, İspanya ise üçüncü sırada yer almaktadır. Beşinci sırada yer alan Türkiye'nin 2019 yılında ihracattaki payı ise 525 bin tondan %1 artarak 535 bin tona yükselmiştir. Dünya domates ithalatında ise 1,8 milyon ton ithalat ile ABD tek başına %30,2'lik bir pay ile birinci sırada yer alırken, 708 bin tonluk ithalatıyla Almanya ikinci sırada, 558 bin tonluk ithalatıyla Rusya ise üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye'nin ithalatı ise önceki yıla oranla %16 artarak 1041 tondan 1210 tona yükselmiştir. Domates ithalat miktarında dünya sıralamasında önemli bir yer almayan Türkiye ihracat miktarındaki payı ile dünyada beşinci sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.2. Türkiye domates verileri (FAO, 2020)

	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	Değişim(%)
Üretim	11.820	12.615	12.600	12.750	12.150	-4.7
Tüketim	9.285	9.340	9.284	9.013	9.013	-4.6
İthalat	9.7	10.9	10.4	34.8	34.8	210.7
İhracat	1.127	1.195	1.246	1.155	1.155	-4.1
Kişi başına tüketim (kg)	119.5	118.6	116.3	109.9	109.9	-6.0

Türkiye domates ekim alanları incelendiğinde 2019 yılında Türkiye domates ekim alanlarında %11.4'lük paya sahip olan Antalya 197 bin da ile birinci sırada yer alırken, Bursa 175 bin da ile ikinci, İzmir ise 126 bin da ile üçüncü sırada yer almaktadır. Domates ekim alanları 2019 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %2.3 artarak 1.73 milyon da olmuştur. Toplam ekim alanının %16.8'i örtü altı üretim alanıdır.



Şekil 1.3. Türkiye domates ekim alanları (FAO, 2020).

2019 yılında Antalya 2.53 milyon ton domates üretim ile birinci sırada yer alırken, Bursa 1.49 milyon ton ile ikinci, Mersin ise 1.04 milyon ton ile üçüncü sırada yer almaktadır. TÜİK bitkisel üretim istatistiklerine göre 2019 yılı domates üretimi bir önceki yıla göre %5.7 artış göstermiştir. 2018 yılında 12.15 milyon ton olan domates üretimi 2019 yılında 12.84 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin %31.8'i örtü altı yapılmıştır.



Şekil 1.4. Türkiye domates üretimi (FAO, 2020).

Üretimi bakımından oldukça önemli bir yere sahip olan domates bitkisi, ciddi derecede ekonomik kayıplara neden olan fitopatolojik problemlere sahiptir. Bu fitopatolojik problemlerin başında ise fungal patojenler gelmektedir. Özellikle de *Colletotrichum coccodes* (Wallr.), *Ulocladium atrum* (Preuss), *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *A. solani*, *Fusarium oxysporum* (Jarvis & Shoemaker), *F. solani*, *Pythium spp.*, *Penicillium spp.*, *Phytophthora parasitica* (Breda de Haan), *P. infestans* (Mont.) de Bary, *Rhizoctonia solani* (Kühn), *Phoma destructiva*, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *Verticillium dahliae* (Kleb.), *V. albo-atrum* (Reinke & Berthold), *Spongospora subterranea*, *Erysiphe spp.*, *Leveillula taurica* (Lev.) Arn, *Botrytis cinerea* (Pers.), *Stemphylium solani* (Weber), *Cladosporium fulvum* (Cooke), *Cercospora spp.*, *Botryosporium spp*, *Septoria Iycopersici* (Speg.) ve *Didymella Iycopersici* (Kleb.) gibi fungal patojenler, domates bitkisini hastalandırarak önemli derecede ekonomik kayıplara neden olmaktadırlar (Kırbağ ve Parlak, 1996; Ozan ve Maden, 2004; Blancard, 2005; Kırbağ ve Turan, 2006; Aybak ve Kaygısız, 2007; Erol,2007). Bu patojenlerin bir kısmı bitkinin toprak altı aksamlarını, bir kısmı ise toprak üstü aksamlarını hastalandırırken, bir kısmı ise hasat sonrası depolarda meyveleri hastalandırırlar. Ancak hastalığın oluşmasında patojen için uygun çevre koşulları ve duyarlı bitkinin olması da söz konusudur. Nitekim domates bitkisinin birçok çeşidi bu patojenlere karşı duyarlıdır ve çevre koşullarının da kontrol altına alınmaması durumunda bu patojenlerin hastalık oluşturması kaçınılmazdır. Özellikle de bu fungal patojenler arasında başta gelen *A. solani* etmeni, dünya çapında yetiştiriciliği yapılan

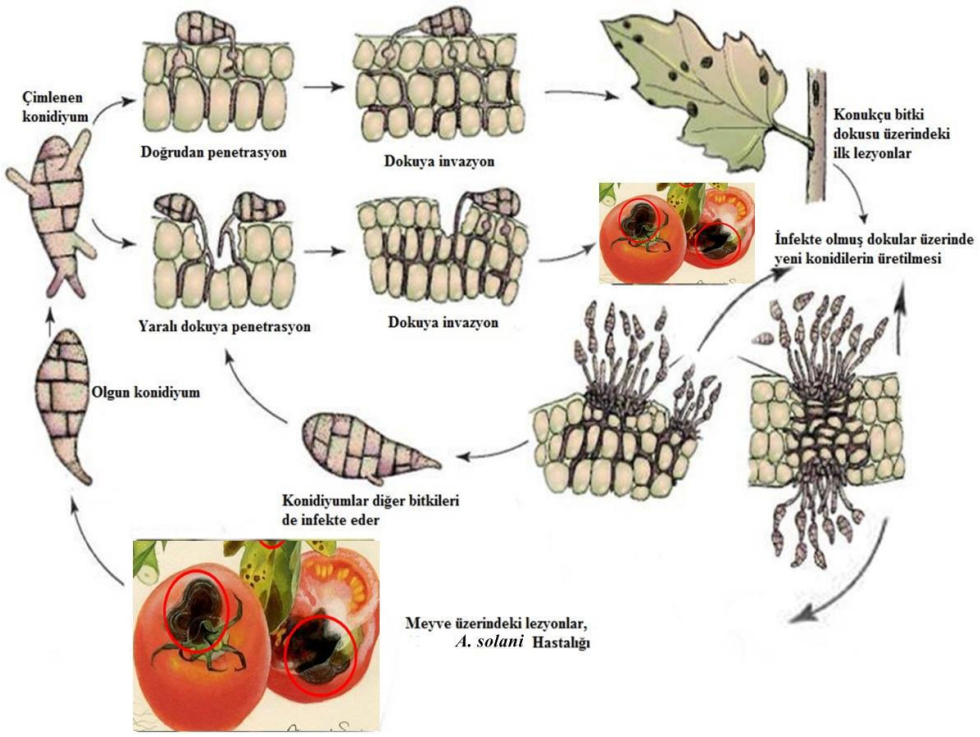
bütün domates alanlarında önemli derecede ‘Erken Yanıklık’ hastalığına neden olurken bir diğer öneme sahip olan *V. dahliae* etmeni ise ‘Solgunluk’a neden olmaktadır (Jones ve ark., 1991; Yiğit, 1993; Shinde ve ark., 2018). Biyolojik mücadele kapsamında yapılan birçok araştırma, gerek *A. solani* ve *V. dahliae*, gerekse de diğer bitki patojenleri üzerinde biyolojik kontrol ajanlarının büyük bir önemi vurgulanmıştır. Özellikle de domates alanlarında önemli derecede sorun oluşturan bu iki etmene karşı biyolojik mücadele araştırmaları hem dünya hem de ülkemiz için büyük önem arz etmektedir.

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde önemli bir sebze olan domates bitkisinin önemli hastalıkları arasında yer alan *A.solani* ve *V. dahliae’*ye karşı biyolojik mücadele ajanı *Clonostachys rosea’*nın etkinliğinin tespit edilmesi ve bitki morfolojisi ve gelişimine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu tez kapsamında elde edilecek sonuçların konu ile ilgili çalışan diğer araştırmacılara ışık tutması ve karşılaştırma olanağı sağlaması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. *Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor. Hakkında Genel Bilgiler

A. solani'nin neden olduğu erken yanıklık hastalığı, domates bitkisinde gelişmenin her devresinde ve kök hariç bitkinin tüm organlarında belirti oluşturmaktadır. Bilimsel olarak sınıflandırılmasında kendine özgü uzunca yapıya sahip, çok hücreli, boyuna ve enine bölmeli konidi sporları üzerinden yapılır (Şekil 2.1). Aynı zamanda konidiyoforların üzerinde zincir şeklinde oluşturdukları bu konidiyumlar koyu renkli, sona doğru kuyruk biçiminde incelen ve baş tarafına doğru genişleyen yumurta biçiminde bir şekle sahiptir (Agrios, 1997).



Şekil 2.1. *A. solani* hastalığının gelişimi (Agrios, 1997).

Çizelge 2.1. *A. solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.'nin bilimsel sınıflandırılması (Anonim, 2019)

Alem	Fungi
Şube	Ascomycota
Altşube	Pezizomycotina
Sınıf	Dothediomycetes
Altsınıf	Pleosporomycetida
Takım	Pleosporales
Familya	Pleosporacea
Cins	Alternaria Ness, 1816

Dünya'da ve Türkiye'de minimum %10 ürün kaybına neden olan etmen ölü bitki dokularını kullanmakta, başta domates ve patates gibi Solanaceae familyası bitkilerini, sebzeleri (özellikle fasulye), süs bitkilerini (karanfil) ve meyve türlerini (elma, portakal) enfekte etmekte, fakat ekonomik olarak en fazla Solanaceae familyasına ait bitkilerde kayba neden olmaktadır (Agrios, 1988). *A. solani'*nin neden olduğu erken yanıklık hastalığı tüm dünyada domates yetiştirilen alanlarda görülen ve önemli kayıplara neden olan bir hastalıktır. Patojen domatesin yaprak, gövde, meyve, kök ve kök boğazında belirtiler oluşturmaktadır. Hastalık belirtileri ilk olarak yaşlı yapraklar üzerinde küçük, dairesel, kahverengimsi siyah lezyonlar şeklinde görülmektedir. Hastalık ilerledikçe lekeler genişleyip daha geniş çaplara ulaşmaktadır. Hastalığın ileri dönemlerinde yaprak lekeleri üzerinde konsantrik halkalar görülmektedir. Şiddetli enfeksiyonlarda yaprakların dökülmesiyle meyveler açıkta kalarak güneş yanıklığına neden olmaktadır. Hastalık gelişiminde en önemli evre olan yaprak yanıklığı evresinde önlem alınmadığı takdirde ciddi ürün kayıplarına neden olmaktadır (Foolad ve ark., 2000; Koike ve ark., 2010).

Sap ve gövde enfeksiyonlarında ise başlangıçta küçük, kahverengi, dokuya batık lezyonlar oluşmaktadır. Lezyonlar zamanla genişleyip uzayarak oval, konsantrik halkalar içeren bir şekle dönüşmektedir. Sap ve gövde lezyonları tüm sapı ve gövdeyi sararak bitki ölümüne neden olmaktadır. Meyvedeki enfeksiyon hem yeşil hem de olgunluk döneminde görülmektedir. Lekeler dokuya batık, koyu kahverengimsi siyah, dairesel ve tipik konsantrik halkalar şeklindedir. Patojen domateste tohum kaynaklıdır ve fidelerde de hastalık oluşturmaktadır (Koike ve ark., 2010).

2.2. *Verticillium dahliae* Kleb. Hakkında Genel Bilgiler

Toprak kökenli fungus *V. dahliae'*nın sebep olduğu bu hastalık bazen üründe %50'den fazla kayıplara sebep olabilmektedir. Hastalık ürünün kalitesini ve verimi büyük ölçüde azaltmakta hatta bazen hiç ürün almadan bitkilerin ölümüne sebep olmaktadır (Bletsos ve ark., 2003). Taksonomik özellikleri Çizelge 2.2.'de verilen hastalık etmeni *V. dahliae* ağır bünyeli topraklarda ve düşük toprak sıcaklıklarında ortaya çıkarak hassas bitkilerde hastalığa neden olmaktadır. Etmen 25-28 ^{0}C gibi yüksek sıcaklılarda iyi gelişme göstermekte ve özellikle sulanan alanlarda problem olmaktadır. Fungus bitki artıklarında ve çok yıllık bitkilerde kışı misel olarak geçirmektedir. Bununla birlikte mikroskleroti adı verilen dayanıklı yapılar sayesinde toprakta 10 yıldan daha fazla canlı kalabilmektedir. Mikrosklerotiler uygun konukçu bitki köklerinden salgılanan salgılarla çimlenir ve fungus bitki köklerine yaralardan veya doğrudan penetrasyon yoluyla girmektedir. Kök korteksini kolonize eden fungus buradan ksilem iletim demetlerine geçerek sistemik olarak gövdeye ve dallara doğru ilerler. Fungus buralarda ürettiği misel ve sporları ile iletim demetlerinde tıkanmalar neticede yapraklarda solma, kloroz ve nekrozlara sebep olmaktadır.

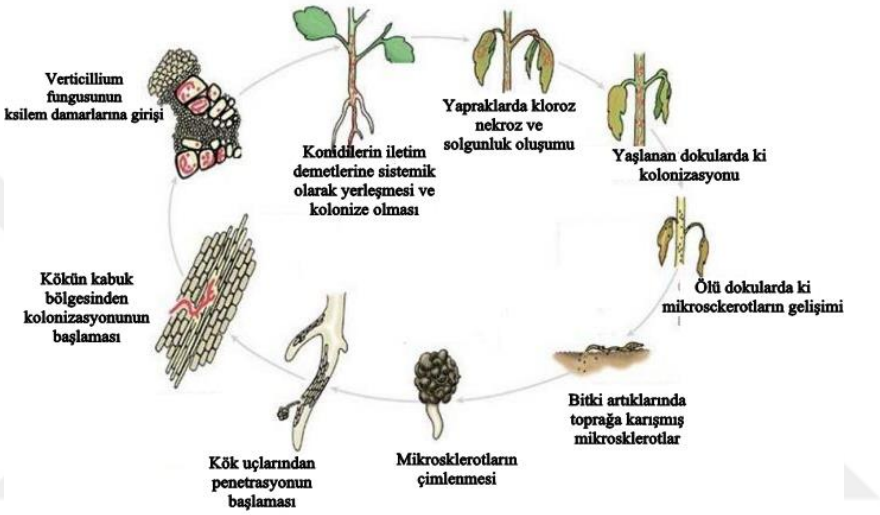
Çizelge 2.2. *V. dahliae* Kleb. in sistematikteki yeri

Kingdom	Fungi
Division	Ascomycota
Class	Sordariomycetes
Subclass	Hypocreomycetidae
Order	Hypocreales
Family	Incertae sedis
Genus	Verticillium
Species	*V. dahliae*

2.2.1. Hastalığın yaşam döngüsü

Toprakta ya da bitki artıkları içerisinde mikrosklerot halinde kışı geçiren etmen, ilkbaharda ağaçlara su yürümeye başladığında kökler tarafından salgılanan eksudatlar vasıtasıyla çimlenerek kılcal köklerden giriş yapar ve kökün korteks kısmında kolonize olur. Daha sonra ksilem borularına geçen etmen, burada miselyal gelişmesini sürdürerek

ve konidiumlar meydana getirerek yayılma gösterir. Bunun sonucunda ksilem borularında tıkanıklık meydana gelir ve kökler tarafından alınan su bitkinin diğer kısımlarına iletilemez. Sonuç olarak, hastalık bitkide kloroz ve nekroz oluşumuna ve yaprakların solmasına neden olur. Ölen dokularda kolonize hale gelen etmen yeniden mikrosklerotlar oluşturarak yaşam döngüsünü tamamlar ve yeni enfeksiyonları meydana getirir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. *V. dahliae* bitkideki yaşam döngüsü (Anonim 2007).

V. dahliae önemli bir toprak patojeni olup, neden olduğu solgunluk hastalığı ile ciddi zararlanmalara yol açan bir hastalıktır. Belirtiler genellikle meyve tutumunda ya da sonrasında ortaya çıkar. Kökboğazı yaprakları önce solar ve soluk yeşil bir renk alır. Belirtiler ilerledikçe, yaprak kenarlarında "V" biçimli klorotik lezyonlar oluşur ve zamanla çökerek nekrotik hale gelir. Solgunluk filizlerde ilerleyerek bitki ölümüne neden olabilir. Kök ve bitki kökboğazındaki gövde dokularında renk değişikliği boylamasına kesitte görülebilir (Anonim 2007).

2.3. *A. solani* ve *V. dahliae*'ye Karşı Yapılan Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Domates bitkisinin yetiştirildiği hemen hemen bütün alanlarda problem oluşturan *A. solani*'ye karşı ağırlıklı olarak kültürel ve kimyasal mücadele

uygulanmaktadır. Ancak kültürel mücadelenin tek başına yetersiz kalması, ne yazık ki üreticileri kimyasal mücadeleye yönlendirmektedir. Nitekim bu kimyasal mücadelede bilinçsizce pestisit kullanımı hem insan sağlığına hem de çevre sağlığına oldukça ciddi sorunlar oluşturmuştur. Bununla beraber doğal dengeyi bozması ve sürekli pestisit kullanılmasıyla oluşan hastalıkların, zararlıların ve yabancı otların direnç kazanması gibi problemlerin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca gereksiz yere kullanılan bu pestisitler ekonomik olarak da zarar oluşturmaktadır.

Kimyasal mücadelenin oluşturduğu problemler günden güne daha iyi anlaşılmakta olup sürdürülebilir tarım, organik tarım veya iyi tarım uygulamaları gibi yeni tarımsal politikalar geliştirilmesiyle kimyasal pestisitlerin kullanımı ya sınırlandırılmış ya da yasaklanmıştır. Bununla beraber biyolojik mücadele yöntemleri de son zamanlarda kimyasal mücadelenin yerini almaya başlamıştır. Bir başka deyişle, kimyasal mücadelenin oluşturduğu bu problemler, biyolojik mücadeleyi doğurmuştur (Bora, 2002).

Biyolojik mücadele çalışmalarının amacı sürdürülebilir tarımsal üretimdir. Bununla beraber kullanılan biyolojik ajanlarının geniş spektrumlu, düşük maliyetli, çevre şartlarından etkilenmemesi ve adaptasyon yeteneği güçlü olması istenmektedir. Ayrıca bu ajanların hem tarla koşullarında hem sera koşullarında hem de depo koşullarında bitkilerde sorun oluşturan hastalık ve zararlıların kontrol altına alınmasında, özellikle de gelişmiş olan ülkelerde uzun süreli depolama koşullarına ve taşımaya dayanıklı formulasyonlarının geliştirilmesi ile beraber birçok bilimsel araştırmalarda yapılmıştır (Cook ve Baker, 1983; Chet ve ark., 1993; Lumsden ve ark., 1995; Leibinger ve ark., 1997; Karaman, 2005).

Dünyada yapılan birçok biyolojik mücadele araştırmaları diğer bitki patojenlerine karşı olduğu gibi, *A. solani*'ye karşı da biyolojik kontrol ajanları kullanılarak yapılmaktadır (Chattopadyay ve Nandi, 1982; Mohammed, 1982; Brame ve Flood, 1983; Niwas ve Sharma, 1988; Boyno ve ark., 2020). Bu çalışmalarda kullanılan biyolojik kontrol ajanları içerisinde *Artrobacter, Azotobacter, Clostridium, Bacillus, Pseudomonas, Rhizobium, Alcanigenes, Serratia, Burkholderia, Agrobacterium, Erwinia, Xanthomonas, Azospirillum, Enterobacter, Arthrobacter, Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aerobacter, Klebsiellla, Micrococcus, Rhodobacter,*

Rhodospirrilum, ve *Flavobacterium* gibi cinslere bağlı bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) (Kotan, 2014), *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Talaromyces* ve *Pichia* gibi cinslere bağlı fungal biyolojik kontrol ajanları (Özaktan ve ark., 2010) ile Glomus ve Gigaspora gibi cinslere bağlı arbüsküler mikorizal funguslar (AMF) oldukça önem arz etmektedir.

V. dahliae' ye karşı ise kullanılan biyolojik kontrol ajanları içerisinde *Talaromyces flavus, Aspergillus flavus, A. sulphureus, A. ochraceus Myrothecium verrucaria, Trichoderma sp., T. harzianum, T. viride,* (Sezgin ve ark., 1982), *Chaetomium jodhpurense, Gliocladium roseum* (Turhan ve ark., 1994) fungusları büyük önem arz etmektedir.

Doğa bir denge halindedir ve her şeyi bulmak da mümkündür. Müdahale edilmediği zaman doğa, kendi sorunlarını da kendisi çözebilmektedir. Bunun en iyi örneklerinden birisi ise biyolojik mücadele ajanlarının patojenler ile etkileşimidir (Bora ve Özaktan, 1998). Özellikle de fungal biyolojik kontrol ajanları biyolojik mücadele kapsamında yaygın olarak kullanılmasının başlıca sebepleri; besi ortamlarında kolayca geliştirilmesi, tür bakımından diğer kontrol ajanlarına göre fazla olmaları, konukçu aralığının iyi bilinmesi ile beraber ticari olarak üretime de elverişli olmalardır (Aydın, 2015). Önem arz eden biyolojik mücadele ajanlarından biri ise; henüz ülkemizde kullanılmayan ama büyük önem arz eden *Clonostachys rosea*' dır.

2.4. *Clonostachys rosea* Hakkında Genel Bilgiler

Eski adı *Gliocladium roseum* olan *Clonostachys rosea*, ilk olarak Bainier (1907) tarafından tanımlanmıştır. Ancak Schroers ve ark. (1999), *G. roseum*'un morfolojisi, ekolojisi, teleomorfu ve DNA dizisi verilerinin diğer *Gliocladium* türlerinden oldukça farklı olduğunu bulmuş ve bu nedenle *G. roseum*'u *C. rosea* olarak yeniden sınıflandırmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. *Clonostachys rosea*'nın sistematikteki yeri

Kingdom	Fungi
Division	Ascomycota
Class	Sordariomycetes
Subclass	Hypocreomycetidae
Order	Hypocreales
Family	*Bionectriaceae*
Genus	*Clonostachys*
Species	*C. rosea*

Clonostachys rosea suşları tüm dünyada yaygın olarak bulunmaktadır. Güney Amerika kıtasındaki ülkeler, *C. rosea'*nın en fazla izolatını rapor etmişlerdir ve suşlar çeşitli kaynaklardan izole edilmiştir. En yüksek geri kazanım sıklığı topraktan olup, ardından arpa, soğan, çilek, gül ve kakao gibi farklı bitki türleri gelmektedir; burada kökler, yapraklar ve çiçekler ana izolat parçalarıdır ve en yüksek frekans kısmı kökten gelmektedir (Krauss ve ark., 2002; Mamarabadi ve ark., 2008; Costa ve ark., 2012; Muvea ve ark., 2014; Sun ve ark., 2015a; 2015b). Böcekler, nematodlar ve şarap da *C. rosea* kaynakları olarak rapor edilmiştir (Verdejo Lucas ve ark., 2002; Toledo ve ark., 2006; Viccini ve ark., 2009).

İlginç bir şekilde *C. rosea*, bitkilerin farklı dokularında endofitik yetenek sergilemektedir. *C. rosea, Thrips tabaci'*nin tüm kısımlarında kolonileşebilir ve tripslerin, beslenme deliklerinin neden olduğu hasarı azaltabilir (Muvea ve ark., 2014). Ayrıca, *C. rosea F. catenulata,* 20–25 °C'de sardunya çeşitlerinin yapraklarında ve 18–22 °C'de salatalık çeşidinin köklerinde başarılı bir şekilde kolonileşebilir (Chatterton ve Punja 2010; Chatterton ve Punja, 2012).



Şekil 2.3. *C. rosea*'nın vertisillat dallanması (Anonim, 2013).

Clonostachys rosea, yaşam döngüsü boyunca iki farklı spor türü üretir, bunlar; *Conidia* ve *Chlamydospores'dir. Conidia* 2.9 ± 0.3 × 1.6 ± 0.1 µm boyutunda ve klamidosporlar ise 5.8 ± 0.4 × 5.0 ± 0.4 µm'dir (Sun ve ark., 2018). Konidiyoforlar fizyolojik olarak *C. rosea'*da oluşur ve genellikle dikey dallı veya penisilin dallı olmak üzere iki farklı şekilde bulunur. Vertisilat dallı konidiyoforlardan elde edilen konidiyalar (Şekil 2.3), genellikle penisilin olarak dallanmış konidiyoforlardan elde edilen konidiyalardan daha uzundur (Sutton ve ark., 1997; Schroers ve ark., 1999). Klamidosporlar *C. rosea*'da, elverişsiz pH'lar ve düşük sıcaklıklar gibi zorlu ortamlar altında üretilir. Conidia ile karşılaştırıldığında, klamidosporlar önemli ölçüde daha büyüktür ve olumsuz çevresel koşullara karşı daha dirençlidir (Sun ve ark., 2018). *C. rosea* kolonilerinin renkleri farklı koşullar altında değişiklik gösterir. Koloniler daha koyu bir ortamda grimsi beyazdır, ancak patates dekstroz agar ortamında daha açık koşullar altında sarı ila turuncu görünmektedir (Sutton ve ark., 1997; Schroers ve ark., 1999).

C. rosea izolatları IK726 ve 67-1'in genomları yakın zamanda dizilenmiştir. *C. rosea*'nın genom boyutu 55.4 ila 58.3 Mbp arasında değişmektedir. Glukanazlar, proteinazlar ve kitinazlar, poliketid sentazlar, ABC taşıyıcıları ve monooksijenazlar gibi hücre duvarını parçalayan enzimleri (Cell Wall Degrading Enzymes: CWDE) kodlayan genlerin yüksek frekanslar sergilediği toplam 14.000'den fazla *C. rosea* geni açıklanmıştır (Karlsson ve ark., 2015; Sun ve ark., 2015a; 2015b). Ayrıca, birkaç *C.*

rosea transkriptomu, *Fusarium graminearum, Botrytis cinerea, Helminthosporium solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* ile etkileşim altında sekanslanmıştır. Bu nedenle, içinde biyolojik kontrol ilişkili genlerin bol *C. rosea* elde edilmiştir (Kosawang ve ark., 2014; Güneş ve ark., 2015a; 2015b; Lysøe ve ark., 2017; Nygren ve ark., 2018; Demissie ve ark., 2020). Ribozomal olmayan peptid sintetaz, transkripsiyon faktörü, transaldolaz, ABC taşıyıcısını zearalenonu lactonohydrolase ve hidrofobin kodlayan genler dahil olmak üzere doğrulanmıştır. Mevcut tanımlanmış biyolojik kontrol ile ilgili genlerin sayısı arttıkça, *C. rosea*'nın biyolojik kontrol yeteneğini gen dönüşümü ve aşırı ekspresyon yoluyla geliştirme olasılığı artar (Kosawang ve ark., 2014; Dubey ve ark., 2016; Liu ve ark., 2016; Sun ve ark., 2018; Iqbal ve ark., 2019).

2.4.1. Biyolojik mücadelede *C. rosea'* nın rolü

Etkili bir biyolojik ajan olarak, *C. rosea*, birçok patojenin biyolojik kontrolünde önemli rol oynamaktadır. Bugüne kadar, *C rosea* da dahil olmak üzere pek çok fungus bitki patojenlerine karşı hareket bildirilmiştir *Alternaria dauci, A. radicina , B. cinerea, B. aclada, Bipolaris sorokiniana, Drechslera teres, F. graminearum, F. verticillioides, F. croohvellense, F. culmorum, H. solani, Moniliophthora roreri, Phytophthora palmivora, Rhizoctonia solani, Rhynchosporium commune* ve *S. sclerotiorum* (Krauss ve Soberanis, 2001; Jensen ve ark., 2004; Yohalem ve ark., 2004 ; Aydın ve Turhan, 2009; Kosawang ve ark., 2014; Schöneberg ve ark., 2015; Sun ve ark., 2015a; 2015b; Jensen ve ark., 2016; Lysøe ve ark., 2017; Samsudin ve ark., 2017). *Clonostachys rosea; Caenorhabditis elegans, Haemonchus contortus, Meloidogyne sp., Oncometopia tucumana, Panagrellus redivivus* ve bu şekilde böcekler *Myzus persicae , Rhopalosiphum padi , Thrips tabaci* ve *Varroa destructor ayrıca Bursaphelenchus xylophilus* dahil olmak üzere nematodlara karşı biyolojik kontrol yeteneği sergiler (Verdejo-Lucas ve ark., 2002 Toledo ve ark., 2006; Hamiduzzaman ve ark., 2012; Muvea ve ark., 2014; Rodríguez-Martínez ve ark., 2018).

C. rosea'nın patojenlere karşı biyolojik kontrol mekanizması, hücre duvarını parçalayan enzimler (Cell Wall Degrading Enzymes=CWDE)'in salgılanmasına, antibiyotikler ve toksinler gibi ikincil metabolitlerin üretimine ve bitki direncinin

indüksiyonuna bağlanmaktadır (Chatterton ve Punja 2009; Fatema ve ark., 2018). Fungus hücre duvarlarının bileşenleri karmaşık olmasına rağmen, esas olarak kitin, glukan ve glikoproteinlerden oluşurlar (Bowman ve Free, 2006). *C. rosea* tarafından salgılanan CWDE'ler, hücreyi korumak için kullanılan önemli bir bariyer olan konakçı hücre duvarını bozabilir. *C. rosea'*dan ana CWDE'ler substratlarına ve katalize ettikleri reaksiyona göre kitinaz, glukanaz ve proteazlara ayrılabilir.

Kitinaz, kitinin 1.4- β-glikosidik bağını bozar ve fungus bitki patojenlerinin hücre duvarını yok eder. Kitinazlar, farklı bozunma modellerine bağlı olarak ekzokitinazlara ve endokitinazlara bölünür. Ekzokitinazlar, kitin polimerini maruz kalan uç pozisyonundan hidrolize ederken, endokitinazlar onu rastgele bozar (Tzelepis ve ark., 2015). Örneğin, kitinaz üretimi *C. rosea* indüklenen *Fusarium sp.* hücre duvarları ve kitinaz kodlayan genlerin ekspresyonu, *F. culmorum, R. solani* ve *R. cerealis'*in hücre duvarlarının varlığıyla tetiklenir (Chatterton ve Punja, 2009). *C. rosea* karşı *R. solani* ve *B. cinerea* Kitinaz kodlayan geninin bozulması ile chiC2 büyüme önleyici aktivitesi azalmıştır (Tzelepis ve ark., 2015). Andokıtınaz geninin aşırı ekspresyonu Chi67-1 olarak *C. rosea* önemli ölçüde *S. sclerotiorum* karşı biyoaktivite artışı gözlemlenmiştir (Sun ve ark., 2017).

İpliksi funguslar, kullandıkları substratlara bağlı olarak genellikle β- 1.3-, β- 1.4- ve β- 1.6- glukanazlar içerir. *C. rosea* , β-1,3-glukanaz ana glukanaz olarak rapor edilir. *C. rosea'da R. cerealis, F. oxysporum* ve *Pythium aphanidermatum* hücre duvarlarının varlığında β - 1,3 - glukanaz aktivitesi indüklenmiştir (Chatterton ve Punja, 2009). *C. rosea'*dan iki endoglukanaz geninin ekspresyon seviyeleri, *B. cinerea* ile etkileşim sırasında yukarı regüle edilmiştir (Mamarabadi ve ark., 2008).

Proteazlar, peptit bağını bozan hidrolaz türleridir. Serin proteazların, fungusların biyolojik kontrolünde rol aldığı bildirilmiştir. *C. rosea*, hücre dışı bir serin proteaz olarak (Li saflaştırılmış ve nematod kütikül indirgeme bulunmuştur). Serin proteaz kodlayan bir genin ifadesi, *C. rosea'*da *Helminthosporium solani* ve *F. graminearum'*a karşı indüklenmiştir (Lysøe ve ark., 2017). *C. rosea'*dan subtilisin benzeri proteaz kodlayan bir genin silinmesi, onun nematodlara karşı virülansını azaltmıştır (Zou ve ark., 2010).

Funguslar tarafından üretilen ikincil metabolitler gerekli olmamakla birlikte, diğer organizmalarla etkileşimlerin yanı sıra büyüme ve gelişmeyi etkiledikleri bilinmektedir. *C. rosea* tarafından salgılanan bazı ikincil metabolitler, patojenlerin büyümesine müdahale edebilir. Bisorbicillinoids ve *C. rosea'*dan türetilen TMC - 151 C ve E gibi ikincil metabolitler, *B. megaterium, B. subtilis, Clostridium perfringens, Micrococcus tetragenus, Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* dahil olmak üzere altı farklı bakteriye karşı güçlü antibakteriyel aktivite göstermiştir (Zhai ve ark., 2016). Elde edilen dört bileşik *C. rosea*, 11′-deoxyverticillin *A, verticillin* A, Sch52900 ve Sch52901, *C. elegans* ve *P. redivivus'*a karşı etkilidir (Dong ve ark., 2005). Dahası, yeni peptaibiotik metabolitler *C. rosea'*dan izole edilmiş ve *S. sclerotiorum'*a karşı antifungal aktivite sergilemiştir (Rodríguez ve ark., 2011). Bir poliketit sentaz kodlayan geninin bozulması, A ve B clonorosein daha önce bilinmeyen poliketidler üretme yeteneğinde bir kaybı ile sonuçlanan *B. cinerea* ve *F. graminearum C. rosea* karşı antifungal etkinlik göstermiştir (Fatema ve ark., 2018).

Aşılanmış mikoparazitler, bitkilerde savunma enzimlerinin veya savunma ile ilgili genlerin faaliyetlerini indükleyerek bitkilerin patojenlere karşı direncini arttırır. *B.cinerea*'nın domates yapraklarında neden olduğu gri küf hastalığı insidansı, domates *C. rosea* ile aşılandığında azalmış, glutatyon S-transferazlar, fenil amonyak liyaz ve polifenol oksidaz gibi üç savunma enziminin aktiviteleri domateste önemli ölçüde artmıştır. Yapraklar (Mouekouba ve ark., 2014). Benzer bir fenomen, *Helminthosporium solani*'nin neden olduğu *C. rosea* kontrollü patates gümüş lekesinde de tespit edilmiştir. Tüm *C. rosea* ile birlikte aşılanmıştır. *H. solani* patates yumrularında, gümüş leke semptomları ile karşılaştırıldığında zayıflamıştır. Tek başına solani enfeksiyonu ve lipid taşıyıcıları, glukan endo -1.3 - glu - glukanaz ve ilaç direnci de dahil olmak üzere bitki savunma sistemleriyle ilgili genler, patates yumrularında yukarı regüle edilmiştir (Lysøe ve ark., 2017). Gong ve ark. (2017), gri küf hastalığını kontrol altına almak için domates meyvesine *C. rosea* aşılamış ve domates meyvelerinde asetik asit, salisilik asit, NO, fenilalanin amonyak liyaz ve polifenol oksidaz aktivitelerinin arttığı indüklenmiş dirençle ilişkili faktörler bulunmuştur. Kamou ve ark. (2019) patogenez ile ilgili genlerin, *C. rosea'*nın aşılanmasından sonra domates kökünde farklı şekilde ifade edildiğini bulmuşlardır. Roberti ve ark. (2008), *C.*

rosea ile aşılandıktan sonra buğday bitkilerinde savunma ile ilgili proteinler elde etmiş ve PR-4'ün hızla arttığını bulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Çalışma kapsamında bitki materyali olarak, *A. solani* ve *V. dahliae*'ye duyarlı FDR 8516 domates (Seminis Tohum-Monsanto Tic. Ltd. Şti) çeşidi kullanılmıştır.

3.1.2. Fungal İzolatlar

Çalışmada patojen izolatı olarak Van YYÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarı kültür stoğunda bulunan ve patojenisiteleri daha önceki çalışmalarla belirlenmiş *A. solani* EAb1 (As) (Boyno, 2019) ve *V. dahliae* Vd11 (Vd) (Erdoğan ve ark., 2014) izolatları kullanılmıştır. Biyolojik mücadele çalışmalarında kulanılacak *C. rosea* MF536537 (Cr) izolatı ise Şanlıurfa İli GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

Çalışmada patojen izolatının çoğaltılması ve uzun süre saklanması için Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır (Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1).



Şekil 3.1. PDA besi ortamında gelişen fungusların görüntüsü.

Çizelge 3.1. Patojen izolatlarının çoğaltılması ve saklanmasında kullanılan PDA besi yeri ortamı (1000 ml için) (Dhingra ve Sinclair, 1985)

Kimyasallar	**Miktar**
Patates	200 gr
Dekstroz	20 gr
Agar	20 gr

121°C'de 20 dk. otoklavlanmıştır.

3.1.4. Çalışmaların yürütüldüğü laboratuvar ve iklim odaları

Çalışma Şanlıurfa ili GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı laboratuvarında yürütülmüştür. İklim odası; 6000-8000 lux ışık şiddetine sahip ışıklarıyla donatılmış 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır. Yetiştirme ortamı 28±2 ^{0}C sıcaklık ve %60-70 orantılı nem koşullarına sahip iklim odası kullanılmıştır.

3.2.Yöntem

3.2.1. *In vitro* çalışmalar

3.2.1.1. *In vitro*da *C. rosea*'nın etkisinin belirlenmesi

Bu çalışmada, *A. solani* ve *V. dahlie* patojenlerine karşı *C. rosea'*nın *in vitro* koşullarında engelleme oranlarına bakılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre ve 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bu aşamada ikili kültür tekniğinden yararlanılmıştır. Bu teknik kapsamında patojen izolatları ve *C. rosea* PDA besi ortamlarında aralarında 6 cm olacak şekilde karşılıklı olarak ekimleri yapılmıştır. Kontrol amaçlı ise yine PDA'lı besi ortamlarına her bir fungustan tek olarak ekim gerçekleştirmiştir. Bu işlemlerden sonra petriler, 24±2 ^{0}C sıcaklıkta ki inkübatörde 4 - 7 gün kadar gelişime bırakılmıştır. Daha sonra antagonizim derecesini belirlemek için 1-5 skala değeri (Bell ve ark., 1982; Melo ve Faul, 2000) ve *A.solani* ile *V. dahliae* izolatlarının gelişimlerinin engellemesini belirlemek için de inhibisyon oranı formülü (Eşitlik 3.1) (Royse ve Ries, 1978) kullanılmıştır.

RI = (r1-r2)/r1x100 (3.1)

Burada;

RI (İnhibisyon Oranı %): Büyümenin biyolojik kontrol ajanları tarafından engellenmesi

r1: Patojenin koloni yarıçapı

r2: Patojenin fungal ajan yönündeki büyüme yarıçapı

3.2.2. *In vivo* çalışmalar

In vitro çalışmalar neticesinde etkili bulunan *C. rosea* izolatı domates bitkileri üzerinde *A. solani* ve *V. dahliae* izolatlarına karışı *in vivo* koşullarda denemeye alınmıştır.

In vivo çalışmaları saksı koşullarında, 6000-8000 lux ışık şiddetine sahip ışıklarıyla donatılmış 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyot uygulanan iklim odasında yürütülmüştür. Bitkiler 28±2 ^{0}C sıcaklık ve %60-70 orantılı nem koşullarına sahip iklim odasında 4-5 hafta viollerde yetiştirilerek, daha sonra saksılara şaşırtılmıştır. Fide yetiştirme ortamı olarak 1:1 oranında torf+perlit, örtü kapağı olarak ise vermükilit kullanılmıştır. Harç toprağı 5 cm göz çapı ve 6 cm göz derinliğine sahip 45'lik viyollere eklenmiş ve tohum yatağına domates tohumları konulmuştur.



Şekil 3.2. *In vivo* denemelerinde bitkilerin viyolde geliştirilip saksılara şaşırtılmasının görüntüsü.

3.2.2.1. *C. rosea* stok kültürün hazırlanması

In vivo saksı denemelerinde kullanılmak üzere otoklavda steril edilip, nemlendirilen 3 kg buğday, steril saklama kabına konularak, üzerine *C. rosea* kültürlerinden 5 mm çapındaki fungal diskler konulmuştur. Fungusun gelişimini teşvik etmek amacı ile 300 ml su içerisinde 50 gr glikoz eritilerek saklıma kabına dökülmüş ve kutunun kapağı kapatılarak 25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. *C. rosea* saklama kabındaki buğdayı homojen bir şekilde kaplayana kadar bekletilmiş ve saksı denemelerinde kullanılmıştır. Çalışmada *C. rosea*, patojen inokulasyonundan önce ve sonra olmak üzere iki şekilde uygulanmıştır.

3.2.2.2. *V. dahliae* inokulasyonundan önce *C. rosea'*nın bulaştırılması

Patojen inokulasyonundan önce içerisinde steril toprak bulunan 3 kg'lık saksılara, *C. rosea* stok kültüründen 20, 30 ve 40 g'lık üç farklı doz uygulaması yapılmış ve viollerde geliştirilen domates fideleri şaşırtılarak 48-72 saat inkübasyona bırakılarak iklim odası koşullarında bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda 7-10 gün süreyle, PDA besi ortamı içeren petrilerde geliştirilen *V. dahliae*'a ait kültürlerden 2 mm'lik diskler alınarak her bitkiye birer adet olacak şekilde kök bölgesine yerleştirilmiştir. Kontrol bitkilerinin kök bölgesine steril patojen ekimi yapılmamış steril 2 mm'lik PDA diskleri yerleştirilmiştir. Deneme, iklim odalarında (28 °C sıcaklık ve %60 nem düzeyinde, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde) tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemenin kurulmasından sonra yaklaşık 3. (ilk hastalık belirtileri görülmeye başlandıktan sonra), 4., 5. ve 6. hafta sonra hastalık şiddeti belirlenmiştir.

Bu amaçla yeşil aksamda solgunluk değerlendirmesi için 0-4 skalası (Zeise ve Tiedemann, 2002), ve gövde kesitinde incelemesi için ise 0-3 skalası kullanılmıştır (Erwin ve ark., 1976).

0-4 Skalası;

0=Simptom yok

1=Zayıf simptom; Yaşlı yapraklar deri gibi sert görülür

2=Belirgin simptom; Yaşlı yapraklar ölü, gelişme geriliği var

3=Şiddetli simptom; Hemem hemen bütün yapraklarda simptom var veya bitkinin tamamında gelişme geriliği mevcut

4=Ölü bitki

0-3 Skalası;

0= Bitkiler sağlam, gövde enine kesitinde herhangi bir renk bozulması yok

1= Bitkiler biraz hasta, gövde enine kesitinde az miktarda kahverengi lekeler var, bitki iletim demetlerinin %1-33'ü kahverengileşmiştir

2= Bitkiler orta derecede hasta, gövde enine kesitinde çok miktarda siyah lekeler bulunmakta, bitki iletim demetlerinin %34-67' si kahverengileşmiştir.

3= Bitkiler çok hasta, gövde enine kesiti tamamen siyah leke ile kaplı ve kurumuş bitkiler mevcut, iletim demetlerinin %68-100' ü kahverengileşmiştir.

Gövde kesiti ve yeşil aksam solgunluk değerlendirmelerinde skala dereceleri göz önünde tutularak aşağıdaki formül yardımıyla hastalık şiddeti indeksi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Hastalık Şiddeti İndeksi} = [\Sigma(SD \times BS)] \times 100 / ESD \times TB \quad (3.2)$$

SD: Skala değeri

BS: Aynı skala değerindeki bitki sayısı

ESD: En yüksek skala değeri

TB: Toplam bitki sayısı

3.2.2.3. *A. solani* inokulasyonundan önce *C. rosea'*nın bulaştırılması

Patojen inokulasyonundan önce içerisinde steril toprak bulunan 3 kg'lık saksılara, *C. roseae* stok kültüründen 20, 30 ve 40 g'lık üç farklı doz uygulaması yapılarak ve viollerde geliştirilen domates fideleri şaşırtılarak 48-72 saat inkübasyona bırakılarak iklim odası koşullarında bekletilmiştir. Eğik agardan alınarak PDA'lı besi ortamına ekimi yapılmış olan *A. solani* izolatı 25 ^{0}C sıcaklıktaki inkübatöre gelişmesi için bırakılan ve 10 gün sonra gelişen genç *A. solani* izolatlarından $1x10^6$ konidi/ml su içeren 50 ml'lik inokulum spor süspansiyonu hazırlanarak, hazırlanan bu inokulum süspansiyonu el spreyi ile bitkilere yeşil aksamdan püskürtülerek uygulanmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre oluşturulup 10 tekerrürlü olacak

şekilde yürütülmüştür. Patojen uygulamasından sonra 3., 4., 5. ve 6. haftalarda oluşan belirtiler 0 – 4 skalasına göre değerlendirilerek, elde edilen değerler Townsed-Heuberger formülü yardımı ile hastalık şiddeti (%) değerlerine dönüştürülmüştür (Townsend ve Heuberger, 1943).

Çalışmada kullanılan 0 – 4 skala değerleri ve Townsend-Heuberger hastalık şiddeti (%) formülü aşağıda verilmiştir:

0: Yapraklarda belirti yok

1: Yaprakların %25'i *A. solani* ile bulaşık

2: Yaprakların %50'si *A. solani* ile bulaşık

3: Yaprakların %75'i *A. solani* ile bulaşık

4: Yaprakların %100'ü *A. solani* ile bulaşık

3.2.2.4. *C. rosea*'nın bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi

Domates bitkilerinde *C. rosea*'nın *A. solani* ve *V. dahliae* patojenlerinin hastalık şiddetine etkilerinin belirlenmesinin dışında bitki gelişimine olan etkileri de belirlenmeye çalışılmıştır. Hastalıklara yönelik gözlemler alındıktan sonra deneme sonlandırılmadan önce aşağıda belirtilen bazı bitki morfolojik gelişim parametreleri belirlenmiştir.

3.2.2.4.1. Bitki boyu ve gövde çapının ölçülmesi

Bitkilerin boyu, gövde çapı (mm) haftalık olarak ölçülerek kayıt edilmiştir.

3.2.2.4.2. Kök-yeşil aksamın yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ayrı ayrı ölçülmüştür. Bitki boyu ve çapı alınan bitkilerin sürgün, kök ağırlıkları ayrı ve daha sonra ikisinin toplamı şeklinde hassas terazide yaş ağırlıkları (g) ölçülmüştür (Şekil 3). Yaş ağırlıkları (g) tespit edilen bitkiler daha sonra kese kâğıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince kurutma dolaplarında

tutulup kurutulmuş ve kurutma dolabından çıkarılan bitkiler tartılarak kuru ağırlıkları (g) tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. Bitkinin morfolojik parametrelerinin uygulama gruplarına göre değerlendirilmesi

3.3. İstatistiksel Analiz

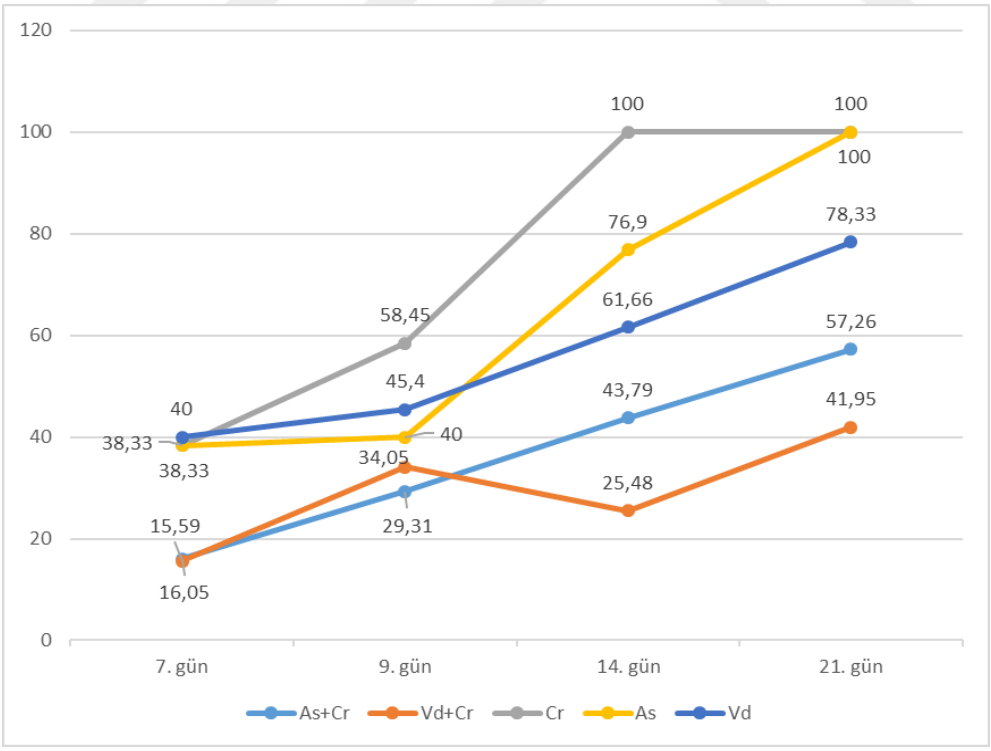
Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilip, elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS (SPSS statistic program, Ver.21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar programı ile yapılmıştır. Ayrıca DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılarak da ortalamalar karşılaştırılmıştır. Bununla beraber haftalara göre ölçülen veriler Microsoft Exel programı yardımıyla grafiklere dönüştürülerek ortalamalar değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yüksek lisans tezi kapsamında, *Clonostachys rosea* biyolojik mücadele ajanının domateste önemli kayıplara yol açan hastalıklardan; *Alternaria solani* ve *Verticillium dahliae* karşı etkileri gözlemlenmiştir. Bununla beraber bitkinin morfolojik gelişimine olan etkileri de tespit edilmiş ve tüm bu sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir.

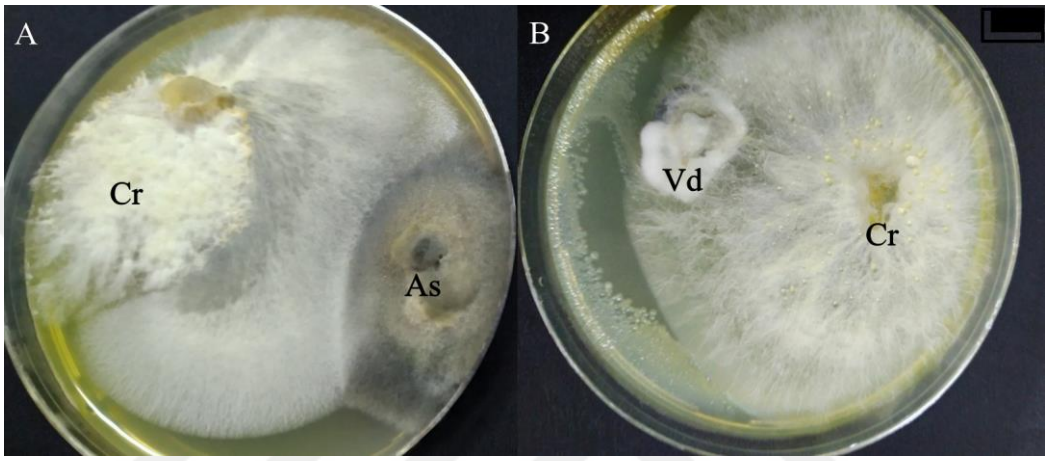
4.1. *In vitro* Koşullarda *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae*'ye Karşı Etkisi

A. solani ve *V. dahlie* patojenlerine karşı *C. rosea*'nın *in vitro* koşullarında engelleme oranlarına bakılmıştır. Bu engelleme oranlarını belirlemek için bölüm 3.2.1.1'de anlatıldığı gibi ikili kültür tekniğinden yararlanılmıştır. Bu teknik kapsamında patojen gelişiminin engellemesini belirlemek için inhibisyon oranı Şekil 4.1'de verilmiştir.



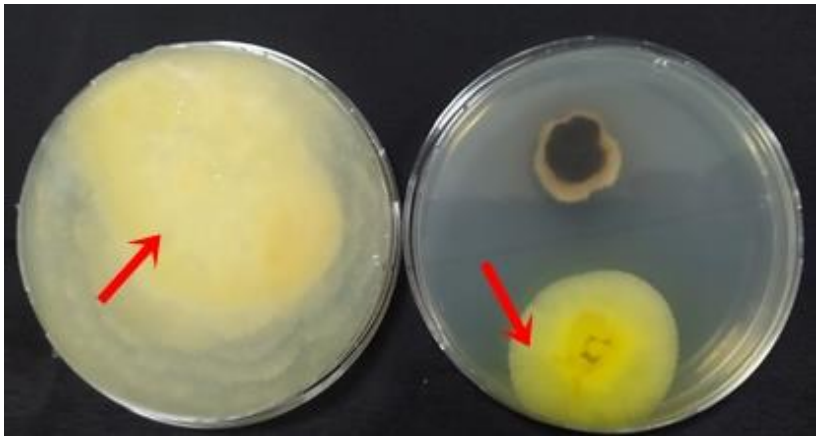
Şekil 4.1. *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae* patojenlerine karşı ölçüm yapılan günlere göre inhibisyon oranları.

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere 7., 9., 14. ve 21. günlerde yapılan inhibisyon oranlarında, kontrollere (Cr, As ve Vd) göre *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae* patojenlerinin gelişimini azalttığı belirlenmiştir (Şekil 4.2). Özellikle de Vd+Cr uygulamasında 9. gün değerlendirilmesinde %34.05 çıkan değer 14. gün değerlendirmesinde %25.48 oranında çıktığı belirlenmiş olup, bir azalma tespit edilmiştir.



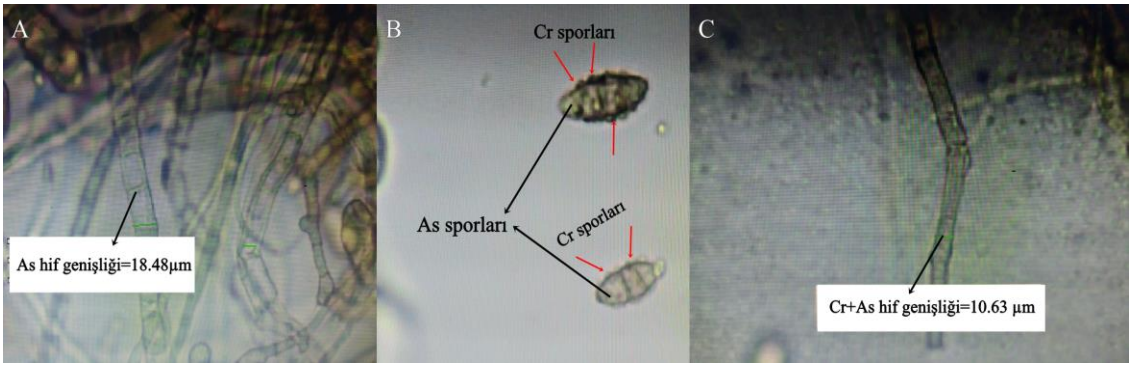
Şekil 4.2. *In vitro* koşullarda *C. rosea*'nin A. *A. solani* ve B. *V. dahliae* patojenlerinin gelişimine etkisi.

Genel olarak bakıldığında ise kontrollere göre Cr'nin patojen gelişimlerini azaltmasına rağmen, tüm uygulamalarda paralele bir artış söz konusu olduğu; 14. gün değerlendirilmesinden itibaren Cr uygulamasının, 21. gün değerlendirilmesinden itibaren ise As uygulamasının %100 oranına ulaştığı görülmüştür. Nitekim *C. rosea* mikoparazitik özelliği oldukça yüksek bir fungus olup, çok sayıda bitki patojeni olan funguslara karşı başarılı bir şekilde biyolojik kontrol yeteneği sergilemektedir (Roberti ve ark., 2006; Nygren ve ark., 2018; Zhanbin ve ark., 2020). Bununla beraber *C. rosea*'nin *V. dahliae* patojenine karşı etkisi üzerine *in vitro* koşullarda detaylı bir araştırma olmamakla beraber, Flores ve ark. (2015) tarafından *in vitro* koşullarda yapılan bir araştırmada *C. rosea*'nin *Fusarium oxysporum, A. solani* ve *Botrytis cinerea* patojenlerine karşı önemli derecede antagonitik bir etki gösterdiği rapor edilmiştir.



Şekil 4.3. *C. rosea*'nın *A.solani*'ye karşı uygulandığında gözlemlenen renk değişimi.

İkili karşılaştırma testleri sırasında *C. rosea'*nin *A. solani* karşısında sarımsı bir renk aldığı tarafımızdan gözlemlenmiştir (Şekil 4.3). Bunun nedeni ise *C. rosea'*nin *A. solani* üzerinde oluşturduğu enzimsel aktivitelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat *V.dahliae'*e karşı aynı gözlemler yapılamamıştır çünkü; *C.rosea, V.dahliae* petrilerini tamamen kapladığından net bir görüntü alınamamıştır. Nitekim *C. rosea* salgıladığı enzimler ile patojenin hücre duvarını parçaladığı bilinmektedir (Zhanbin ve ark., 2020). İkili karşılaştırma yönteminde *A.solani* ve *C.rosea'*nın tam temas ettiği noktadan ve kontrol yönünden alınan preparat Nikon eclips E200 model ve nis element görüntüleme programına sahip, 40X okülere sahip mikroskop altında incelenmiştir. Mikroskop görüntüleri doğrultusunda *C. rosea, A. solani* temas ettiği sınırdan alınan preparatta *A. solani*'ye ait misellerde bariz oranda incelme belirlenmiştir (Şekil 4.4). Yine C.rosea, V.dahliae üzerinde çoğaldığı ve kapladığı için net bir gözlem yapılamamıştır. Silva ve ark. (2021) tarafından yapılan benzer bir araştırmada da *C. chloroleuca*'nın *A. grandis*'e karşı mikoparazitik bir etki göstererek miseliyal gelişimlerini zayıflattığını bildirmiştir. Aydın ve Turhan (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada, eski ismiyle, *Gliocladium roseum* izolatlarının, *R. solani* kolonisi üzerindeki gelişim hızının az ve zayıf görünümlü olmasına karşın, mikroskobik incelemelerde patojen hiflerini sarmalamada ve penetrasyonda çok güçlü ve agresif olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.4. *C.rosea*'nın *A. solani*'n miseliyal gelişimine etkisi A. Kontrol (As) grubunun hifsel genişliği B. Cr'nin As sporlarını sarması ve C. As hiflerini zayıflatması.

4.2. In vivo Koşullarda *C. rosea*'nin *A. solani* ve *V. dahliae* ile İnfekteli Domates Bitkisinin Gelişimi ve Hastalık Şiddetine Etkisi

4.2.1. *C. rosea*'nin *A. solani*'ye karşı hastalık şiddeti üzerine etkisi

C. rosea'nin farklı dozlarda (20 g, 30 g ve 40 g) *A. solani*'ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

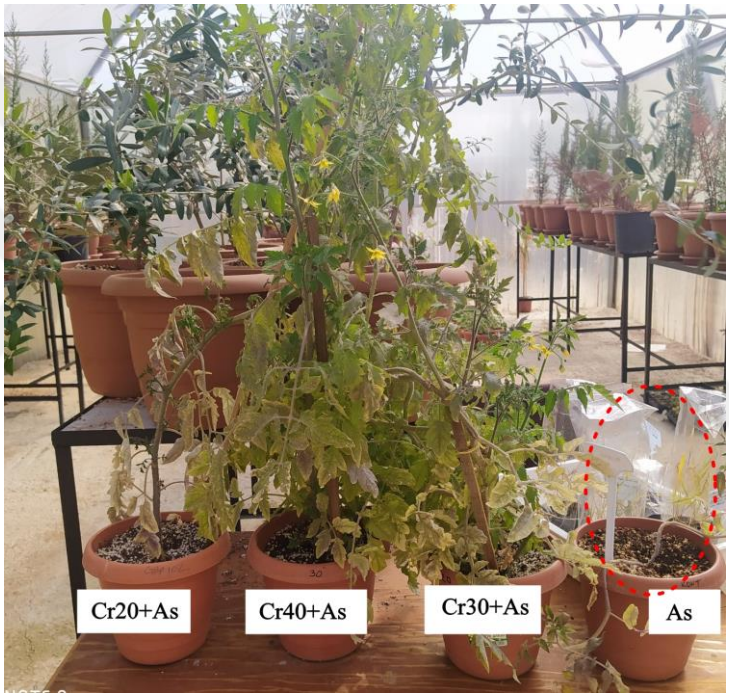
Çizelge 4.1. *C. rosea*'nin *A. solani*'ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları

Uygulama Grupları	Hastalık Şiddeti (%)	Baskılama Oranı (%)
	$\bar{x}$ ±S.S.	
As	96.67±3.05c*	-
Cr_{20}+As	63.33±4.63b	34.72
Cr_{30}+As	43.66±11.15a	54.83
Cr_{40}+As	46.67±15.27ab	51.72

As: *Alternaria solani*, Cr_{20}: *C. rosea*'nın 20 g'lık dozu, Cr_{30}: *C. rosea*'nın 30 g'lık dozu, Cr40: *C. rosea*'nın 40 g'lık dozu.
*: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P< 0.05).

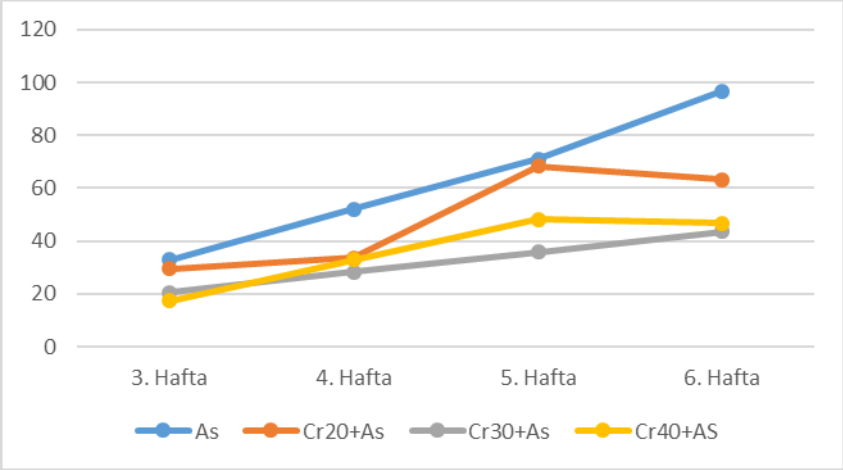
Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, uygulama gruplarının hastalık şiddet oranları üzerindeki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu kapsamda, kontrol grubu olan As uygulaması %96.67 ile en yüksek hastalık şiddetine sahip olduğu belirlenmiştir. Nitekim *A. solani* etmeni domates yetiştiriciliğinde mücadele yapılmadığı takdirde oldukça ciddi hastalıklara yol açtığı bilinmektedir (Grigolli ve ark., 2011; Gannibal ve ark., 2014; Shinde et al., 2018). Ancak Cr_{30}+As ve Cr_{40}+As

uygulamaları sırasıyla %43.66 ve %46.67 oranlarına sahip olup, kontrol uygulamasına göre (As) istatistiki olarak hastalık şiddeti oranlarını düşürmüştür. Ayrıca bu iki uygulama grupları %50'yi aşan oranlar ile önemli derece hastalığı baskıladığı bulunmuştur. Bununla beraber Cr_{20}+As uygulaması da %63.33 hastalık şiddeti oranı ve %34.72 baskılama oranı ile yine kontrol grubuna göre hastalığa karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında ise, *C. rosea*'nin tüm uygulama dozları (20 g, 30 g ve 40 g) hastalığa karşı istatistiki farkla etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.5. *C. rosea*'nin uygulama dozlarının *A. solani* üzerine etkisi.

*A. solani'*nin bitkiye inokulasyonundan 3., 4., 5. ve 6. haftalarda, *C. rosea*'nin farklı dozlarının (20 g, 30 g ve 40 g) hastalık şiddetine etkileri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. *C. rosea*'nın *V. dahliae* ile infekteli bitkinin hastalık şiddeti oranlarına haftalara göre etkisi.

Şekil 4.6'da görüldüğü üzere, As uygulaması tüm haftalarda hastalık şiddeti oranları en yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Boyno (2019) tarafından yapılan bir araştırmada da *A. solani*'nin bitkiye inokulasyonundan 5 hafta sonra hastalık şiddeti oranı %50'yi aşarak en yüksek değere sahip olduğu rapor edilmiştir. As uygulamasına göre ise, C. *rosea*'nin tüm dozlarının (20 g, 30 g ve 40 g) hastalık şiddeti oranlarını azalttığı görülmüştür. Özellikle de Cr_{40}+As uygulaması tüm haftalarda hastalığa karşı en etkili uygulama grubu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Bu çerçeve de *C. rosea*, bitkilerin farklı dokularında endofitik yetenek sergilediği ve kısa zamanda bitkilerde kolonize olarak çok sayıda fungal bitki patojenine karşı etki gösterdiği rapor edilmiştir (Jensen ve ark., 2004; Sun ve ark., 2020).

C. rosea, *A. solani*'nin neden olduğu hastalık şiddetini azalttığı tarafımızdan yapılan çalışma ile tespit edilmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.6). Bu kapsamda yapılan çalışmalarda da *Clonostachys* türleri, biyolojik kontrol ajanları olarak bitkilerde hastalıkların kontrol altına alınmasında önemli roller üstlenmektedir (Jensen ve ark., 2004; Sun ve ark., 2020; Silva ve ark., 2021). Bu durum konukçu bitkinin biyo-kontrol ajanını tanıma sırasında bazı defans mekanizmalarını aktif hale getirip, hormon ve enzim işlevlerini arttırdığı ve bu sürede aktivasyonların en yüksek noktaya ulaştığı bilinmektedir (Azcon-Aguilar ve Barea, 1996; Morandi, 1996). Bu aktivasyonun mekanizmaları ve etkisi net olarak ortaya konulmamakla beraber; lokalize olarak hızlı bir şekilde biyokimyasal defans mekanizmaları sonucunda ortaya çıkan lignifikasyon,

hydroksiproline ve hipersensitif reaksiyonlarla zenginleştirilmiş hücre duvarının oluşması ile antifungal enzimlerin üretilmesi ve aktive edilmiş fiziksel bariyerler gibi, mekanizmaların etkili olduğu belirtilmektedir (Demir ve Akköprü, 2007). Bu kapsamda, Silva ve ark. (2021) *Clonostachys* türlerinin patateste sorun oluşturan *A. solani*'ye karşı önemli derecelerde hastalık şiddetini düşürdüğünü bildirmiştir. Ayrıca *C. rosea, A. solani* dışında *A. dauci*, *A. radicina* ve *B. cinerea* dahil olmak üzere çok sayıda fungal bitki patojenlerine karşı, bitkilerin savunma mekanizmalarını aktive ederek hastalıkları baskıladığı rapor edilmiştir (Jensen ve ark., 2004; Muekouba ve ark., 2014; Sun ve ark., 2020).

4.2.2. *C. rosea*'nin *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine olan etkisi

C. rosea'nin farklı dozlarda (20 g, 30 g ve 40 g) *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. *C. rosea*'nın *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri

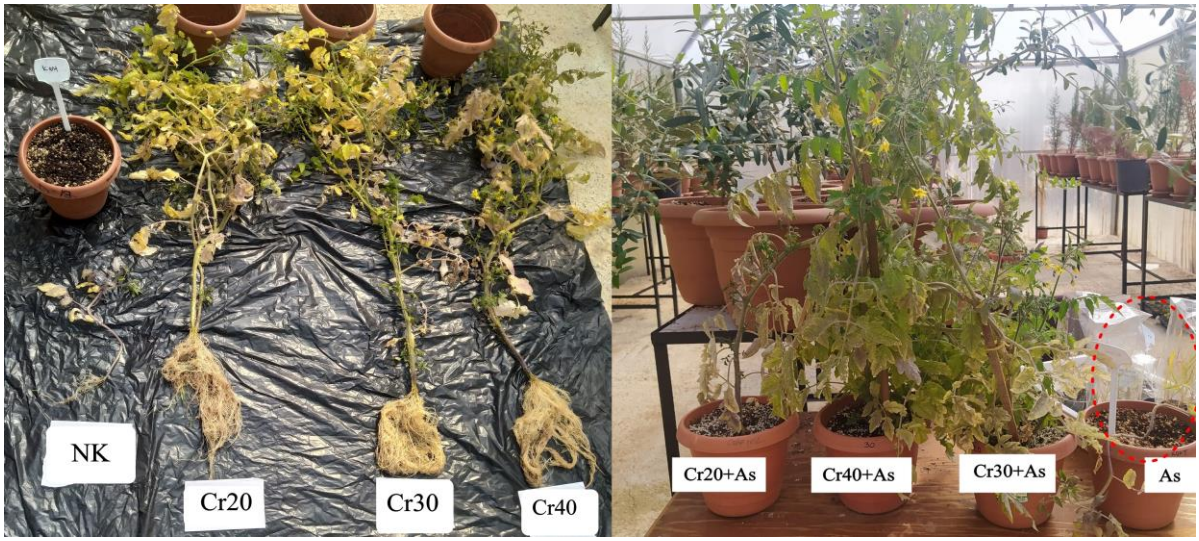
Uygulama Grupları	Bitki Toplam Boyu (cm)	Sürgün Çap (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Sürgün Kuru Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)
	$\bar{x}$ ±S.S.	$\bar{x}$ ±S.S.	$\bar{x}$ ±S.S.	$\bar{x}$ ±S.S.	$\bar{x}$ ±S.S.	$\bar{x}$ ±S.S.
NK	26.00±3.46^{d}	0.46±0.05^{de}	6.07±1.99^{e}	2.59±0.52^{e}	1.12±0.11^{f}	0.13±0.06^{d}
As	12.34±1.52^{e}	0.27±0.01^{e}	2.88±0.13^{e}	0.15±0.03^{e}	0.93±0.25^{f}	0.06±0.04^{d}
Cr_{20}	66.33±3.21^{b}	0.86±0.05^{bc}	186.41±6.70^{b}	47.12±3.98^{b}	42.35±2.00^{b}	5.47±0.48^{ab}
Cr_{30}	65.01±5.00^{b}	1.00±0.30^{ab}	191.39±14.50^{b}	41.29±2.72^{c}	40.46±3.28^{bc}	3.19±0.27^{c}
Cr_{40}	80.66±9.01^{a}	1.23±0.20^{a}	212.49±7.73^{a}	58.77±3.83^{a}	48.83±3.66^{a}	5.78±0.33^{a}
Cr_{20}+As	48.66±3.51^{c}	0.60±0.17^{cd}	145.41±12.86^{d}	34.01±4.01^{d}	32.27±2.13^{e}	3.32±0.60^{c}
Cr_{30}+As	54.33±4.04^{c}	0.73±0.05^{bcd}	161.16±7.19^{c}	36.99±2.95^{cd}	35.20±1.36^{de}	3.72±0.26^{c}
Cr_{40}+As	68.42±3.64^{b}	1.01±0.11^{ab}	164.30±6.12^{c}	48.53±3.44^{b}	37.51±2.29^{cd}	4.94±0.47^{b}

NK: Negatif Kontrol, As: *Alternaria solani*, Cr_{20}: *C. rosea*'nın 20 g'lık dozu, Cr_{30}: *C. rosea*'nın 30 g'lık dozu, Cr40: *C. rosea*'nın 40 g'lık dozu.
*: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P< 0.05).

Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere, uygulama gruplarının bitkinin morfolojik parametreleri üzerinde ki farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu çerçeve de NK uygulamasına göre, bitki toplam boyunu As uygulaması (12.34 cm) istatistiki olarak azaltırken, değer parametrelerde ise istatistiki bir fark olmamakla beraber azalttığı belirlenmiştir. *A. solani*'nin neden olduğu fungal hastalıklar, bitki

gelişiminin tüm aşamalarında ciddi zararlara yol açtığı bilinmektedir (Faheed ve ark., 2005). Ayrıca bu patojen fotosentez ve pigment içeriğinde tahribata yol açarak bitkinin büyümesini ve dolayısıyla verimin ciddi oranda düşmesine de neden olduğu bildirilmiştir (Agamy ve ark., 2013). Genel olarak bakıldığında ise hem NK hem de As uygulamalarına göre, uygulama gruplarının tümü bitkinin gelişim parametrelerini istatistiksel olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle de Cr_{40} uygulaması gelişim parametrelerini en yüksek değerlerde arttırdığı istatistiki olarak bulunmuştur. Ayrıca sürgün çapını Cr_{40} uygulaması (1.23 cm) ile beraber, Cr_{40}+As (1.01 cm) ve Cr_{30} (1.00 cm) uygulamaları da istatistiki olarak en yüksek değerlerde arttırmıştır. As ile infekteli bitkilerde ise *C. rosea*'nin tüm dozları (20 g, 30 g ve 40 g) bitki gelişimini arttırdığı; Cr_{40}+AS uygulaması bitkinin toplam boyu (68.42 cm) ile sürgün (48.53 g) ve kök kuru (4.94 g) ağırlıklarını en yüksek seviyelere ulaştırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2)

Çalışmamız kapsamında *C. rosea*'nin, *A. solani* ile infekteli ya da infektesiz bitkilerin morfolojik gelişimini arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 42 ve Şekil 4.7). Nitekim biyolojik kontrol ajanlarının hastalıklara karşı etkili olduğu gibi bitki gelişimini de olumlu yönde katkı sağladıkları bilinmektedir (Murphy ve ark., 2003; Harman, 2006; Woo ve ark., 2006). Bu kapsamda Goh ve ark. (2020) tarafından yapılan bir araştırmada *C. rosea*'nin bitkiye inokulasyonundan 5 ay sonra kontrollere kıyasla, bitkinin yaprak alanını, gövde çapını ve boyunu önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Ayrıca bazı biyolojik kontrol ajanlarının da *A. solani* ile infekteli bitkilerin morfolojik gelişimlerini arttırdığı rapor edilmiştir (Fritz ve ark., 2006; Chowdappa ve ark., 2013; Boyno, 2019; Boyno ve ark., 2020). Bu çerçeve de Lahlali ve Peng (2014) tarafından yapılan araştırmada *C. rosea*'nin, patojenle infekteli bitkilerin büyümesini teşvik ettiği ve direnç indükleyicileri olarak da işlev gördüğünü belirlemişlerdir.



Şekil 4.7. *C. rosea*'nin *A. solani* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine etkisi.

4.2.3. *C. rosea*'nin *V. dahliae*'ye karşı hastalık şiddeti üzerine etkisi

C. rosea'nin farklı dozlarda (20 g, 30 g ve 40 g) *V. dahliae'*ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

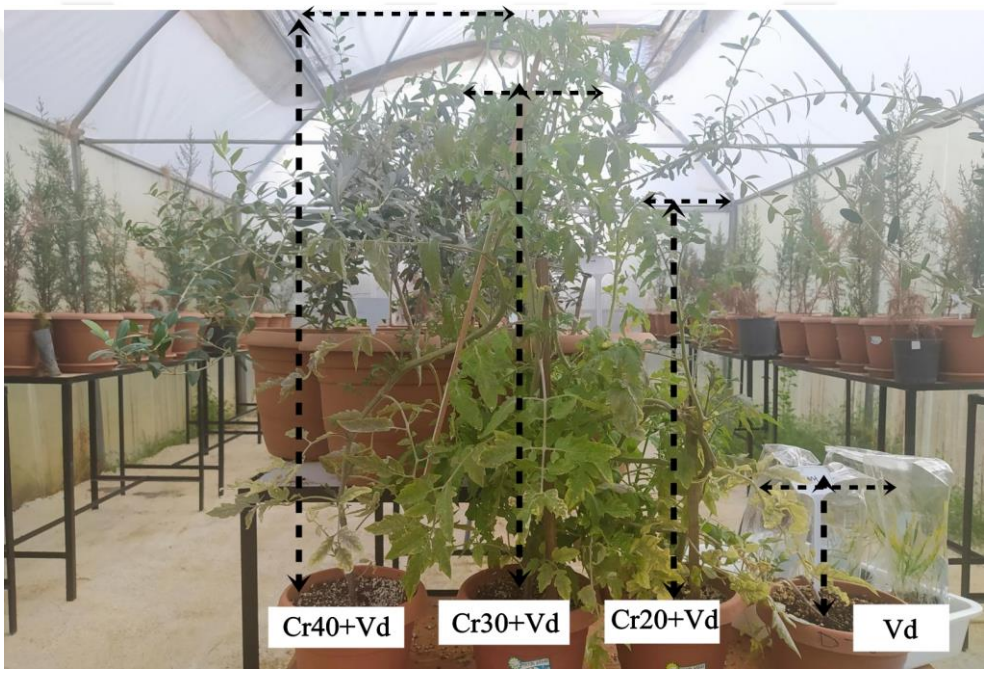
Çizelge 4.3. *C. rosea*'nin *V. dahliae*'ye karşı hastalık şiddeti ve baskılama oranları.

Uygulama Grupları	Hastalık Şiddeti (%)	Baskılama Oranı (%)
	$\bar{x}$ ±S.S.	
Vd	76.00±5.29c	-
Cr_{20}+Vd	58.33±10.40b	23.25
Cr_{30}+Vd	55.34±5.50b	27.18
Cr_{40}+Vd	25.33±6.11a	66.67

Vd: *Verticillium dahliae*, Cr_{20}: *C. rosea*'nın 20 g'lık dozu, Cr_{30}: *C. rosea*'nın 30 g'lık dozu, Cr40: *C. rosea*'nın 40 g'lık dozu.
*: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P< 0.05).

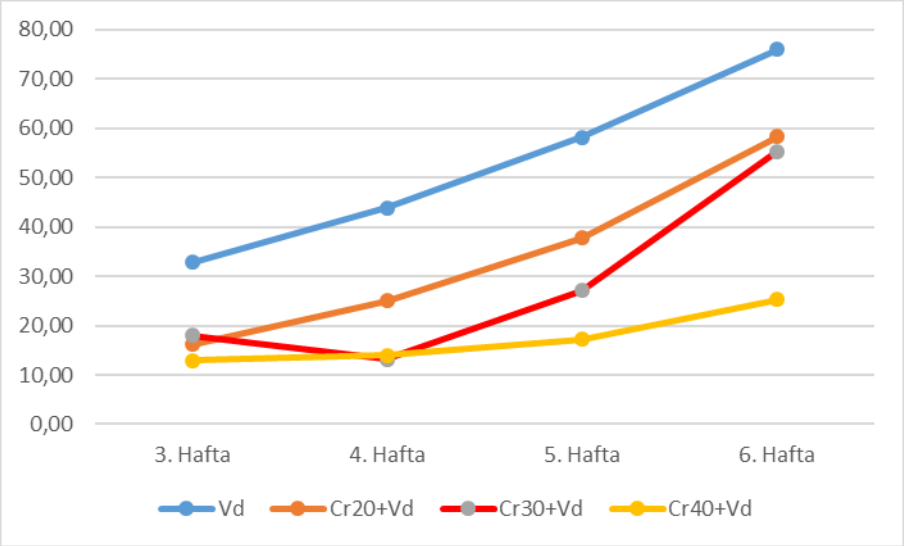
Çizelge 4.3'de gösterilen sonuçlar ışığında, uygulama gruplarının hastalık şiddet oranları üzerinde ki farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu kapsamda, kontrol grubu olan Vd uygulaması %76.00 ile en yüksek hastalık şiddetine sahip olduğu belirlenmiştir. Ait Rahou ve ark. (2020) tarafından yapılan araştırmada da domateste *V. dahliae* inokulasyonundan 12 hafta sonra % 91.25 hastalık şiddeti oranına sahip olduğunu bildirmiştir. Nitekim bu etmen vasküler bir patojen olması, geniş bir

konukçu yelpazesine ve dünya çapında dağılımına sahip olması ile beraber toprakta yıllarca canlı kalabilmesi nedeniyle önemli derecede bitkileri hastalandırmaktadır (Acharya ve ark., 2020). Hastalığa karşı en etkili sonuç ise %25.33 hastalık şiddeti ve %66.67 baskılama oranı ile Cr_{40}+Vd uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubuna (Vd) göre, Cr_{20}+Vd ve Cr_{30}+Vd uygulamaları sırasıyla %58.33 ve %55.34 hastalık şiddeti, %23.25 ve %27.18 baskılama oranları ile etkili olduğu saptanmıştır. Genel olarak sonuçlar irdelendiğinde ise, *C. rosea*'nin tüm uygulama dozları (20 g, 30 g ve 40 g) hastalığa karşı istatistiki farkla etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.8).



Şekil 4.8. *C. rosea*'nin uygulama dozlarının *V. dahliae* üzerine etkisi.

V. dahliae'nin bitkiye inokulasyonundan 3., 4., 5. ve 6. Haftalarda, *C. rosea*'nin farklı dozlarının (20 g, 30 g ve 40 g) hastalık şiddetine etkileri Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. *C. rosea*'nın *V. dahliae* ile infekteli bitkinin hastalık şiddeti oranlarına haftalara göre etkisi.

Şekil 4.9'da görüldüğü üzere, Vd uygulaması tüm haftalarda en yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Vd uygulamasına göre ise, C. *rosea*'nin tüm dozlarının (20 g, 30 g ve 40 g) hastalık şiddeti oranlarını azalttığı görülmüştür. Özellikle de Cr40+Vd uygulaması tüm haftalarda hastalığa karşı en etkili uygulama grubu olduğu tespit edilmiştir.

Tarafımızdan yapılan çalışmada C. *rosea*'nin *V. dahliae*'nin neden olduğu hastalık şiddetini önemli oranlarda azalttığı bulunmuştur (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.9). Nitekim biyolojik kontrol ajanları bitkilerde önemli derecede hastalık oluşturan etmenlere karşı oldukça başarılı sonuçlar gösterdiği bilinmektedir (Amin ve ark., 2010; Tapwal ve ark., 2011; Muekouba ve ark., 2014; Sun ve ark., 2018; Boyno ve ark., 2020). Özellikle de *C. rosea, Fusarium graminearum, F. verticillioides, F. crookwellense, F. culmorum, Phytophthora palmivora, Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* gibi birçok toprak kökenli patojene karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Krauss ve Soberanis, 2001; Yohalem ve ark., 2004; Kosawang ve ark., 2014; Schoneberg ve ark., 2015; Lysøe ve ark., 2017; Samsudin ve ark., 2017). Ancak *C. rosea*'nin *V. dahliae* karşı etkisi üzerine detaylı bir literatür kaynağına rastlanmamasına rağmen, sadece patojenin toprakta oluşturduğu mikrosclerot'ın çimlenmesini azalttığı tespit edilmiştir (Keinath et al., 1991; Varo et al., 2016). Ayrıca

C. rosea'nın uçucu olmayan sekonder metobolitleri ile miselyum gelişimini engellediği ve mikrosklerot oluşumunu inhibe ettiği düşünülmektedir (Rodriguez ve ark.,2011).

4.2.4. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine olan etkisi

C. rosea'nin farklı dozlarda (20 g, 30 g ve 40 g) *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri

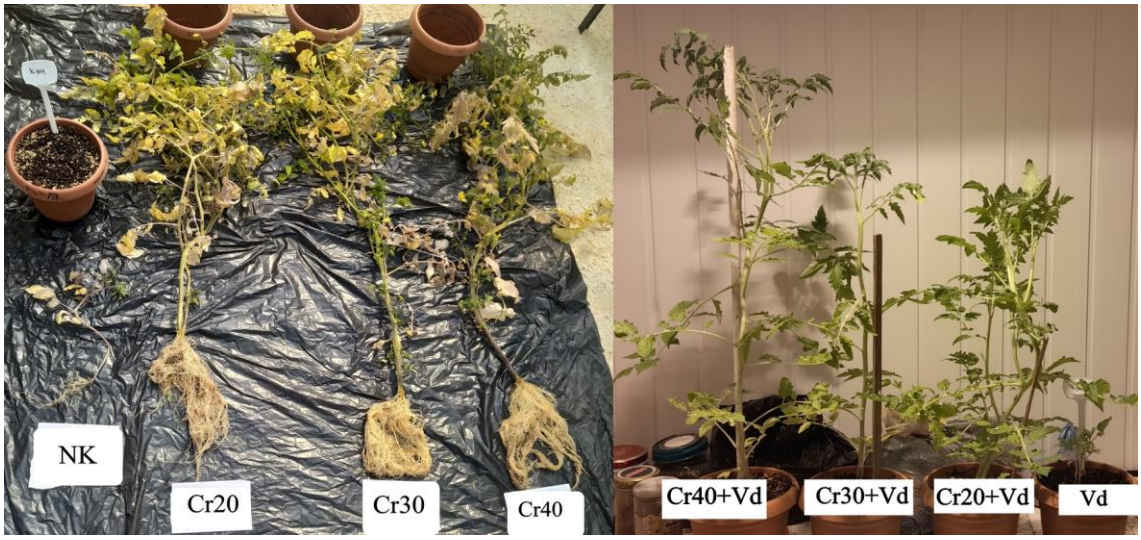
Uygulama Grupları	Bitki Toplam Boyu (cm)	Sürgün Çap (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Sürgün Kuru Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)
	x̄ ±S.S.	x̄ ±S.S.	x̄ ±S.S.	x̄ ±S.S.	x̄ ±S.S.	x̄ ±S.S.
NK	26.00±3.46^{e}	0.46±0.05^{e}	30.07±1.99^{e}	12.59±0.52^{f}	1.12±0.11^{e}	0.13±0.06^{e}
Vd	20.34±1.02^{e}	0.40±0.10^{e}	28.12±3.36^{e}	10.27±2.37^{f}	3.69±0.51^{e}	2.60±0.52^{cd}
Cr_{20}	66.33±3.21^{b}	0.86±0.05^{bc}	186.41±6.70^{b}	47.12±3.98^{b}	42.35±2.00^{b}	5.47±0.48^{a}
Cr_{30}	65.01±5.00^{b}	1.00±0.30^{ab}	191.39±14.50^{b}	41.29±2.72^{c}	40.46±3.28^{b}	3.19±0.27^{c}
Cr_{40}	80.66±9.01^{a}	1.23±0.20^{a}	212.49±7.73^{a}	58.77±3.83^{a}	48.83±3.66^{a}	5.78±0.33^{a}
Cr_{20}+Vd	34.33±3.52^{d}	0.47±0.05^{e}	102.30±11.47^{d}	24.36±2.94^{e}	22.73±2.81^{d}	2.34±0.48^{d}
Cr_{30}+Vd	45.45±4.32^{c}	0.56±0.05^{de}	123.03±9.09^{c}	30.82±2.42^{d}	26.57±2.04^{cd}	2.80±0.26^{cd}
Cr_{40}+Vd	50.57±1.49^{c}	0.73±0.06^{cd}	112.42±9.23^{cd}	39.49±0.65^{c}	29.85±0.51^{c}	4.09±0.16^{b}

NK: Negatif Kontrol, Vd: *Verticillium dahliae*, Cr_{20}: *C. rosea*'nın 20 g'lık dozu, Cr_{30}: *C. rosea*'nın 30 g'lık dozu, Cr40: *C. rosea*'nın 40 g'lık dozu.
*: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P< 0.05).

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi, uygulama gruplarının bitkinin morfolojik gelişim parametreleri üzerinde ki farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu kapsamda NK uygulamasına göre, Vd uygulaması bitkinin morfolojik gelişim parametrelerini istatistiksel fark olmamakla beraber azalttığı; sadece kök kuru ağırlığını arttırdığı belirlemiştir. *V. dahliae*'nin hiflerinin iç dokuları kolonize ederek bitkide sistemik olarak yayıldığı bilinmektedir (Robb, 2007). Bunun sonucunda ise hastalığa hassas bitkilerde vasküler solgunluk gözlemlendiği ve bitki boyunu ile bitkinin yaş/kuru ağırlık (Veronese ve ark., 2003) değerlerini düşürdüğü yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Robison ve ark., 2001; Veronese ve ark., 2003; Robb, 2007; Demir ve ark., 2015). Genel olarak hem NK hem de As uygulamalarına göre, uygulama gruplarının tümü bitkinin sürgün çapı ve kök kuru ağırlığı dışında ki gelişim parametrelerini istatistiksel olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Sürgün çapını Cr_{20} (0.86 cm), Cr_{30} (1.00

cm) ve Cr_{40} (1.23 cm) uygulamaları ile 40 Cr+Vd uygulamasının (0.73 cm) arttırdığı belirlenirken, diğer uygulamaların etkili olmadığı tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığını ise Vd uygulamasına (2.60 g) göre Cr_{20} (5.47 g), Cr_{40} (5.78 g) ve Cr_{40}+Vd (4.09) uygulamaları arttırırken, NK uygulamasına göre uygulama gruplarının tümünün arttırdığı istatistiki olarak bulunmuştur. Ayrıca Cr_{40} uygulaması bitkinin gelişim parametrelerini en yüksek değerlerde arttırdığı istatistiksel yönden tespit edilmiştir. Vd ile infekteli bitkilerde ise *C. rosea*'nin tüm dozları (20 g, 30 g ve 40 g) bitkinin toplam boyunu, sürgün yaş/kuru ağırlığı ile kök yaş ağırlığını arttırdığı; sürgün çapı ve kök kuru ağırlığını ise sadece Cr_{40}+ Vd uygulamasının arttırdığı istatistiksel olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çalışmamız kapsamında *C. rosea*'nin, *V. dahliae* ile infekteli ya da infektesiz bitkilerin morfolojik gelişimini genel olarak arttırdığı bulunmuştur (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.10). Bu çerçeve de yapılan çalışmalarda da *C. rosea*'nin, bitkilerin patojenle infekteli olup olmamasına bakılmaksızın gelişimlerini iyileştirdiği rapor edilmiştir (Lahlali ve Peng, 2014; Goh ve ark., 2020). Ayrıca *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkilerin gelişimi üzerine detaylı bir literatür araştırması bulunmamakla birlikte, farklı biyolojik kontrol ajanlarının *V. dahliae* ile infekteli bitkilerin kontrollere göre gelişimini arttırdığı bildirilmiştir (Demir ve ark., 2015; Gómez-Lama Cabanás ve ark., 2018).



Şekil 4.10. *C. rosea*'nin *V. dahliae* ile infekteli bitkinin morfolojik gelişimine etkisi.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Domates bitkisinin en yaygın ve tahripkâr hastalıkları arasında yer alan *V. dahliae* ve *A. solani*'ye karşı *C. rosea*'nın biyolojik mücadele etmeni olarak hastalık şiddeti ve bitki gelişimi üzerindeki etkisinin belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1) *C. rosea in vitro* koşullarda *A.solani* ve *V. dahliae*'nın miseliyal gelişimini engellediği tespit edilmiştir.
2) Domates x *A. solani* x *C. rosea* patosisteminde hastalık şiddeti ve hastalığın baskılanma oranları sırasıyla %43.6-%96.6 ve %34.7-%54.8 arasında değişmiş olup, *C. rosea*'nın en uygun dozunun 30 g olduğu belirlenmiştir.
3) Domates x *V. dahliae* x *C. rosea* patosisteminde hastalık şiddeti ve hastalığın baskılanma oranları sırasıyla %25.3-%76.0 ve %23.2-%66.6 arasında değişmiş olup en düşük hastalık şiddeti ve hastalığın baskılanma oranı *C. rosea*'nın 40 g dozunda elde edilmiştir.
4) Çalışma sonucunda elde edilen bulgular ışığında *C. rosea*'nın domates bitkisindeki morfolojik gelişim parametreleri üzerinde teşvik edici etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında domates bitkilerine uygulanan C. rosea dozları arasında morfolojik gelişim parametrelerinin teşvik edilmesi açısından en etkili dozun 40 g olduğu saptanmıştır.

Yukarıda özetlenen bulgular ışığında *C. rosea*'nın gerek hastalık şiddetinin baskılanması gerekse bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı etkili bir biyolojik savaş etmeni potansiyelinin olduğu görülmektedir. *C. rosea*'nın bitki gelişim morfolojisi üzerindeki olumlu etkileri göz önünde tutulduğunda, etmenin Bitki Büyüme Düzenleyicilerine (BBD) alternatif olabileceği görülmektedir. Fakat bu yönde etkinin tam olarak aydınlığa kavuşturulması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Acharya, B., Ingram, T. W., Oh, Y., Adhikari, T. B., Dean, R. A., Louws, F. J., 2020. Opportunities and challenges in studies of host-pathogen interactions and management of *Verticillium dahliae* in tomatoes. ***Plants,* 9** (11): 1622.

Acquaah, G., 2002. Principles of crop production: Theory. ***Techniques and Technology,*** 460.

Agrios, G.N., 1997. Identification of a previously unknown disease. Plant Pathology. 4th ed., Academic Press, San Diego, CA. 39-40.

Ait Rahou, Y., Ait-El-Mokhtar, M., Anli, M., Boutasknit, A., Ben-Laouane, R., Douira, A., Meddich, A., 2020. Use of mycorrhizal fungi and compost for improving the growth and yield of tomato and its resistance to Verticillium dahliae. ***Archives of Phytopathology and Plant Protection,*** 1-26.

Akkurt, H. D., Kaşkavalcıoğlu, G., Peçen, A., 2013. Organik Domates Yetiştiriciliğinde Kök-ur Nematodları (*Meloidogyne spp*.)'na Karşı Savaşta Solarizasyon ile Diğer Bazı Uygulamaların Birlikte Kullanım Olanakları. ***Türkiye Entomoloji Dergisi,* 37** (1): 81-92.

Anonim, 2007. Tarım ve Orman Bakanlığı. ***http:/www.tarim.gov.tr.*** Erişim tarihi: 03.07.2021.

Anonim, 2020. FAOSTAT–Food and Agriculture Organization of the United Nations. ***http://www.fao.org/faostat/en/#home.*** Erişim tarihi:28.06.202.

Anwar, W., Ali, S., Nawaz, K., Iftikhar, S., Javed, M. A., Hashem, A., Akhter, A., 2018. Entomopathogenic fungus *Clonostachys rosea* as a biocontrol agent against whitefly (*Bemisia tabaci*). ***Biocontrol science and technology,* 28** (8): 750-760.

Aybak, Ç., Kaygısız, H., 2007. ***Domates Yetiştiriciliği***. Hasad Yayıncılık. ISBN-975-8377-24-8. İstanbul, 242.

Aydın, M. H., Turhan, G., 2009. *Rhizoctonia solani*'nin Fungal Antagonistlerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar**. *Anadolu, J, of AARI,* 19** (2): 49-72.

Aydın, M. H., 2015. Bitki Fungal Hastalıklarıyla Biyolojik Savaşta *Trichoderma*'lar. ***Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi,* 2** (2): 135-148.

Blancard, D., 2005. ***Domates Hastalıkları***. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. 978-975-8377-44- 2.İstanbul. 232.

Brame, C., Flood, J., 1983. Antagonism of Aureobasidium pullulans towards *Alternaria solani*. ***Tarns Br. Mycol. Soc.,* 81**: 621–624

Bora, T., Karaca, T., 1970. ***Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi***. EÜ Zir. Fak. Yardımcı Ders Kitabı, İzmir. 167.

Bora, T., Özaktan, H., 1998. ***Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş.*** Prizma Matbaası. İzmir. 205.

Bora, T., 2002. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savasta gelismeler ve Türkiye 'de durum. ***Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Çağrılı Bildirisi***. 4–7 Eylül 2002. Erzurum.

Borges, Á. V., Saraiva, R. M., Maffia, L. A., 2015. Biocontrol of gray mold in tomato plants by *Clonostachys rosea*. ***Tropical plant pathology,* 40** (2): 71-76.

Boyette, C. D., Abbas, H. K., Johnson, B., Hoagland, R. E., Weaver, M. A., 2014. Biological control of the weed Sesbania exaltata using a microsclerotia formulation of the bioherbicide Colletotrichum truncatum. ***American Journal of Plant Sciences,* 5:** 2672-2685.

Boyno, G. 2019. ***Van'da Domates Alanlarından İzole Edilen Alternaria solani (Ell. ve G. Martin) Sor.'nin Biyolojik Mücadele Olanaklarının Belirlenmesi*** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Boyno, G., Demir, S., Akköprü, A., 2020. Domateste *Alternaria solani* (Ell. & G. Martin) Sor.'ye Karşı Bazı Endofit Bakterilerin Etkisi. ***Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi,*** **6** (3): 469-477.

Budak, Z., Erdal, İ., 2016. Yapraktan Kalsiyum Uygulamasının Farklı Sera Domates Çeşitlerinde Verim, Meyve Kalitesi ve Mineral Beslenmesine Etkisi. ***Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*** **4** (1):1-10.

Canpolat, S., Tülek S., 2019. Orta Anadolu Bölgesi'nde Yaprağı Yenen Sebzelerde Görülen Fungal Hastalıkların Belirlenmesi. ***Bitki Koruma Bülteni,*** **59** (3): 39-46.

Chaerani, R., Voorrips, R. E., 2006. Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. ***Journal of general plant pathology,*** **72** (6): 335-347.

Chatterton, S., Jayaraman, J., Punja, Z. K., 2008. Colonization of cucumber plants by the biocontrol fungus *Clonostachys rosea* f. *catenulata*. ***Biological Control,*** **46** (2): 267-278.

Cook, R. J., Baker, K. F., 1983. ***The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens.*** American Phytopathological Society.

Cota, L. V., Maffia, L. A., Mizubuti, E. S. G., Macedo, P. E. F., 2009. Biological control by *Clonostachys rosea* as a key component in the integrated management of strawberry gray mold. ***Biological control,*** **50** (3): 222-230.

Demir, S., Şensoy, S., Ocak, E., Tüfenkci, Ş., Durak, E. D., Erdinc, C., Ünsal, H., 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt diseasecaused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. ***Turkish Journal of Agriculture and Forestry,*** **39** (2): 300-309.

Demissie, Z. A., Witte, T., Robinson, K. A., Sproule, A., Foote, S. J., Johnston, A., Loewen, M. C., 2020. Transcriptomic and exometabolomic profiling reveals antagonistic and defensive modes of *Clonostachys rosea* action against *Fusarium graminearum*. ***Molecular Plant-Microbe Interactions,*** **33** (6): 842-858.

Devi, N. O., Singh, N. I., Devi, R. T., Chanu, W. T., 2017. *In Vitro* Evaluation of *Alternaria solani* (Ellis and Mart.) Jones and Grout Causing Fruit Rot of Tomato by Plant Extracts and Bio-Control Agents. ***Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci,*** **6 (**11): 652-661.

Dhingra, D. D., Sinclair, J. B., 1985. ***Basic Plant Pathology Methods***. CRC Press İnc. Boca, Florida.

Eken, C., Demirci, E., 1997. Fungusların Biyolojik Mücadelede Kullanımı. ***Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.,*** **28** (1): 138-152.

Ekincialp, A., Erdinç, Ç., Fuat, E., Demir, S., Şensoy, S., 2016. Farklı Kabakgil Türlerinde Arazi Koşullarında Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF), Peynir Altı Suyu ve Hümik Asit Uygulamalarının Bitki Gelişimi, Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. ***Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi,*** **26** (2), 274-281.

Ercan, N., Ayar, F., Şensoy, A. S., Temirkaynak, M., 2002. Bazı Domates Çeşitlerinin Antalya Koşullarında Açıkta Yetiştirilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. ***Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,*** **15** (2), 101-105.

Erdoğan, O., Şener, K., Göre, M. E., 2014. Pamukta *Verticillium* Solgunluk Hastalığı Etmeni *Verticillium dahliae* Kleb. ile Farklı İnokulasyon Metotları Üzerinde Çalışmalar. ***Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi,*** **1** (2): 188-193.

Erdurmuş, D., 2008. Buğdayda önemli Kök ve kök boğazı hastalık etmenlerine karşı'un etkinliginin araştırılması. ***Bitki Koruma Bülteni,*** **48** (1): 37-48.

Flores, W., Chico, J., Cerna, L., 2015. Actividad antagónica *in vitro* de *Clonostachys rosea* sobre *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani* y *Botrytis cinérea*. ***REBIOL***, **35** (1): 34-42.

Goh, Y. K., Marzuki, N. F., Tuan Pa, T. N. F., Goh, T. K., Kee, Z. S., Goh, Y. K., Goh, K. J., 2020. Biocontrol and Plant-Growth-Promoting Traits of *Talaromyces apiculatus* and *Clonostachys rosea* Consortium against Ganoderma Basal Stem Rot Disease of Oil Palm. ***Microorganisms,*** **8** (8): 1138.

Gómez-Lama Cabanás, C., Ruano-Rosa, D., Legarda, G., Pizarro-Tobías, P., Valverde-Corredor, A., Triviño, J. C., Mercado-Blanco, J., 2018. Bacillales members from the olive rhizosphere are effective biological control agents against the defoliating pathotype of Verticillium dahliae. ***Agriculture,*** **8** (7): 90.

Gong, C., Liu, Y., Liu, S. Y., Cheng, M. Z., Zhang, Y., Wang, R. H., Wang, A. X., 2017. Analysis of *Clonostachys rosea*-induced resistance to grey mould disease and identification of the key proteins induced in tomato fruit. ***Postharvest Biology and Technology,*** **123**: 83-93.

Gould, W.A., 1983. Tomato production, processing and quality evaluation.

Greene, P., Fahn, S., Diamond, B., 1994. Development of resistance to botulinum toxin type A in patients with torticollis. ***Movement Disorders,*** **9** (2): 213-217.

Hoopen, G. M., George, A., Martinez, A., Stirrup, T., Flood, J., Krauss, U., 2010. Compatibility between *Clonostachys* isolates with a view to mixed inocula for biocontrol. ***Mycologia,*** **102** (5): 1204-1215.

Hue, A. G., Voldeng, H. D., Savard, M. E., Fedak, G., Tian, X., Hsiang, T., 2009. Biological control of fusarium head blight of wheat with *Clonostachys rosea* strain ACM941. ***Canadian Journal of Plant Pathology,*** **31** (2): 169-179.

İvanova, H., Hamarova, H., Pristas, P., 2017. Slovakya'da Ponderosa ve Coulter çam iğneleriyle ilişkili *Clonostachys rosea*. ***Biyoloji,*** **72** (11): 1258-1263.

James, R. L., Dumroese, R. K., Wenny, D. L., 1995. *Botrytis cinerea* carried by adult fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in container nurseries. ***Tree Planters Notes,*** **46**: 48-53.

Jensen, B., Knudsen, I. M., Jensen, D. F., 2000. Biological seed treatment of cereals with fresh and long-term stored formulations of *Clonostachys rosea:* biocontrol efficacy against Fusarium culmorum. ***European Journal of Plant Pathology,*** **106** (3): 233-242.

Jensen, B., Knudsen, I. M., Madsen, M., Jensen, D. F., 2004. Biopriming of infected carrot seed with an antagonist, *Clonostachys rosea*, selected for control of seedborne *Alternaria spp*. ***Phytopathology,*** **94** (6): 551-560.

Jensen, D. F., Knudsen, I. M., Mamarabadi, M., Hockenhull, J., Jensen, B., 2007. Development of a biocontrol agent for plant disease control with special emphasis on the near commercial fungal antagonist *Clonostachys rosea* strain 'IK726'. ***Australasian Plant Pathology***, **36** (2): 95-101.

Jones, J., B., Jones J. P., Stall R. E., Zitter T. A., 1993. ***Compendium of Tomato Disease***. The American Phytopathological Saciety Pres, ABD.

Karaağaç, O., Balkaya, A., 2009. Sebzelerde Erkek Kısırlığı Mekanizmasından Yararlanılarak F1 Hibrit Tohum Üretimi. ***Anadolu Tarım Bilim. Derg.,*** **24** (2):114-123.

Karlsson, M., Durling, M. B., Choi, J., Kosawang, C., Lackner, G., Tzelepis, G. D., Jensen, D. F., 2015. Insights on the evolution of mycoparasitism from the genome of *Clonostachys rosea*. ***Genome biology and evolution,*** **7** (2): 465-480.

Keinath, A. P., Fravel, D. R., Papavizas, G. C., 1991. Potential of *Gliocladium roseum* for biocontrol of *Verticillium dahliae*. ***Phytopathology*** **81**: 644. doi: 10.1094/Phyto-81-644

Kırbağ, S., Parlak, Y., 1996. Elazığ'da yetiştirilen bazı sebzelerde görülen fungusların tespiti ve önemli bulunanın biyolojisi ve savaşı üzerine araştırmalar. ***F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,*** **8** (2): 69-81.

Kırbağ, S., Turan, N., 2006. Malatya'da Yetiştirilen Bazı Sebzelerde Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Etmenler. ***Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,*** **8** (2), 159-164.

Li, J., Yang, J., Huang, X., Zhang, K. Q., 2006. Purification and characterization of an extracellular serine protease from *Clonostachys rosea* and its potential as a pathogenic factor. ***Process Biochemistry,*** **41** (4): 925-929.

Mahmoudi, H., Amini, A., Mirzaee, M. R., Sadeghi, H., Tavakkoli, G. R., 2018. *Clonostachys rosea*, a new and promising entomopathogenic fungus infecting pupa of jujube fruit fly, *Carpomya vesuviana*. ***Mycologia Iranica***, **5** (1): 43-49.

Mamarabadi, M., Jensen, B., Lübeck, M., 2008. Three endochitinase-encoding genes identified in the biocontrol fungus *Clonostachys rosea* are differentially expressed. ***Current Genetics,*** **54** (2): 57-70.

Mohammed, A. A., Younus, A. S., Ali, A. N., 2021. Efficacy of *Clonostachys rosea*, as a promising entomopathogenic fungus, against coleopteran stored product insect pests under laboratory conditions. ***Egyptian Journal of Biological Pest Control***, **31** (1): 1-6.

Morandi, M. A., Sutton, J. C., Maffia, L. A., 2000. Effects of host and microbial factors on development of *Clonostachys rosea* and control of *Botrytis cinerea* in rose. ***European Journal of Plant Pathology,*** **106** (5): 439-448.

Mouekouba, L. D. O., Zhang, L., Guan, X., Chen, X., Chen, H., Zhang, J., Wang, A., 2014. Analysis of *Clonostachys rosea*-induced resistance to tomato gray mold disease in tomato leaves. ***PLoS One,*** **9** (7): e102690.

Mutlu, G., Üstüner, T., 2017. Elazığ İli Domates Alanlarında Fungal Hastalıkların Yaygınlığı ve Şiddetinin Saptanması. ***Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*** **4** (4): 416–425.

Nobre, S. A., Maffia, L. A., Mizubuti, E. S., Cota, L. V., Dias, A. P. S., 2005. Selection of *Clonostachys rosea* isolates from Brazilian ecosystems effective in controlling *Botrytis cinerea*. ***Biological Control***, **34** (2): 132-143.

Ozan, S., Maden, S., 2004. Ankara ili Domates Ekiliş Alanlarında Solgunluk ve Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Hastalık Etmenleri. ***Bitki koruma Bülteni***, **44** (1-4): 105-120.

Ozan, S., Maden, S., 2005. Ankara ili domates ekiliş alanlarında yapraklarda hastalık oluşturan fungal etmenler, yaygınlıkları ve çıkış zamanları. ***Bitki Koruma Bülteni***, **45**:1-4.

Özaktan, H., Aysan, Y., Yıldız, F., Kınay, P., 2010. Fitopatolojide Biyolojik Mücadele. ***Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi***, **1** (1): 61-78.

Paksoy, M., 2003. Konya EKolojısında Degısık Ekım-Dıkım Zamanlarında Yetıstırılen Bazı Sanayılık Domates Çesıtlerında Verım ve Kalıte Özellıklerının Incelenmesı**.** ***Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,*** **17**: 6-9.

Polat, H., 2020. Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Sürdürülebilir Organik Madde Yönetimine Etkileri. ***Tarım Makinaları Bilimi Dergisi,*** **16** (1): 1-11**.**

Ravnskov, S., Jensen, B., Knudsen, I. M., Bødker, L., Jensen, D. F., Karliński, L., Larsen, J., 2006. Soil inoculation with the biocontrol agent *Clonostachys rosea* and the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* results in mutual inhibition, plant growth promotion and alteration of soil microbial communities. ***Soil Biology and Biochemistry,*** **38** (12): 3453-3462.

Robb, J., 2007. *Verticillium* tolerance: resistance, susceptibility, or mutualism?. ***Botany,*** **85** (10): 903-910.

Roberti, R., Veronesi, A., Cesari, A., Cascone, A., Di Berardino, I., Bertini, L., Caruso, C., 2008. Induction of PR proteins and resistance by the biocontrol agent *Clonostachys rosea* in wheat plants infected with Fusarium culmorum. ***Plant Science***, **175 (**3): 339-347.

Robison, M. M., Shah, S., Tamot, B., Pauls, K. P., Moffatt, B. A., Glick, B. R., 2001. Reduced symptoms of Verticillium wilt in transgenic tomato expressing a bacterial ACC deaminase. ***Molecular Plant Pathology,*** **2** (3), 135-145.

Rodríguez, M. A., Cabrera, G., Gozzo, F. C., Eberlin, M. N., Godeas, A., 2011. *Clonostachys rosea* BAFC3874 as a *Sclerotinia sclerotiorum* antagonist: mechanisms involved and potential as a biocontrol agent. ***Journal of Applied Microbiology,*** **110** (5): 1177-1186.

Sakallı, N., 2018 ***Bazı Domates Genlerinin Domates Kloroz Virüsü (Tomato Chlorosis Virus, TOCV) Enfeksiyonu Sırasında Ekspresyonlarının İncelenmesi*** (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Savur, O., B., Demir, S., 2016. ***Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi***, 5 - 08 Eylül 2016, Konya, Türkiye. 203.

Schroers, S., Seifert, G. W., 1999. *Clonostachys rosea* India Biodiversity Portal. ***https://indiabiodiversity.org/biodiv/species/show/248032***. Biodiversity Computing Platform, India. Erişim tarihi: 9 Mayıs 2021.

Sevgican, A., 1999. ***Örtüalti Sebzeciliği.*** Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:528.

Sirel, O., Maden, S., 2004. Ankara İli Domates Ekiliş Alanlarında Solgunluk ve Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Hastalık Etmenleri. ***Bitki Koruma Bülteni***, **44** (1-4):105-120.

Sun, Z. B., Li, S. D., Ren, Q., Xu, J. L., Lu, X., Sun, M. H., 2020. Biology and applications of *Clonostachys rosea*. ***Journal of applied microbiology***, **129** (3): 486-495.

Sun, Z. B., Sun, M. H., Li, S. D., 2015. Identification of mycoparasitism-related genes in *Clonostachys rosea* 67-1 active against *Sclerotinia sclerotiorum*. ***Scientific Reports,*** **5** (1): 1-10.

Sutton, J. C., Liu, W., Ma, J., Brown, W. G., Stewart, J. F., Walker, G. D., 2006. Evaluation of the fungal endophyte *Clonostachys rosea* as an inoculant to

enhance growth, fitness and productivity of crop plants. ***In IV International Symposium on Seed, Transplant and Stand Establishment of Horticultural Crops; Translating Seed and Seedling,* 782***:*** 279-286.

Talaz, A., Nas, E., 2019. Topraksız Kültürde Domates Üretiminin Bafra Ovasında Gerçekleştirilebilirliğinin Araştırılması. ***Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi,* 2**: 11-19.

Tekiner, N., Tozlu, E., Kotan, R., 2019. Domateste Alternaria alternata (Fr.) Keissl'nın Bazı Bakteriler ile Biyolojik Mücadelesi. ***Bitki Koruma Bülteni,* 59** (4): 57-68.

Toledo, A. V., Virla, E., Humber, R. A., Paradell, S. L., Lastra, C. L., 2006. First record of *Clonostachys rosea* (Ascomycota: Hypocreales) as an entomopathogenic fungus of Oncometopia tucumana and Sonesimia grossa (Hemiptera: Cicadellidae) in Argentina. ***Journal of Invertebrate Pathology,* 92** (1): 7-10.

Turhan, G., Hayat, T., 1994. Domateste **Alternaria solani** (Ell. And G. Martin) Sor. ile Biyolojik Savaşta Bazı Yeni Antagonistlerin Etkinliği Üzerinde Araştırmalar. ***Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi.*** 25–28 Ocak 1994, İzmir. 247–252.

Ünsal, B., 2010. ***Organik Domates Yetiştiriciliğinde Alternaria alternata (Fr.) Keissler ile Mücadele Olanakları*** (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Varo, A., Raya-Ortega, M. C., Trapero, A., 2016. Selection and evaluation of micro-organisms for biocontrol of *Verticillium dahliae* in olive. ***J. Appl. Microbiol.* 121:** 767–777. doi: 10.1111/jam.13199

Veronese, P., Narasimhan, M. L., Stevenson, R. A., Zhu, J. K., Weller, S. C., Subbarao, K. V., Bressan, R. A., 2003. Identification of a locus controlling Verticillium disease symptom response in Arabidopsis thaliana. ***The Plant Journal,* 35** (5), 574-587.

Viccini, G., Mannich, M., Capalbo, D. M. F., Valdebenito-Sanhueza, R., Mitchell, D. A., 2007. Spore production in solid-state fermentation of rice by *Clonostachys rosea*, a biopesticide for gray mold of strawberries. ***Process biochemistry,* 42**(2): 275-278.

Wang, Q., Chen, X., Chai, X., Xue, D., Zheng, W., Shi, Y., Wang, A., 2019. The involvement of Jasmonic acid, ethylene, and salicylic acid in the signaling pathway of *Clonostachys rosea*-induced resistance to gray mold disease in tomato. ***Phytopathology,* 109** (7): 1102-1114.

Xue, A. G., 2003. Biological control of pathogens causing root rot complex in field pea using *Clonostachys rosea* strain ACM941. ***Phytopathology*, *93*** (3): 329-335.

Yanar, Y., 2009. ***Bazı mikrobiyal ajanların domates erken yanıklık hastalık etmeni Alternaria saloni (Ell. and G. Martin) Sor.'ye karşı etkilerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar.*** Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Yaprak, Ö., 2009. ***Sivas ili Hafik ilçesinde açıkta ve örtüaltında domates yetiştiriciliğinde erkencilik ve verim özelliklerinin belirlenmesi.*** (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Yoksuloğlu, F., 2001. ***Domates yetiştiriciliği ve Domates Virüs Hastalıkları.*** (basılmamış, yüksek lisans tezi). ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Zeise, K., Von Tiedemann, A., 2002. Host specialization among vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae* in relation to Verticillium longisporum. ***Journal of Phytopathology,* 150** (3):112-119.

Zhang, L., Yang, J., Niu, Q., Zhao, X., Ye, F., Liang, L., Zhang, K. Q., 2008. Investigation on the infection mechanism of the fungus *Clonostachys rosea* against nematodes using the green fluorescent protein. ***Applied Microbiology and Biotechnology***, **78** (6): 983-990.

ÖZ GEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Gaziantep'de tamamladı. 2015 yılında girdiği Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünden 2019 yılında mezun oldu. 2019 yılında yine Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 28.06.2021

Tez Başlığı / Konusu: Domates (*Solanum lycopersicium)* bitkisinde, Verticillium solgunluğu (*Verticillium dahliae* Kleb.) ve Erken Yaprak Yanıklığı (*Alternaria solani* (Ell. ve G. Martin) Sor.) hastalıklarına karşı *Clonostachys rosea* (Sch.) Schroers ve Samuels'nın etkisinin belirlenmesi"

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 74 (Yetmişdört) sayfalık kısmına ilişkin, 28/06/202021 tarihinde şahsım tarafından intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 15 (Onbeş) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

28/06/2021

Adı Soyadı: Rojbin ÇEVİK

Öğrenci No: 19910001052 Anabilim Dalı: Bitki Koruma

Programı: Tezli

Statüsü: Y. Lisans ☒ Doktora □

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Semra DEMİR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)