

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

**ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUSLAR (AMF), *Trichoderma harzianum*
VE RİZOBAKTERİLER (PGPR)'İN DOMATES (*Solanum lycopersicum* L.)'İN
GELİŞİMİ VE DOMATESTE SORUN OLAN MAVİ ÇİÇEKLİ CANAVAR
OTU [*Phelipanche ramosa* (L.) POMEL] MÜCADELESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

Enes FİDAN
Danışman: Prof. Dr. Işık TEPE

VAN – 2023

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

**ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUSLAR (AMF), *Trichoderma harzianum*
VE RİZOBAKTERİLER (PGPR)'İN DOMATES (*Solanum lycopersicum* L.)'İN
GELİŞİMİ VE DOMATESTE SORUN OLAN MAVİ ÇİÇEKLİ CANAVAR
OTU [*Phelipanche ramosa* (L.) POMEL] MÜCADELESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

Enes FİDAN

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından
FDK-2020-8850 No'lu proje ile desteklenmiştir.

VAN – 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Işık TEPE danışmanlığında, Enes FİDAN tarafından sunulan “Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF), *Trichoderma harzianum* ve Rizobakteriler (PGPR)’in Domates (*Solanum lycopersicum* L.)’in Gelişimi ve Domateste Sorun Olan Mavi Çiçekli Canavar Otu [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel] Mücadelesi Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili hükümleri gereğince 08/11/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Işık TEPE

İmza:

Üye: Prof. Dr. Semra DEMİR

İmza:

Üye: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

İmza:

Üye: Prof. Dr. Doğan IŞIK

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hasan DEMİRKAN

İmza:

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

İmza
Prof. Dr. Harun AKKUŞ
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

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.

Enes FİDAN



ÖZET

ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUSLAR (AMF), *Trichoderma harzianum* VE RİZOBAKTERİLER (PGPR)'İN DOMATES (*Solanum lycopersicum* L.)'İN GELİŞİMİ VE DOMATESTE SORUN OLAN MAVİ ÇİÇEKLİ CANAVAR OTU [*Phelipanche ramosa* (L.) POMEL] MÜCADELESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

FİDAN, Enes

Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Işık TEPE

Kasım 2023, 115 sayfa

Solanaceae familyası içerisinde bulunan domates (*Solanum lycopersicum* L.) dünyada en çok üretilen sebzelerden biridir. Domatesin de konukçusu olduğu mavi çiçekli canavar otu [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel; Syn: *Orobancha ramosa* L.] patates, patlıcan, mercimek, tütün ve ayçiçeği gibi birçok önemli kültür bitkisini parazitlemekte ve ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Şu ana kadar etkili bir mücadele yöntemi bulunmayan canavar otları sadece konukçusu olduğu bitkilerin köklerinden salınan kimyasalların etkisiyle çimlenmekte ve yaşamını devam ettirmek için gerekli su ve besin maddelerini konukçusu olduğu bitkilerden temin etmektedir. Çalışmada bitkisel materyal olarak Rio Grande standart domates çeşidi kullanılmıştır. Domateste iki farklı mikorhiza (AMF) türü [*Funneliformis mosseae* ve Endo Roots Soluble (ERS)], *Trichoderma harzianum* T22, iki farklı bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR) izolatu (*Pseudomonas caspiana* V30G2 ve *Bacillus velezensis* V40K2), MİX (Plant Success Great White Premium Mikorhiza) ve bunların kombinasyonlarının kullanılmasıyla canavar otunun tutunmasının engellenmesi amaçlanmıştır. Denemeler 4 litre hacimli saksılarda, dört tekerrürlü, canavar otlu ve canavar otsuz olarak iki grup olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmada; canavar otunun tüberkül sayısı, canavar otu ile enfekte olan ve olmayan domates bitkilerinin morfolojik özellikleri, bazı oksidatif stres enzimleri, lipid peroksidasyonu, toplam fenolik ve antioksidan madde, fosfor içeriği ve mikorhizal kolonizasyon parametreleri incelenmiştir. Canavar otu ile bulaşık olmayan grupta kullanılan mikroorganizma ve biyolojik preparatların genel olarak domates bitkilerinin morfolojik parametrelerini olumlu etkilediği gözlenmiştir. Canavar otu ile bulaşık olan grubun yaprak sayısı, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı ve klorofil içeriği canavar otu ile bulaşık olmayan uygulamalara göre daha düşük çıkmıştır. Canavar otu bulaşıklığı domateste oksidatif strese neden olmuş ve bitkiler bu strese farklı tepkiler vermiştir. Yapılan uygulamalar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MİX, M1, M2P2 ve TH uygulamalarının sırasıyla %72.7, %61.8, %60.9 ve %60 oranında tüberkül oluşumunu engellediği tespit edilmiştir. Yukarıda adı geçen mikroorganizmaların canavar otlarıyla mücadelede ümitvar sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Domates, Mavi Çiçekli Canavar Otu, Mikorhiza, PGPR, *Trichoderma harzianum*

ABSTRACT

EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (AMF), *Trichoderma harzianum* AND RHIZOBACTERIA (PGPR) ON THE DEVELOPMENT OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) AND CONTROL OF BRANCHED BROOMRAPE [*Phelipanche ramosa* (L.) POMEL] PROBLEM IN TOMATO

FİDAN, Enes

Ph.D. Thesis, Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Işık TEPE

November 2023, 115 pages

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), a member of the Solanaceae family, is one of the world's most widely produced vegetables. Which is also the host of tomato the branched broomrape [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel; Syn: *Orobancha ramosa* L.] parasitizes many important crops such as potato, eggplant, lentil, tobacco, and sunflower and causes significant yield losses. Until now, no effective control method has been found, but the weeds germinate only with the chemicals released from the roots of the host plants and obtain the necessary water and nutrients from these plants to survive. Rio Grande standard tomato variety was used as plant material in the study. Two different mycorrhiza (AMF) species [*Funneliformis mosseae* and Endo Roots Soluble (ERS)], *Trichoderma harzianum* T22, two different plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) isolate (*Pseudomonas caspiana* V30G2 and *Bacillus velezensis* V40K2), MIX (Plant Success Great White Premium Mycorrhiza) and their combinations were used to prevent the germination of broomrape in tomato. The experiments were carried out in 4-liter pots with four replicates and two groups as with and without broomrape. The study investigated the number of tubercles, morphological characteristics, some oxidative stress enzymes, lipid peroxidation, total phenolic and antioxidant substances, phosphorus content and mycorrhizal colonisation parameters of tomato plants infected and uninfected with broomrape. It was observed that the microorganisms and biological preparations used in the treatments that were uninfected with broomrape generally positively affected the morphological parameters of tomato plants. The number of leaves, shoot and root length, shoot fresh and dry weight and chlorophyll content of treatments infected with broomrape were lower than those of treatments uninfected with broomrape. Broomrape infestation caused oxidative stress in tomato plants, and plants responded differently to this stress. When the treatments were compared with the control group, it was determined that MIX, M1, M2P2 and TH treatments prevented tubercle formation by 72.7%, 61.8%, 60.9%, and 60%, respectively. It was observed that the microorganisms mentioned above promising results in the control of broomrape.

Keywords: Branched broomrape, Mycorrhizal fungi, PGPR, *Trichoderma harzianum*, Tomato



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen bilimsel bakış açısı ve disiplini kazanmamı sağlayan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Işık TEPE'ye katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde yer alan her türlü destek ve fikirlerini eksik etmeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Semra DEMİR ve Sayın Prof. Dr. Suat ŞENSOY'a teşekkür ederim.

Doktoramın her aşamasında bana yardımcı olan Arş. Gör. Dr. Mehmet Ramazan RİŞVANLI'ya, Arş. Gör. Gökhan BOYNO'ya, Arş. Gör. Dr. Onur TEKİN'e, Dr. Öğr. Üyesi Selma KIPÇAK'a, Arş. Gör. Mehmet YILMAZ'a, Arş. Gör. Mehmet Salih KAÇMAZ'a, tezin istatistik analizlerinde yardımcı olan Prof. Dr. Sıddık KESKİN, Doç. Dr. Gazel SER ve Doç. Dr. Suna AKKOL hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmaya FDK-2020-8850 no'lu proje ile destek veren Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne ve 100/2000 Doktora Bursu için Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK)'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Eğitim hayatım süresince hep yanımda olan, maddi-manevi desteklerini hiç esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Burada ismini yazamadığım ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

2023

Enes FİDAN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	13
2.1 Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mikroorganizmaların Kültür Bitkileri Üzerindeki Etkisi	13
2.2 Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mikroorganizmaların Yabancı Otlar Üzerindeki Etkisi	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Bitkisel Materyal	23
3.1.2 Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar	24
3.1.3 Bitki Yetiştirme Ortamı	25
3.2 Yöntem	26
3.2.1 Canavar Otu Tohumlarının Bulaştırılması.....	26
3.2.2 Çalışmada Yapılan Uygulamalar	27
3.2.3 Domates Bitkisinde Yapılan Ölçümler	30
3.2.4 Fizyolojik Analizler	34
3.2.4.1 Yeşil Aksamda Fosfor (P) Analizi	34
3.2.4.2 Antioksidatif Stres Enzimlerine Etkisinin Belirlenmesi	35
3.2.4.3 Bitki Örneklerinde Lipid Peroksidasyonu (MDA) Tayini	37
3.2.4.4 Yaprakta Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Antioksidan Aktivitesi	37
3.2.4.5 AMF Kök Kolonizasyonunun Belirlenmesi.....	38

3.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	41
4.1 Domates Köklerinde Canavar Otunun Oluşturduğu Tüberkül Yoğunluğu.....	41
4.2 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Sürgün Boyu Üzerine Etkisi	45
4.3 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Sürgün ve Kök Ağırlığı Üzerine Etkisi	47
4.3.1 Sürgün Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi	47
4.3.2 Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	51
4.4 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Gövde Çapı Üzerine Etkisi	56
4.5 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	58
4.6. Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi.....	60
4.7 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Klorofil (SPAD) İçeriği Üzerine Etkisi	62
4.8 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Verdiği Zarar Seviyesi	64
4.9 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Bazı Antioksidatif Enzim ve MDA Aktivitesi Üzerine Etkisi	67
4.9.1 Katalaz (CAT) Enzimi Üzerine Etkisi	67
4.9.2 Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzimi Üzerine Etkisi.....	69
4.9.3 Askorbat Peroksidaz (APX) Enzimi Üzerine Etkisi	70
4.9.4 Lipid Peroksidasyonu [Malondialdehyde (MDA)] Aktivitesi Üzerine Etkisi.....	74
4.10 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi	77
4.11 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Toplam Antioksidan Miktarı Üzerine Etkisi	79
4.12 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi.....	82

4.13 Canavar Otu Bulaşıklığının Domates Köklerinde Arbusküler Mikorhizal	
Fungus (AMF) Kolonizasyonu Üzerine Etkisi	84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR.....	93
ÖZ GEÇMİŞ.....	115



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan besin solüsyonu (Hoagland çözeltisi) içeriği (g/l) ...	26
Çizelge 3.2 Çalışmada yapılan uygulamalar	30
Çizelge 3.3 Mikorhizal yoğunluk için 0-5 skalası (Trouvelot, 1986)	39
Çizelge 4.1 Bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domates köklerinde canavar otu tüberkül sayısı (adet) üzerine etkisi	41
Çizelge 4.2 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün boyuna (cm) etkisi	45
Çizelge 4.3 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün yaş ağırlığına (g) etkisi	48
Çizelge 4.4 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün kuru ağırlığına (g) etkisi	49
Çizelge 4.5 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök yaş ağırlığına (g) etkisi	51
Çizelge 4.6 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök kuru ağırlığına (g) etkisi	53
Çizelge 4.7 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin gövde çapına (mm) etkisi	56
Çizelge 4.8 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök uzunluğuna (cm) etkisi	58
Çizelge 4.9 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin yaprak sayısına (adet) etkisi	60
Çizelge 4.10 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin klorofil (SPAD) içeriğine etkisi	62
Çizelge 4.11 Biyolojik kontrol etmen uygulamaları sonucunda kontrole göre canavar otu bulaşıklığının domatestte verdiği zarar (Rao, 2000 ve Tepe vd., 2017'den değiştirilerek 1-5 skalasına göre düzenlenmiştir.)	65
Çizelge 4.12 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin CAT enzimine ($\text{mmol g}^{-1} \text{T.A.}$) etkisi	67
Çizelge 4.13 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin SOD enzimine (mmol gr FW/dk) etkisi	69

Çizelge 4.14 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin APX enzimine (mmol.g^{-1} T.A.) etkisi	71
Çizelge 4.15 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin MDA içeriğine (nmol g^{-1} Y.A.) etkisi	75
Çizelge 4.16 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam fenolik madde miktarına (mg GAE/100 g) etkisi	77
Çizelge 4.17 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam antioksidan miktarına (Trolox μmol (Trolox eşdeğer) TE/100g) etkisi	80
Çizelge 4.18 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin fosfor içeriğine (ppm) etkisi	82
Çizelge 4.19 Canavar otu bulaşıklığının domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları üzerine etkisi [frekans (%)]	85
Çizelge 4.20 Canavar otu bulaşıklığının domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları üzerine etkisi [yoğunluk (%)] ..	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Canavar otunun hayat döngüsü	7
Şekil 3.1 Canavar otu tohumlarının toplandığı domates alanları	23
Şekil 3.2 a. Ticari Endo Roots Soluble (ERS) mikorhiza preparatı, b. <i>Trichoderma harzianum</i> T22 preparatı.....	24
Şekil 3.3 İklim odasının genel görünümü.....	25
Şekil 3.4 Domates tohum ekimi öncesi canavar otu tohumlarının toprağa bulaştırılması.....	27
Şekil 3.5 Gövde çapının dijital kumpasla ölçülmesi	31
Şekil 3.6 Yaprak klorofil içeriğinin spadmetre cihazı ile ölçülmesi	32
Şekil 3.7 Etüvde kurutulan örnekler	32
Şekil 3.8 Domatesin köklerine tutunan canavar otu tüberkülleri	33
Şekil 3.9 Kül fırınında kül haline getirilen ve sonrasında balon jojelere konulan örnekler	34
Şekil 3.10 Örneklerin spektrofotometre cihazında okunması	35
Şekil 3.11 Homojenizatör ve santrifüj işlemleri.....	36
Şekil 3.12 Lam üzerine konulan boyanmış domates kökleri.....	39
Şekil 3.13 Stereo mikroskopta görünen mikorhiza sporları	40
Şekil 4.1 Farklı uygulamalara bağlı olarak domates köklerinde oluşan tüberkül sayıları (adet)	42
Şekil 4.2 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün boyuna (cm) etkisi.....	46
Şekil 4.3 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün yaş ağırlığına (g) etkisi.....	48
Şekil 4.4 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün kuru ağırlığına (g) etkisi.....	50
Şekil 4.5 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök yaş ağırlığına (g) etkisi.....	52
Şekil 4.6 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök kuru ağırlığına (g) etkisi.....	53

Şekil 4.7 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin gövde çapına (mm) etkisi.....	57
Şekil 4.8 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök boyuna (cm) etkisi.....	59
Şekil 4.9 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin yaprak sayısı (adet) etkisi.....	61
Şekil 4.10 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin klorofil (SPAD) üzerine etkisi.....	63
Şekil 4.11 Canavar otu ile bulaşık olmayan bitkilerin genel görünümü	66
Şekil 4.12 Canavar otu ile enfekteli bitkilerin genel görünümü.....	66
Şekil 4.13 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin CAT enzimine (mmol g ⁻¹ T.A.) etkisi	68
Şekil 4.14 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin SOD enzimine (U.mg ⁻¹ T.A.) etkisi.....	70
Şekil 4.15 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin APX enzimine (mmol.g ⁻¹ T.A.) etkisi	71
Şekil 4.16 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin MDA içeriğine (nmol g ⁻¹ Y.A.) etkisi	75
Şekil 4.17 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam fenolik madde miktarına (mg GAE/100 g) etkisi	78
Şekil 4.18 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam antioksidan miktarına (Trolox µmol TE/100g) etkisi.....	80
Şekil 4.19 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin fosfor içeriğine (ppm) etkisi	83
Şekil 4.20 Canavar otu ile bulaşık ve bulaşık olmayan domates bitkilerinde mikorhizal frekansta meydana gelen değişimler (%).....	85
Şekil 4.21 Canavar otu ile bulaşık ve bulaşık olmayan domates bitkilerinde mikorhizal yoğunlukta meydana gelen değişimler (%)	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

μ l

Mikrolitre

μ m

Mikrometre

μ M

Mikromolar

H₂O₂

Hidrojen peroksit

mM

Milimolar

ppm

Milyonda kısım

rpm

Dakikada devir sayısı

Kısaltmalar

Açıklama

APX

Askorbat Peroksidaz

CAT

Katalaz

FRAP

Ferric Reducing Antioxidant Power

FW

Yaş Ağırlık

GAE

Gallik Asit Eşdeğeri

ISR

Uyarılmış Sistemik Dayanıklılık

MDA

Malondialdehit

NBT

Nitro Blue Tetrazolyum

PGPF

Bitki Gelişimini Artıran Funguslar

PGPR

Bitki Gelişimini Artıran Rizobakteriler

SOD

Süperoksit Dismutaz

TBA

Tiobarbiturik Asit

TCA

Trikloroasetik Asit

TE

Trolox Eşdeğeri



1. GİRİŞ

Bilindiği üzere dünya nüfusu büyük bir hızla artmaktadır. Mevcut büyüme oranları göz önüne alındığında dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 10 milyar olacağı ve bu nedenle gıda talebine olan ihtiyacın da %70 oranında artacağı tahmin edilmektedir (Kopittke vd., 2019; UN, 2022). Artan dünya nüfusunun gıda gereksinimini karşılamak konusunda tarımsal üretim hayati önem taşımaktadır (Sadowski ve Baer-Nawrocka, 2018). Bu tarımsal üretimin yapılması beraberinde birçok sorunu da getirmektedir (Sims vd., 2018; Zhai vd., 2020). Kültür bitkilerinin ışık, su ve besin maddelerine ortak olan yabancı otlar ve bitki dokusuna hasar veren hastalık ve zararlılardan kaynaklanan verim kayıpları %10-40 arasında değişmektedir (Fried vd., 2017). Tek bir yabancı ot türünden kaynaklanan verim kaybını tahmin etmek ise çok zordur (Gharde vd., 2018). Dünyada sadece yabancı otlardan kaynaklı verim kayıplarının bazı durumlarda %34'e kadar çıkabildiği bilinmektedir (Oerke, 2006; Trognitz vd., 2016; Mustafa vd., 2019). Yabancı otlar, küresel gıda güvenliğini tehdit eden ve ürünlere verdikleri zarar nedeniyle her yıl milyarlarca dolara mal olan tarımsal zararlılardan biridir (Sherwani vd., 2015; Chen vd., 2021). Bu yüzden tarım endüstrisinde ürün verimini artırmak için çözülmesi gereken en önemli sorunlardan biri yabancı otlarla mücadeledir (Raja vd., 2020).

Yabancı otlar, farklı tarımsal ekosistemlerde çok önemli rollere sahip, istenmeyen bitkiler olup birçoğu doğrudan ve dolaylı olarak ürün kayıplarına neden olur. Yabancı otlar ürünlerin verim ve kalitesini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal üretim masraflarını ve girdi kullanımını da artırır. Ayrıca bazı yabancı otlar bitki hastalıkları ve zararlılarına konukçuluk ederler (Tepe, 2014; Arıkan ve Elibüyük, 2015; Bahadır vd., 2015; Scavo ve Mauromicale, 2020; Monteiro vd., 2021). Kültür bitkilerinde hastalık, zararlı ve yabancı ot kaynaklı verim kayıplarının önüne geçmek için kimyasal ilaçlar (bitki koruma ürünleri) kullanılmaktadır. Pestisitler hastalık, zararlı ve yabancı otların mücadelesinde etkili ve kısa sürede sonuç vermesi gibi nedenlerden dolayı yoğun olarak kullanılmaktadır (Pimentel, 2005; Roberts vd., 2012). Yıldan yıla artan pestisit kullanımının insan sağlığı üzerine yarattığı ciddi sorunların yanında, yaban hayatı ve ekosistemler üzerine de olumsuz etkileri bilinmektedir (Durant, 2019). Pestisitler sadece hedef organizmaları değil aynı zamanda atmosfer, toprak, yeraltı suları ve yüzey suları

dahil olmak üzere tüm çevreyi etkileyerek ekosistemi kirletmektedirler (Taha vd., 2014; Nsibande ve Forbes, 2016).

Pestisitlerin olumsuz yönleri dikkate alındığında sürdürülebilir ve çevre dostu yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Pretty ve Pervez Bharucha, 2015). Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması arzusu “sürdürülebilir tarım” kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu kavram ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan dengeli bir tarım sistemi kurarak doğal kaynakların uzun vadeli korunması ve verimliliklerinin garanti altına alınması olarak ifade edilebilir (Karaca, 2013). Sürdürülebilir tarım uygulamaları yalnızca tarımsal üretkenliği artırmaya odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel faktörlerden kaynaklı negatif etkilerin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır (Godfray ve Garnett, 2014; Kuyper ve Struik, 2014; Cobuloglu ve Büyüктаhtakın, 2015; Adnan vd., 2018). Günümüzde kimyasal mücadelenin zararlarının çokça tartışılıyor olması, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması açısından biyolojik mücadele gibi alternatif yöntemler dünya çapında büyük önem kazanmıştır (Tepe, 2014; Mustafa vd., 2019). Bitki hastalık ve zararlıların mücadelesinde bazı organizmaların kullanımı ile yapılan biyolojik mücadele doğa dostu bir ekolojik yaklaşımdır (Gal-Hemed vd., 2011). Genel bir ifade ile biyolojik mücadele, kültür bitkilerinde hastalık ve zarar yapan mikroorganizmaların faaliyetlerine engel olmak için faydalı mikroorganizmaların kullanılarak engellenmesi veya zarar seviyesinin en aza indirgenmesi olarak tanımlanabilir (Isaac, 1991; Woo vd., 2014; Soylu vd., 2016). Yabancı otlarla biyolojik mücadele ise, yabancı otların popülasyonlarının kontrol altına alınması için canlı organizmaların (böcek, fungus, bakteri gibi) kullanılmasıdır (Uygur ve Uygur, 2010).

Yabancı otlarla biyolojik mücadeledeki amaç, yabancı otları tamamen yok etmek değil popülasyonlarını ekonomik zarar seviyesinin altında tutmak için yapılan bir uygulamadır (Habimana vd., 2014). Biyolojik mücadele, yabancı otların zararlı etkilerini azaltırken biyolojik çeşitliliği de koruyarak kültür bitkilerinin verim ve kalitesini artırır (Pretty ve Pervez Bharucha, 2015; Sharma vd., 2020). Son zamanlarda tarımsal üretimde etkinliği kanıtlanan ve çevreye daha az zararlı olan biyolojik preparatlar, kimyasal ilaçlara alternatif olma konusunda umut vaat etmektedir (Finkel vd., 2017; Daniel vd., 2022). Bu amaçla bitki gelişimini destekleyen funguslar (PGPF) ve bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB) çeşitli hastalık, zararlı ve yabancı otların biyolojik mücadelesinde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır (Mustafa vd., 2019; Verma vd., 2019;

Prajapati vd., 2020; Sharma vd., 2020). Ayrıca biyogübre olarak kullanılabilen bu mikroorganizmalar; uygun maliyetli, doğa dostu ve uzun vadeli olup toprak verimliliğini de önemli ölçüde artırır (Stewart ve Roberts, 2012). Biyogübrelerin sürdürülebilir tarımın gelişimi için umut verici bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Mahanty vd., 2017; Wangiyana vd., 2019).

Son yıllarda hem bitki gelişimini teşvik etmede hem de bitki hastalıklarıyla mücadelede kullanımlarının yanı sıra yabancı otların mücadelesinde de biyolojik mücadele kullanımı artmıştır. Halihazırda kimyasal mücadele de dahil etkili bir mücadele yöntemi bulunmayan ve en önemli konukçularından biri de domates olan canavar otlarına karşı biyolojik kontrol etmenlerinin kullanımı alternatif bir mücadele yöntemi olarak umut vaat etmektedir.

Dünya’da ticari olarak en çok yetiştirilen ve tüketilen bir sebze olan domates (*Solanum lycopersicum* L.), Personatae takımının Solanaceae familyasının *Lycopersicon* cinsi içerisinde yer alır (Chaudhary vd., 2018; Yan ve Khan, 2021). Domatesin anavatanı Güney Amerika’dır; Avrupa’ya gelişi Amerika’nın keşfinden sonra olmuştur. Türkiye’ye gelişinin ise 19. yüzyılda Fransa ve Suriye üzerinden gerçekleştiği bilinmektedir (Güvenç, 2019; Karaer, 2020). Su bakımından zengin ve nişasta içermeyen domates, A ve C vitamini, mineral, flavonoid, demir, beta-karoten ve diğer besin maddeleri açısından zengindir (Saffan vd., 2022; Alam vd., 2023; Chen vd., 2023). Ayrıca doğadaki en aktif antioksidan molekül olan likopenin ana kaynağı da domatestir (de Bruijn vd., 2023). Likopen, stres koşulları altında yetiştirilen mahsullerde reaktif oksijen türleri (ROS) gibi toksik maddelerin arındırılmasını sağlar (Mortensen vd., 1997). Son yıllarda dünyada domates üretimi yapılan arazi alanlarında önemli bir artış olmuştur (Lops vd., 2022). Dünyada domates üretimi 2021 yılında yaklaşık 190 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya domates üretimine bakıldığında Çin 68 milyon ton ile birinci sırada, Hindistan 21 milyon ton ile ikinci sırada ve Türkiye 13 milyon ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2021). Türkiye’nin hemen her bölgesinde yetişen domates, özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yaygın bir şekilde üretilmektedir (Vural ve Duman, 2000).

Ekonomik olarak önemli bir yere sahip olan domatesin üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır (Gatahi, 2020). Yabancı otlar, tüm dünyada tarım sistemlerinde gıda üretimini kısıtlayan ana faktörlerden biridir (Monteiro ve Santos, 2022).

Türkiye’de domatestede yabancı otlardan kaynaklı ciddi verim kayıplarının olduğu bilinmektedir (Tepe, 1998). Domates özellikle fide dikiminden sonraki erken aşamalarda yabancı ot rekabetine karşı oldukça hassastır (Mennan vd., 2020). Domates yetiştiriciliğinde yabancı otlarla mücadele yapılmadığı takdirde %45-90 arasında verim kaybına neden olabilmektedir (Ampong-Nyarko ve De Datta, 1991). Mavi çiçekli canavar otu [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel; Syn: *Orobancha ramosa* L.] söz konusu verim kaybına neden olan yabancı otların başında gelir. Canavar otları (*Orobancha* spp.) dünyanın farklı yerlerinde tarım için en sorunlu ve yıkıcı parazit türleri arasındadır (Rubiales ve Fernández-Aparicio, 2012; Habimana vd., 2014; Fernández-Aparicio vd., 2016). Kök paraziti olan canavar otlarının kültür bitkilerinde meydana getirdikleri verim kaybı çevre şartları, konukçu hassasiyeti, tutunma zamanı ve yoğunluğuna bağlı olarak %100’e kadar çıkabilmektedir (Aksoy ve Pekcan, 2014; Habimana vd., 2014; Fernández-Aparicio vd., 2016). Canavar otlarının baklada %50-100, tütünde %33, ayçiçeğinde %33, havuçta %24, domatestede Amerika Birleşik Devletleri’nde %21-29, Türkiye’de ise yaklaşık olarak %24 verim kayıplarına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Parazit bitkinin gelişim safhaları sonrasında konukçu bitkide kuraklık stresine benzer etkiler görünmekte ve sonrasında solma gözlenir. Canavar otları konukçusu olduğu kültür bitkilerinin verim ve kalitesini düşürmelerinin yanı sıra dünyanın birçok ülkesinde gıda güvenliğine ciddi bir tehdit oluşturmaları nedeniyle ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir (Parker ve Riches, 1993; Elzein ve Kroschel, 2003; Demirbaş, 2011).

Canavar otları (*Orobancha* spp. ve *Phelipanche* spp.) Orobanchaceae familyasına ait holoparazitik bitkilerdir (Parker, 2009; McNeal vd., 2013). Canavar otları yaygın olarak Akdeniz’e kıyısı olan ülkelerde görülmektedir. Kökeni Akdeniz coğrafyası olmasına rağmen Doğu Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika’da yer alan birçok ülkede görülmektedir. Son yıllarda Avustralya ve Güney Amerika’da da görüldüğü bildirilmiştir (Aksoy ve Pekcan, 2014). Canavar otları konukçu olarak çoğunlukla Solanaceae (patlıcangiller), Fabaceae (baklagiller), Cucurbitaceae (kabakgiller) (Asteraceae) (papatyagiller), Apiaceae (maydanozgiller) familyalarını tercih etmektedir (Hershenhorn vd., 1996; Lins vd., 2006; Kadioğlu, 2009). Dünyada toplam 638 canavar otu türünün olduğu ve bunların yaklaşık 100 tanesinin tam parazit olduğu bilinmektedir. Bu türlerden sadece yedi tanesi [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel (*Orobancha ramosa* L.), *Phelipanche aegyptiaca* (Pers) Pomel. (*Orobancha aegyptiaca* Pers.), *Orobancha cumana* Wallr.,

Orobanche cernua Loefl., *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche minor* Sm. ve *Orobanche foetida* Poir.) tarım alanlarında ekonomik olarak kayıplara neden olmaktadır (Elzein ve Kroschel, 2003; Fernández-Aparicio vd., 2009; Parker, 2009). Türkiye’de ise 40 canavar otu türü bulunmasına rağmen sadece *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel, *Phelipanche aegyptiaca* (Pers) Pomel., *Orobanche crenata* Forsk., *Orobanche cumana* Wallr. ve *Orobanche cernua* Wallr. türleri konukçusu olduğu kültür bitkilerinde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel. ve *Phelipanche aegyptiaca* (Pers) Pomel. konukçu olarak domates, patlıcan, patates, tütün, mercimek ve baklayı; *Orobanche crenata* Forsk. bakla ve mercimek gibi birçok baklagili, *Orobanche cumana* Wallr. ve *Orobanche cernua* Wallr. ise ayçiçeğini tercih ederler (Kadıoğlu, 2009; Zare vd., 2014).

Son zamanlarda ciddi bir sorun haline gelen canavar otlarının mücadelesi oldukça zordur. Bu durum, üç temel nedenle açıklanabilir:

- i. Canavar otları çok sayıda tohum üretirler.
- ii. Çok küçük olan bu tohumlar toprak altında çimlenmeden uzun süre dormant olarak kalabilirler.
- iii. Bulaşık topraklar, tarım alet ve makineleri, bitki materyalleri, çiftlik hayvanları, sulama (yağmurlama ve aşırı sulama) ve rüzgâr ile kolaylıkla yayılabilirler (Görkem, 2011).

Canavar otu gibi kök parazitleri çimlenebilmek için konukçusunun köklerinden salınan uyarıcı kimyasallara (stimulant) ihtiyaç duyar. Doğal yollarla konukçu köklerinden salınan birçok çimlenme uyarıcısı bulunmaktadır. En önemli çimlenme uyarıcıları olarak karakterize edilen sorgoleon (sorgoleone), izoflavanon (isoflavanone), seskiterpen laktonlar ve strigolaktonlardır (Fischer vd., 1989; Demirkan, 1992; De Luque vd., 2000; Tsanuo vd., 2003; Joel, 2007; Parker, 2009). Canavar otları selülaz, poligalakturonaz, ksilanaz ve proteaz gibi çeşitli hücre duvarı parçalayıcı enzimleri salgılayarak penetrasyonu kolaylaştırmaktadır (Joel vd., 2013). Çimlenen canavar otu tohumları ancak 2-3 mm çevresindeki konukçu köklerini parazitler ve tohum önce emeç (haustorium) adı verilen çim borucuğunu oluşturur. Emeçler vasıtasıyla konukçu bitki ile bağlantı kurduktan sonra tüberkül adı verilen ufak kabarcıklar oluşur (Kadıoğlu, 2009). Canavar otları tutunduğu bu noktadan konukçusunun floeminden karbonhidrat, ksileminden ise su ve mineral maddeleri alarak bitkinin gelişimini olumsuz

etkilemektedir (Joel, 2007; Delavault vd., 2017; Krupp vd., 2019). Bu birliktelik sayesinde hormonlar, toksinler, mRNA ve genler gibi birçok madde iletim sisteminde rahatlıkla iki yönlü olarak hareket edebilir (Pérez-de-Luque vd., 2007; Westwood vd., 2012).

P. ramosa uygun çevre şartlar altında fide dikiminden 14 ila 28 gün sonra domates köklerine saldırmaya başlamaktadır (Eizenberg vd., 1998). Toprak altı safhasında canavar otları karbonhidrat biriktirdiğinden büyüme yavaş olur. Biriken bu karbonhidrat sürgün uzamasını sağlar ve ardından toprak altından yüzeye çıkışlar başlar. Çimlenen canavar otlarının toprak yüzeyine çıkışı tahmini olarak 30-100 gün arasında değişmektedir (Aksoy, 2010). Esas canavar otu zararı ya da onun zararını önlemedeki zorluk bu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Çünkü toprak yüzeyinde görüldüğü zaman verdiği hasar günler önce başlamış ve neredeyse kuru maddenin %90'ını halihazırda biriktirmiştir (Singh vd., 1971; Kadioğlu, 2009). Toprak yüzeyine çıktığı zaman da klorofil olmadığından ve fotosentezle kendi besinini üretmediğinden bütün beslenmesi yine konukçu bitkide devam etmektedir (Kadioğlu, 2009). Toprak yüzeyine çıkan sürgünler hızlı gelişerek çok kısa sürede çiçeklenir. Meyvesi 0.5-2 cm'lik kapsül şeklinde olup her kapsülde 1.000-5.000 adet tohum bulunmaktadır. Her bitki 40-100 arasında kapsül oluşturur. Böylece her bitki 400-600 bin adet arasında tohum üretmiş olmaktadır (Strelyaeva, 1978; Perny, 1989; Joel, 2007). Çok sayıda tohum vermesi, çok geniş alanlara yayılması, son yıllarda konukçusu olan kültür bitkilerinin ekim alanlarının da çok hızlı artış göstermesi, sorunun bu kadar büyümesinin nedenlerindendir (Demirkan, 1992).



Şekil 1.1 Canavar otunun hayat döngüsü

Canavar otu mücadelesinde toprak fümigasyonu, herbisit uygulamaları, toprak solarizasyonu ve ürün rotasyonu gibi birçok yöntem denenmiştir (Al-Wakeel vd., 2013; Qasem, 2019). Uygulanabilirliğinin kolay olması, kısa sürede sonuç vermesi gibi nedenlerden dolayı canavar otlarının mücadelesi üzerine yapılan çalışmaların büyük bir bölümünü kimyasal savaşım çalışmaları oluşturmaktadır. Ancak domatestede etkili bir kimyasalın bulunmaması ümitvar görülen bazı herbisitlerin ise domatese fitotoksik olması bazı araştırmacıları canavar otuna karşı dayanıklı domates çeşidi elde etmeye yöneltmiş ancak bu çalışmalardan da beklenen sonuç alınamamıştır. Diğer savaşım yöntemlerinden (solarizasyon, yoğun sulama, tuzak bitki kullanma, derin sürüm, gübreleme, biyolojik mücadele) bazılarının uygulama zorluğu, bazılarının da çok pahalı olması nedeniyle uygulanamaması domatesteki bu önemli sorunu günümüze kadar taşımıştır (Demirkan, 2005).

Parazit ve konukçu bitki arasındaki anatomik-fizyolojik bağlantılar nedeniyle canavar otu kontrolü zordur (Kleifeld, 1999). Konukçu bitki kökleri tarafından salgılanan eksudatlar ile canavar otu tohumunun çimlenmesi ve tüberkül oluşumu gibi erken büyüme evresi, bu parazit bitkinin gelişimi için anahtar aşamadır (Vurro vd., 2006; Lops vd., 2017). Parazitik bitkilerin yaşam döngüsü göz önünde bulundurulduğunda, erken

aşamalarında gelişimlerini engelleyebilecek doğal bileşiklerin araştırılması parazitik yabancı ot yönetimi için hem etkili hem de çevre dostu bir yaklaşım olabilir (Sands vd., 2003). Bu nedenle çalışmalar, kimyasal mücadeleye alternatif olarak verimli ve çevre dostu biyolojik kontrol ajanlarının üzerine yoğunlaşmıştır (Bhardwaj vd., 2014). Fungus, bakteri, aktinomisetler gibi toprak mikroflorasında bulunan ve toprağın önemli bir kısmını oluşturan bu mikroorganizmalar tarımsal ekosistemlerin önemli bileşenleridir (Janzen vd., 2011; Glick, 2012; Reid ve Greene, 2013; Habimana vd., 2014; Rodriguez ve Sanders, 2015). Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ve funguslar (PGPF) (arbusküler mikorhizal funguslar (AMF) ve *Trichoderma* türleri gibi) farklı patojenlere karşı en önemli biyokontrol ajanlarıdır (Akköprü ve Demir, 2005; Dames, 2014; Romera vd., 2019; Kumari vd., 2020).

Bitki gelişimini arttıran fungusların kültür bitkilerine olan yararının sadece bitki gelişimini arttırmakla sınırlı olmayıp, onları fungal ve bakteriyel hastalıklara karşıda koruduklarını bilinmektedir. *Phoma* spp., *Penicillium* spp. ve *Trichoderma* spp. gibi fungusların yanısıra bitki kökleriyle karşılıklı yarara dayanan endosimbiyozlar oluşturan Arbusküler mikorhizal funguslar (AMF)'ın bitki için yararlı organizmalardır (Erzurumlu ve Kara, 2014). Arbusküler mikorhizal funguslar (AMF), doğal ekosistemin hayati bir bileşeni olup bitki kökleriyle simbiyoz oluşturma yeteneğine sahiptir (Prasad vd., 2017). Glomeromycota alt şubesinden olan AMF, kara bitkilerinin %80'den fazla simbiyoz oluşturabilen ve toprağın sürdürülebilirliği açısından önemli bir mikroorganizma grubudur (Wang ve Qiu, 2006; Spatafora vd., 2016; Brundrett ve Tedersoo, 2019). AMF simbiyozunun, su ve besin (özellikle fosfat) Emilimini artırarak biyotik ve abiyotik streslere karşı koruma sağlayarak bitki büyümesi üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Gianinazzi-Pearson vd., 1996). AMF'nin topraktan bitkiye birçok besin elementi (P, N, K, Fe, Ca, Mn, Cu vb. gibi) alınımı kolaylaştırdığı, su alımını arttırdığı, bitkinin büyüme ve gelişmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Ayrıca AMF bitkiyi stres, kuraklık, toprak kaynaklı patojen ve nematodlara karşı korumaktadır. Bu simbiyotik ilişkide konukçu bitki, mikorhizal fungusa sadece karbon elementini sağlar (George, 2000; Gupta vd., 2000; Smith ve Read, 2008). Patojenik olmayan bu fungusların bitki büyümesini teşvik ederek bitkiyi hastalık ve zararlılara karşı koruduğu da bilinmektedir (Liu ve Zhang, 2015; El-Maraghy vd., 2021). Arbusküler mikorhizal funguslar gibi birçok rizosfer mikroorganizmaları, bu parazitik yabancı otların çimlenmesini azaltarak

biyolojik mücadele kontrolünde rol oynamaktadır (Lendzemo vd., 2007; Rinaudo vd., 2010; López-Ráez vd., 2011).

Trichoderma türleri, toprak kaynaklı patojenlerin baskılanmasında potansiyel biyokontrol ajanlarından biridir (Zhang vd., 2018). *Trichoderma* türlerinin birçoğu tarımsal üretimde bitki patojenlerinin biyokontrol ajanları, biyostimülantlar ve biyogübreler olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Woo vd., 2014). Biyolojik mücadelede kullanılan bazı *Trichoderma* türleri bitkinin savunma mekanizmasını uyarak hiperparazitizm, antibiosis ve yarışma gibi biyolojik savaş mekanizmaları ile bitki hastalıklarını baskılama yönünde oldukça etkili mikroorganizmalardır (Bozdeveci, 2014; El-Maraghy vd., 2021). *Trichoderma* türleri bitkiyi birçok viral, bakteriyel ve fungal patojenlere karşı koruyucu mekanizma geliştirir, bitkide aşırı duyarlılık (HR), sistemik kazanılmış direnç (SAR) ve uyarılmış sistemik direnç (ISR) mekanizmalarına benzer mekanizmaların tetiklenmesini sağlayabilir (Harman vd., 2004; Sood vd., 2020). *Trichoderma* türleri, mikorhiza ve PGPR gibi bitki büyümesini teşvik etmekte; antagonistik bileşikler (proteinler, enzimler ve antibiyotikler) ve mikrobelerin (vitaminler, hormonlar) sentezleyerek biyolojik kontrol aktivitelerinde üstünlük sağlamaktadır (Bozdeveci, 2014; El-Maraghy vd., 2021). Bu bilgiler ışığında *Trichoderma* türleri sürdürülebilir tarıma gerekli katkıyı sağlayabilir ve kimyasal pestisitlere bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olabilir (Khan vd., 2021).

Bitki-mikroorganizma etkileşimlerinin bitki büyümesi üzerinde pozitif, nötr veya negatif etkisi olabilir. Bitki köklerinde yaşayan ve bitki büyümesini olumlu yönde etkileyen tüm bakteriler, bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) olarak adlandırılır (Kloepper vd., 1986; Arshad ve Frankenberger Jr, 1997). Bu rizobakteriler, doğrudan bitkiye besin sağlamanın yanı sıra bitkideki hormon seviyelerini de değiştirirler. Böylece bitkide sistemik dayanıklılığı (ISR) artırarak, ürettikleri sekonder metabolitlerle çeşitli patojenlerin gelişimini engeller ve dolaylı bir şekilde bitki gelişimini desteklerler (İmriz vd., 2014; Daniel vd., 2022). Bitkisel üretimde PGPR'ların ilk uygulamaları bitki gelişimini destekleyici amaçlı olmasına rağmen, son yıllarda yapılan çalışmalar PGPR'ların bitkisel üretimde özellikle toprak kaynaklı patojenlere karşı biyolojik kontrol ajanı olarak da kullanılabileceğini göstermiştir (Lemanceau vd., 2000; Lucas Garcia vd., 2000; Parmar ve Dadarwal, 2000; Nedim ve Tayyar, 2005; İmriz vd., 2014; Daniel vd., 2022). Çevre kirliliğinin önlenmesi, tarımsal sürdürülebilirlik, tarımsal

maliyetin düşürülmesi ve organik tarım uygulamaları açısından fosfat çözücü, azot fikse edici ve bitkisel hormon üretici bu bakterilerin kullanımını avantajlı kılmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2006; Çakmakçı ve Erdoğan, 2015). Bitki büyümesini teşvik eden bu rizobakteriler aynı zamanda bitki büyümesinde yer alan bileşiklerin (fitohormonlar) ve temel besinlerin (nitrojen, fosfor, demir gibi) üretimini de arttırmaktadır (Oleńska vd., 2020).

Son yıllarda PGPR'ların kullanımı sürdürülebilir tarım için çevreye duyarlı bir alternatif yaklaşım olarak görüldüğünden dünyanın çeşitli yerlerinde muazzam bir şekilde artmıştır (Khalid vd., 2004; Hungria vd., 2013). Dünyanın pek çok ülkesinde, hem bitki gelişimini uyaran hem de biyokontrol ajanı olarak hastalıkları önleyen bu kök bakterileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genelde *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Paenibacillus*, *Arthobacter*, *Streptomyces*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Comamonas*, *Hydrogenophaga*, *Agrobacterium*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Klebsiella*, *Xanthomonas*, *Serratia*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* ve *Azotobacter* gibi genuslarda yer aldığı görülmektedir. Bu cinsler arasında özellikle *Pseudomonas* ve *Bacillus* gibi bitki gelişimini uyarıcı etkilerinin yanı sıra patojenler açısından çok iyi antagonistik özelliklere sahip olmaları nedeniyle dikkat çekmektedir (Nedim ve Tayyar, 2005).

Günümüzde yabancı ot kontrolü; herbisit kullanımı ve diğer mücadele yöntemleri (mekanik, kültürel ve fiziksel gibi) olmak üzere iki ana başlık altında yapılmaktadır (Scavo ve Mauromicale, 2020). Mekanik, kültürel ve fiziksel yöntemler yabancı ot mücadelesinde zaman zaman yetersiz kalırken, kimyasal ilaçların kullanımı ise doğal dengeyi tehdit etmektedir (Sims vd., 2018). Herbisitlere dirençli yabancı otların artması ürün verimini azalttığından yeni mücadele yöntemlerinin gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır (Duke, 2012). Dünya tarımı, yabancı ot kontrolü için kimyasalların kullanılmadığı alternatif mücadele yöntemlerini desteklemektedir. Bu nedenle son yıllarda entegre yabancı ot yönetimi stratejilerine biyolojik kontrol ajanlar da eklenmiştir (Cordeau vd., 2016).

İnsan ve çevre sağlığı açısından düşünüldüğünde, yabancı ot mücadelesinde kullanılan kimyasalların oluşturabileceği olumsuz etkilerden dolayı alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Holoparazit bir bitki olan mavi çiçekli canavar otu (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel) son yıllarda bazı kültür bitkilerinde

(domates, patlıcan, tütün, mercimek, bakla vb.) önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Ne yazık ki söz konusu yabancı ota karşı şimdiye kadar etkili bir mücadele yöntemi geliştirilememiştir. Bu nedenlerden dolayı tez çalışmasının amaçları şu şekilde sıralanmıştır:

- Son zamanlarda üzerinde en çok durulan bazı mikroorganizma ve biyolojik preparatlardan Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF), *Trichoderma harzianum* T22, bitki gelişimini teşvik eden rhizobakteriler (PGPR) ve bunların değişik kombinasyonları ile canavar otlarının domatesi parazitlemesini engellemek veya zararı en aza indiren uygulamaları belirlemek,
- Canavar otu stresi karşısında kullanılan biyolojik kontrol etmenlerinin domateste nasıl bir tepki vereceğini incelemek,
- Kullanılan biyolojik preparatların domatesin gelişim parametreleri üzerindeki etkisini ortaya koymak,
- İnsan ve çevre sağlığına olumsuz etkisi olmayan bu biyolojik kontrol etmenlerinin kullanılması ile canavar otu mücadelesinde sürdürülebilir bir yaklaşım stratejisinin oluşturulması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1 Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mikroorganizmaların Kültür Bitkileri Üzerindeki Etkisi

Rizosferde yaşayan birçok mikroorganizma, doğrudan veya dolaylı yollarla bitkilerin büyüme ve gelişmesine aracılık ederler. Bu mikroorganizmaların içerisinde bulunan bitki gelişimini destekleyen funguslar (PGPF) ve bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB) bitkiyi patojen saldırılarına karşı korurlar. PGPF ve PGPB bitkilerin mekanik dokusunu (hücre duvarı, kallus ve lignin birikimi) güçlendirerek fitopatojenlerin girişini önlediği bilinmektedir. Bunun sonucunda sistemik direnç yolu açan savunma ile ilgili reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini uyardığı bilinmektedir (Glick, 2012; Murali ve Amruthesh, 2015; Chakraborty vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada üç farklı *Glomus* türünün (*Glomus fasciculatum*, *G. monosporum* ve *Funneliformis mosseae* (syn: *Glomus mosseae*) domates, patlıcan ve biber gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *G. mosseae*, *G. monosporum* ve *G. fasciculatum* uygulamalarının domatesin sürgün yaş ağırlığını kontrole göre sırasıyla %59, %48 ve %9; verimi %47, %23 ve %9'a kadar; patlıcanda ise sürgün yaş ağırlığını kontrole göre sırasıyla %47, %28 ve %29'a kadar artırdığı bildirilmiştir (Al-Raddad, 1987). Karagiannidis vd. (2002) yaptıkları çalışmada mikorhiza ile infekte edilen patlıcan bitkilerinde kontrole göre sürgün ağırlığının ortalama %114 ve bitki boyunun %30, domateste ise sürgün ağırlığının ortalama %96 ve bitki boyunun %21 oranında arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca mikorhizal fungusun ve patojenin birlikte uygulandığı bitkilerde olumlu etkilerinden dolayı *Verticillium solgunluğunun* azaldığı gözlenmiştir. Hosamani (2023) arbusküler mikorhizal fungusların (AMF) domatesin büyümesi ve klorofil içeriği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda *G. fasciculatum*'un domateste sürgün uzunluğu ve kuru ağırlıklarında kontrole göre önemli ölçüde artırdığı; klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriklerinde de değişiklikler gözlemlendiği bildirilmiştir. Alam vd. (2023) ise kuraklık stresi altında yetiştirilen üç domates çeşidinde beş AMF türünün (*Acaulospora morrowiae*, *Paraglomus occultum*, *Funneliformis mosseae* (syn: *Glomus mosseae*), *Rhizophagus clarus* ve *Rhizophagus intraradices*) etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda AMF

türlerinin domatesin sürgün uzunluğunu, yaprak sayısını, sürgün ve kök kuru ağırlığını ve domates verimini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca AMF uygulanan domates bitkilerinin Na, Ca, Mg, K ve Fe içerikleri kontrole göre daha yüksek bulunmuştur.

Demir (2004) AMF'nin (*Glomus intraradices* Schenck & Smith) biber (*Capsicum annuum* L. cv Cetinel-150) bitkisinin fizyolojik büyüme parametreleri üzerindeki etkisini araştırdığı bir çalışmada, AMF'nin biberin fosfor (P) ve klorofil içeriğini kontrol grubuna kıyasla arttığını bildirmiştir. Bhuvaneswari vd. (2014) da benzer şekilde *Funneliformis mosseae*, *Trichoderma harzianum* ve kombinasyonlarının biber gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda yapılan tüm uygulamaların bitkinin sürgün ve kök boyunu, sürgün ağırlığını, kök yaş ve kuru ağırlığını ve yaprak sayısını kontrol grubuna göre önemli derecede artırdığını belirtmişlerdir.

Diğer önemli bitki gelişimini teşvik eden funguslardan olan *Trichoderma* türlerinin (*T. harzianum* T969, *T. harzianum* T447 ve *Trichoderma* sp.) domates bitkisinin büyüme ve gelişmesi üzerine yapılan bir araştırmada *T. harzianum* T969 ve *Trichoderma* sp. uygulamaları sonucunda domates fidelerinde sürgün boyu, gövde çapı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığının kontrol bitkilerine kıyasla önemli derecede arttığı gözlenmiştir (Azarmi vd., 2011). Sundaramoorthy ve Balabaskar (2013) sera koşullarında yürüttükleri bir çalışmada *T. harzianum* ANR-1 izolatının domateste bitki gelişimi ve *Fusarium* solgunluk etmeninin etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda *T. harzianum* uygulamasının bitki boyunu kontrol grubuna göre %21, kuru ağırlığını ise %54 oranında artırdığı, hastalık indeksini ise azalttığı tespit edilmiştir. Li vd. (2015) *T. harzianum* SQR-T037 izolatının domates bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, *T. harzianum*'un domatesin hem biyokütlesini hem de besin alımını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Salatalık ve biber üzerine yapılan benzer bir çalışmada ise *T. asperellum* T34 izolatının, her iki bitkinin yaş ve kuru ağırlığını artırdığı gözlenmiştir (Segarra vd., 2010). Carillo vd. (2020)'nin *T. harzianum* T22 izolatının domates üzerindeki etkisini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada T22 izolatının domates büyümesini teşvik ettiğini, fotosentez ve toplam klorofil içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Mısır üzerinde yapılan benzer bir çalışmada da *T. harzianum* T22 izolatının klorofil içeriğinin artırdığı gözlenmiştir (Akladios ve Abbas, 2014). Datnoff ve Pernezny (2001), arazi ve sera koşullarında yaptıkları çalışmalarda *Trichoderma harzianum* ve *Paenibacillus macerans*'ın domatesin büyüme ve gelişmesini

arttırdığını ve *Fusarium*'un neden olduğu hastalık indeksini ise azalttığını bildirmişlerdir. Finkel vd. (2017) *T. asperellum* uygulaması yapılan domates bitkilerinin klorofil içeriğinin kontrol grubuna kıyasla %16, yaş ve kuru ağırlığın ise %30 oranında arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada *Fusarium oxysporum* ve *Botrytis cinerea* kaynaklı hastalık indeksinin azaldığı tespit edilmiştir.

Fasulyede *T. erinaceum*, *T. viride* ve kombinasyonları bitki gelişimine etkisi ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı biyokontrol ajanı olarak denenmiştir. Çalışma sonucunda kullanılan mikroorganizmaların hastalık şiddetini azalttığı ve bitki gelişimini artırdığı (kök ağırlığı, sürgün uzunluğu ve yaprak ağırlığı) anlaşılmıştır. Ayrıca çalışmada *S. sclerotiorum*'a karşı reaktif oksijen türlerinin (ROS) uyarılması sonucunda süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) antioksidan enzim aktivitelerinde kontrol grubuna göre artış olduğu da gözlenmiştir (Kumar vd., 2021).

Yadav vd. (2021) yaptıkları çalışmada, biberde *T. harzianum* ve *T. asperellum* uygulamalarının antraknoza (*Colletotrichum truncatum*) karşı bitkide oluşan bazı savunma enzimlerinin (SOD, CAT, peroksidaz (POX), polifenol oksidaz (PPO)) aktivitesini artırdığını ve buna bağlı olarak hastalık şiddetini azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada mikroorganizma uygulamaları sonucunda bitkinin toplam klorofil miktarı ve toplam fenolik içeriğinin kontrol grubuna göre arttığı tespit edilmiştir.

Pamuk ve patates üzerinde yürütülen bir çalışmada *T. harzianum* T22'nin bitki gelişim parametreleri ve bitkide zarar yapan *Spodoptera exigua* üzerine etkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda, *T. harzianum* T22 uygulamasının pamuk ve patatesin gelişim parametrelerini olumlu etkilediği ve bitki savunmasını uyardığı gözlenmiştir. *T. harzianum*'un her iki bitkide; bitki boyu, yaprak sayısı, kök yaş ve kuru ağırlık, sürgün yaş ve kuru ağırlık parametrelerini artırdığı; toplam fenolik bileşik içeriği, toplam antioksidan içeriği, bazı enzimler (CAT, SOD ve APX) ve lipid peroksidasyonu (MDA) içeriğinde çeşide bağlı değişiklik oluşturduğu bildirilmiştir (Rişvanli, 2022).

Moustaine vd. (2017) üç farklı bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR) izolatını (N0 + 2027-2, N0 + 2066-7 ve N0 + 2025-1) domatesin gelişimi üzerinde etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda söz konusu bakteri izolatları kontrol grubu ile kıyaslandığında domatestede toplam klorofil, gövde çapı ve kök gelişimini arttırdığı gözlenmiştir.

Egamberdiyeva ve Höflich (2004), yaptıkları çalışmada bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin pamuk ve bezelye üzerindeki etkilerini araştırmıştır. *Pseudomonas alcaligenes* PsA15, *P. denitrificans* PsD6, *Bacillus polymyxa* BcP26 ve *Mycobacterium phlei* MbP18 uygulamalarından sonra, bu bakterilerin pamuk ve bezelyenin sürgün ve kök büyümesini teşvik ettiği ayrıca bitkilerin N, P ve K içeriklerinin de arttığı tespit edilmiştir. Siddiqui vd. (2001) domateste yaptıkları çalışmada, *Pseudomonas fluorescens*'in bitki büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Yine yapılan başka çalışmalarda araştırmacılar *Pseudomonas* izolatlarının domates, marul ve kanola bitkilerinin sürgün ve kök boyunu artırdığını rapor etmişlerdir (Hall vd., 1996; Glick vd., 1997).

Qin vd. (2011) soya fasulyesinde kullandıkları *Rhizobium* bakteri izolatlarının (BDYD1, BXBL9 ve BXYD3) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında fosfor içeriğinin arttığı ve dolayısıyla bitki büyümesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Guevara-Avendaño vd. (2014) farklı bakteri türlerini biber üzerinde etkisini araştırmışlar; *Serratia quinivorans*, *Enterobacter ludwigii*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Aeromonas media* ve *Pseudomonas poae* bakterilerin kullanımı sonrasında biberin bitki boyu ve gövde çapında artış olduğunu bildirilmişlerdir. Benzer bir çalışmada PGPR bakterilerinin (*Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Azotobacter* ve *Bacillus*) kullanımı sonucunda biberin büyüme parametrelerini artırdığı da tespit edilmiştir (Kanchana vd., 2014). Attia vd. (2020) tarafından farklı PGPR'ların (*Bacillus subtilis* SBMP4, *Lysinibacillus fusiformis* NBRC15717 ve *Achromobacter xylosoxidans* NBRC15126) domateste erken yanıklığa sebep olan *Alternaria solani*'ye etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, bakteri izolatlarının hastalık şiddetini kontrol grubuna kıyasla %13 oranında azalttığı, domatesin toplam klorofil, toplam fenolik içeriği, yaprak sayısı, sürgün ve kök boyunu artırdığı gözlenmiştir.

Gamalero vd. (2004) bazı biyolojik kontrol ajanlarının (*Pseudomonas fluorescens* 92, *P. fluorescens* P190 ve *Glomus mosseae*) domates bitkisinin gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda her iki bakteri izolatu tek başına veya mikorhiza ile kombinasyon halinde uygulandığında bitkinin büyümesini teşvik ettiği ve P içeriğini artırdığı gözlenmiştir. Bir başka çalışmada Boyno vd. (2022) bazı biyolojik kontrol ajanlarının domates üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *F. mosseae* BEG12, *Bacillus velezensis* V40K2 ve *T. viride* NTC2 izolatlarının domateste

yaprak sayısını, kök yaş ağırlığını, gövde çapını, sürgün ve kök boyunu artırırken *Alternaria solani*'nin neden olduğu erken yanıklık indeksini azalttığı gözlenmiştir. Ayrıca *F. mosseae* kullanımının antioksidan aktivitesinde meydana gelen artışın yanı sıra bitkinin toplam fenolik içeriği üzerine olumlu etkisi de olmuştur.

Wu vd. (2005) sera koşullarında yürüttükleri bir çalışmada AMF ve bakterilerin (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* ve *Bacillus mucilaginous*) mısırdaki bitki gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Kullanılan dört mikroorganizmanın mısırın biyokütlesini, boyunu ve gelişimini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca mikrobiyal inokulum bitkinin besin madde içeriğini (toplam N, P ve K) artırırken, mikroorganizmaları kombinasyon halinde uygulamanın daha yüksek bir mikorhizal kök kolonizasyonu oluşturduğu anlaşılmıştır.

Vyas ve Vyas (2014) AMF (*Glomus deserticola*), PGPR (*Azospirillum*) ve bunların kombinasyonlarının biber gelişimi üzerine etkilerini çalışmışlardır. Çalışma sonucunda yapılan tüm uygulamalarda kontrol grubuna kıyasla biberin azot ve fosfor içeriğinin arttığı gözlenmiştir. *G. deserticola* uygulaması biber sürgün uzunluğunu %16 ve *Azospirillum* uygulaması %10 oranında artırmıştır. Bireysel etkilere ek olarak, *G. deserticola* + *Azospirillum* uygulaması biber sürgün uzunluğunu %23 oranında artırmıştır. Ayrıca çalışmada mikorhizal kök kolonizasyonu *G. deserticola* + *Azospirillum* uygulamasında %60-70 oranında gerçekleşmiştir.

2.2 Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mikroorganizmaların Yabancı Otlar Üzerindeki Etkisi

Rizosferdeki mikroorganizmalar bitki sağlığını, tohum çimlenmesini ve kök parazit yabancı otların oluşumu dahil olmak üzere birçok biyolojik süreçleri doğrudan etkilemektedir (Klironomos, 2002; Eken ve Demirci, 2013). Canavar otu-konukçu bitki-toprak mikroorganizmaları birlikteliğinde, rizosferdeki mikroorganizmalar sadece canavar otunun çimlenmesini ve parazitliğini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda hem parazit hem de konukçu bitkilerin büyümesine aracılık edebilir (Chen vd., 2020). AMF'nin allelopatik bileşikler salgılayarak ve bitkinin savunma sistemini harekete geçirerek yabancı ot gelişimini baskılayıp baskılamadığı bilinmemektedir (Giovannetti ve Lioi, 1990; Francis ve Read, 1994). Mevcut biyolojik mücadele sistemleri, tarımsal

üretimde pratikte tam olarak uygulanmamasına rağmen, AMF'nin yabancı otların kontrolünde büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (Eken ve Demirci, 2013). Yapılan çalışmalarda özellikle *Fusarium* cinsine ait birçok fungus izolatının *Orobancha cumana* Wallr., *O. ramosa* L. ve *O. aegyptiaca* Pers. olmak üzere birçok canavar otu türünün kontrolünde etkili olduğu bildirilmiştir (Bedi, 1994; Thomas vd., 1999; Zonno ve Vurro, 2002; Shabana vd., 2003). *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* ve *T. harzianum* da dahil olmak üzere birçok fungusun, *O. ramosa*'nın dokularına saldırarak siyah lezyonlara ve yumuşak çürüklüklere neden olduğu düşünülmektedir (Nawar ve Sahab, 2011). Yapılan bir çalışmada kullanılan farklı AMF türlerinin ayçiçeğinde sorun olan *Chenopodium album* ve *Echinocloa crus-galli* de içinde olduğu bazı yabancı otların büyümesini baskıladığı ve ayçiçeği büyümesini teşvik ettiği bildirilmiştir (Rinaudo vd., 2010). Domateste yapılan bir çalışmada canavar otu bulaşıklığı olan bitkilerde genel olarak meyve ağırlığının kontrole göre %13 azaldığı saptanmıştır (Longo vd., 2010). Canavar otu ile bulaşık 25 domates çeşidinde yapılan bir çalışmada, sürgün kuru ağırlığında iki ve kök kuru ağırlığında ise bir çeşit hariç, diğer tüm çeşitlerin sürgün ve kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir (Qasem ve Kasrawi, 1995).

Farklı yetiştirme koşullarında *Fusarium* uygulanmış domates bitkilerinin *P. ramosa* (L.) Pomel'a etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *F. oxysporum* FT2 izolatının kontrole kıyasla canavar otu sürgün sayısını %70 oranında, *F. camptoceras* CT1 izolatının ise %50'den daha yüksek oranda azalttığı gözlenmiştir. *Fusarium* BPo2 izolatının ise canavar otu üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır (Boari ve Vurro, 2004). Nemat Alla vd. (2008), farklı yetiştirme koşullarında bakla ve domateste sorun olan *O. crenata* ve *P. ramosa*'nın çimlenmesi üzerine iki *Fusarium oxysporum* (Foxy I ve Foxy II) granül formülasyonunun etkisini araştırmışlardır. İn vitro denemelerde Foxy I ve Foxy II uygulamaları sonucunda baklada *O. crenata* çimlenmesi sırasıyla %80 ve %76 oranında; domateste ise *P. ramosa* çimlenmesi sırasıyla %77 ve %76 oranında azalmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda canavar otunun enfekte olduğu konukçu bitkilerin sürgün ve kök kuru ağırlığında da azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Musa (2012) yaptığı çalışmada domateste uygulanan farklı mikorhiza türlerinin (*G. intraradices*, *G. mosseae* ve *Glomus Sprint*®) kontrole göre *P. ramosa* tüberkül sayısını azalttığı ve domates bitkisinin gelişimini artırdığını bildirmiştir. Lops vd. (2017)

tarla koşullarında domateste sorun olan *P. ramosa*'nın mücadelesinde AMF, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizosum Max*® preparatının etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda AMF, *F. oxysporum* ve kombinasyonlarının *P. ramosa* üzerinde etkisinin olmadığı, *Rhizosum Max*® preparatının ise kontrole göre %78 oranında canavar otu sürgün çıkışını azalttığı tespit edilmiştir. Tadayyon vd. (2018) farklı AMF'lerin domates gelişimi ve canavar otu mücadelesindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *G. intraradices* ve *G. mosseae* uygulamalarının kontrole kıyasla *O. aegyptiaca* Pers. tüberkül sayısını ve çimlenme yüzdesini azalttığı gözlenmiştir. Ayrıca fungusların domatesin mikorhizal kök kolonizasyonunu ve kuru ağırlığını arttırdığını dolayısıyla domates veriminde önemli bir artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Bezelyede *G. mosseae* ve *G. intraradices* uygulamalarının *Orobanche* ve *Phelipanche* türlerinin çimlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada söz konusu fungusların her iki parazit yabancı ot türünün çimlenmesini azalttığı tespit edilmiştir (Fernández-Aparicio vd., 2010).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde sorun olan *O. cumana* (Wallr.) üzerinde *Rhizophagus irregularis* (*G. intraradices*, DAOM197198)'un etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mikorhizanın söz konusu parazit yabancı otu bir seviyeye kadar baskıladığı saptanmıştır (Louarn vd., 2012).

Gworgwor ve Weber (2003) farklı AMF türlerini (*G. intraradices*, *G. albidum*, *G. mosseae*, *G. fasciculatum* ve *G. etunicatum*) sorgum bitkisinde sorun olan tam parazit *Striga hermonthica* mücadelesindeki etkisini araştırmışlardır. Söz konusu funguslardan en etkili olanı kontrole göre %62 oranında *S. hermonthica*'nın çimlenmesini azaltan *G. mosseae* olmuş, diğer funguslar ise kısmen etkili olmuş veya etkili olamamıştır. Çalışma sonucunda, sorgumda mikorhizal kök kolonizasyonu %44 olarak en yüksek *G. mosseae* uygulamasında gerçekleşmiştir. Diğer uygulamalar sırasıyla %24 ile *G. intraradices*, %23 ile *G. albidum*, %18 ile *G. fasciculatum* ve %14 ile *G. etunicatum* olmuştur. Benzer şekilde Lenzemo vd. (2005), AMF'nin mısır ve sorgumda *S. hermonthica* (Del.) Benth. mücadelesindeki etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda AMF'nin *Striga*'nın sürgün sayısını mısırdan %30, sorgumda ise %60'a kadar azalttığını bildirmişlerdir. AMF'nin iki sorgum çeşidinde *S. hermonthica* üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, AMF'nin sadece bir sorgum çeşidinde *Striga* çimlenmesini azalttığı, sorgumun köklerindeki mikorhizal kolonizasyonun kontrol grubunda %81, *S.*

hermonthica'nın olduğu muamelelerde ise %69 oranında olduğu tespit edilmiştir (Lendzemo ve Kuyper, 2001).

Abdel-Kader ve El-Mougy (2009) *T. harzianum*, *T. viride* uygulamalarının ayrı ayrı ve glifosat ile kombinasyon halinde domateste sorun olan *P. ramosa* (L.) Pomel mücadelesinde etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda tüm uygulamaların domates bitkisine tutunan *P. ramosa*'nın hem çimlenmesi hem de yoğunluğunu azalttığını bildirilmişlerdir. Yahia vd. (2018) baklada farklı koşullarda yaptıkları çalışmada *T. harzianum* ve imazethapyr etken maddeli herbisitinin tek başına veya kombinasyon halinde *O. crenata* çimlenmesini önemli ölçüde azalttığını rapor etmişler. El-Dabaa ve Abd-El-Khair (2020), farklı yetiştirme koşullarında yaptıkları çalışmada farklı *Trichoderma* türlerinin (*T. harzianum*, *T. viride* ve *T. vierns*) ve üç rizobakteri türünün (*P. fluorescens*, *B. subtilis* ve *B. pumilus*) baklada sorun olan *O. crenata*'ya etkisini araştırmışlar; çalışma sonucunda *O. crenata*'nın olmadığı muamelelerde tüm mikroorganizmaların bakla bitkilerindeki büyüme parametrelerini (sürgün uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve yaprak sayısı) artırdığını bildirilmişlerdir. Ayrıca çalışmada, kullanılan tüm biyolojik kontrol ajanlarının *O. crenata*'nın tutunmasını azalttığı gözlenmiştir.

Bazı bakteri bitki patojenlerine karşı antagonistik etki göstererek bitkiyi hastalık ve zararlılardan korumanın yanı sıra *P. aegyptiaca*'nın da içinde bulunduğu bazı yabancı otların mücadelesinde biyokontrol ajanları olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Chen vd., 2020). *Xanthomonas campestris* biyolojik yabancı ot kontrol ajanları içinde en fazla ilgi gören bakteri türüdür. *X. campestris* pv. *poae* JT-P482 izolatı, salkım otu (*Poa annua*) mücadelesi için Japonya'da 1997 yılında tescillenmiştir (Imaizumi vd., 1997; Tateno, 2000). Bu bakteri izolatının sadece *Poa annua* ve *P. attenuata*'ya özgü olduğu bildirilmiştir (Imaizumi vd., 1997). Ayrıca *Pseudomonas fluorescens* rizobakterisinin geniş kök kolonizasyonu sayesinde bitki büyümesini teşvik ettiği (Urashima ve Hori, 2003), hedef olmayan bitki türlerini olumsuz etkilediği ve bazı yabancı otları baskıladığı bildirilmiştir (Chapon vd., 2002). Buğday ve püsküllü bromun rizosferinden izole edilen bir *P. fluorescens* D7 bakterisinin püsküllü brom başta olmak üzere birçok dar yapraklı yabancı otun çimlenmesini ve büyümesini engellediği bildirilmiştir (Gealy vd., 1996; Kennedy vd., 2001). Fitotoksik etkiye sahip hücre dışı metabolitler üreten *P. fluorescens* BRG100 izolatı *Setaria viridis* üzerinde baskılayıcı aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Quail vd., 2002; Caldwell vd., 2012).

Zermane vd. (2007) baklada sorun olan iki *Orobanch* türünün mücadelesinde farklı bakteri izolatlarını araştırmıştır. Çalışma sonucunda *O. foetida* üzerinde en etkili bakterinin sürgün çıkışı %76 oranında engelleyen *P. fluorescens* Bf7-9 izolatı; *O. crenata* üzerinde ise en etkili bakterinin sürgün çıkışı %68 oranında engelleyen *P. marginalis* Nc1-2 izolatı olduğu bildirilmiştir. Diğer bakteri izolatları (*P. marginalis* Bzf9-1, *P. putida* Bf7-4 ve *R. pickettii* BS28) ise her iki *Orobanch* türü üzerinde kısmen etkili olmuştur. Elabaied (2017) farklı yetiştirme koşullarında bakteri izolatlarının iki bakla çeşidi üzerinde gelişimi ve *O. crenata*'nın üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan rizobakterilerin (*Rhizobium leguminosarum*, *B. megathierium* var. *Phosphaticum* (BMP), *Azomonas* spp. ve *Flavobacterium* spp.) *O. crenata* çimlenmesini azalttığı ve *O. crenata*'nın her iki bakla çeşidinin bitki gelişimini olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

Mounde vd. (2015) ise farklı rizobakterilerin (*B. subtilis* Bsn5, *B. subtilis* GB03, *B. amyloliquefaciens* FZB42 ve *Burkholderia phytofirmans* PsJN) sorgumun (*Sorghum bicolor*) büyümesi ve *Striga hermonthica*'nın çimlenmesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kullanılan rizobakterilerin *S. hermonthica* çimlenmesini kısmen etkilediği, ancak hem *S. hermonthica*'nın parazitlediği hem de parazitlenmediği sorgum bitkilerinde bitki boyu ve klorofil içeriği açısından farkın önemsiz olduğunu bildirilmişlerdir.

Başka bir çalışmada AMF ve bazı bakteri izolatlarının baklanın gelişimi ve *O. crenata* çimlenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda B2 (TAL 1399 TAL 1399+Ab: *Azospirillum brasilense*), B3 (TAL 1399+BMP: *Bacillus megathierium* var. *phosphaticum*) bakterilerinin tek başına ve AMF kompleksi (*G. intraradices*, *G. Clarodium* ve *Paraglomus* spp.) ile kombinasyon halinde uygulanan baklada *O. crenata* çıkışı tamamen engellendiği tespit edilmiştir. Bakteri ve AMF uygulamaları sonrasında *O. crenata* ile bulaşık olan baklanın kontrole göre sürgün boyunun %19 oranında azaldığı, sürgün ve toplam kuru ağırlığının da daha düşük olduğu gözlenmiştir (Hassan ve Abakeer, 2013). Bir başka çalışmada ise *T. harzanium*, *Rhizobium leguminosarum* ve bunların kombinasyonlarının bakla bitkisinin gelişimi ve *O. crenata* üzerindeki etkilerinin araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, mikroorganizma uygulamalarının kontrole göre *O. crenata* tutunmasının önemli ölçüde azaldığı ve baklanın verimini arttığı bildirilmiştir (Brhane vd., 2016).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bitkisel Materyal

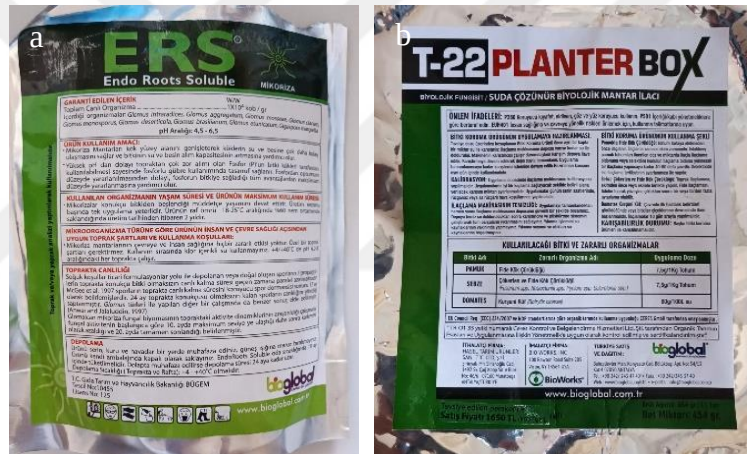
Çalışmada bitkisel materyal olarak Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve Zeta tohumculuk firmasından temin edilen sanayi tipi olarak bilinen Rio Grande standart domates (*Solanum lycopersicum* L.) çeşidi kullanılmıştır. Bölgede yapılan ön çalışmalarda, başta domates olmak üzere bazı sebzelerde *P. ramosa* (L.) Pomel (Syn: *Orobancha ramosa* L.) türüne rastlanmıştır. Bu tür ülkemizde domateste en çok sorun olan tür olarak bilinmektedir (Aksoy, 2010). Çalışmada kullanılan mavi çiçekli canavar otu (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel) tohumları 2018 ve 2019 yıllarında Van’ın Gevaş ilçesinde domates yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Canavar otu tohumlarının toplandığı domates alanları

3.1.2 Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar

Araştırma kapsamında biyolojik iki farklı Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) türü kullanılmıştır. Bunlardan birincisi ERS (Endo Roots Soluble) ticari isimli AMF türü (*Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. deserticola*, *G. brasillianum*, *G. etunicatum* ve *Gigaspora margarita*) Bioglobal Ltd. şirketinden, diğer tür ise *Funneliformis mosseae* (Syn: *G. mosseae*) adlı mikorhiza Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarı stoklarından temin edilmiş ve denemelerde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *Trichoderma harzianum* T22 preparatı (Rifai KRL-AG2-BioWorks, Inc.) ticari olarak ilgili firmadan temin edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 a. Ticari Endo Roots Soluble (ERS) mikorhiza preparatı, b. *Trichoderma harzianum* T22 preparatı

Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (PGPR) izolatları ise, daha önceden yapılan çalışmalarda domatestede etkinliği belirlenmiş olan *Pseudomonas caspiana* (V30G2) ve *Bacillus velezensis* (V40K2) izolatları kullanılmıştır. PGPR izolatları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji laboratuvar stoklarından temin edilmiştir.

İçeriğinde bitki gelişimini teşvik eden farklı mikroorganizmalar (15 farklı tür mikorhiza, 11 farklı tür faydalı bakteri ve 2 tür *Trichoderma*) bulunduğu için Great White Premium Mikorhiza (MIX) preparatı Plant Revolution firması tarafından temin edilmiş ve çalışmada kullanılmıştır.

3.1.3 Bitki Yetiştirme Ortamı

Çalışmalar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvar ve iklim odalarında 2021-2022 yıllarında iki yıl tekrarlı olarak yürütölmüştür. Birinci deneme 29.03.2021 tarihinde kurulmuş 18.06.2021 tarihinde sonlandırılmış, ikinci deneme ise 17.01.2022 tarihinde kurulmuş 05.04.2022 tarihinde sonlandırılmıştır. İklim odası; 6000-8000 lux ışık şiddetine sahip led bitki gelişim ışıklarıyla donatılmış 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır. Yetiştirme ortamı 24±2 °C sıcaklık ve %60-70 nem koşullarına sahip iklim odasında yetiştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 İklim odasının genel görünümü

Çalışmada 2:1 oranında torf-perlit karışımından oluşan harç materyali kullanılmıştır. Kullanılan harç materyaline ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir:

1. Torf özellikleri:

- Yüksek kalitede %70 beyaz torf + %30 siyah torf
- pH değeri 5.2 – 6.0
- Tuz oranı 0.3 g/lt
- Toplam N-P-K + mikro elementler 1,5 kg/ton
- Elenmiş strüktür: İnce (0-10 mm)

2. Perlit özellikleri:

Kimyasal kompozisyonu ağırlıkça yüzde olarak aşağıdaki maddelerden oluşan perlit kullanılmıştır: SiO₂ (%72.0-76.0), Al₂O₃ (%11.0-17.0), K₂O (%4.0-5.0), Na₂O (%2.9-4.0), CaO (%0.5-2.0), MgO (%0.1-0.5), Fe₂O₃ (%0.5-1.5), TiO₂ (%0.03-0.2), MnO₂ (%0.03-0.1), SO₃ (%0-0.2), H₂O (%2-7).

3. Besin solüsyonunun özellikleri:

Çizelge 3.1’de verildiği gibi Hoagland çözeltisi hazırlanarak deneme süresi boyunca sulama suyu ile birlikte bitkilere uygulanmıştır (Bakır, 2012).

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan besin solüsyonu (Hoagland çözeltisi) içeriği (g/l)

Makro Elementler (10X)*	(g/L)	Mikro Elementler (1X)**	(g/L)
KSO ₄	15.7	H ₃ BO ₃	0.124
KH ₂ PO ₄	2.7	MnSO ₄	0.066
MgSO ₄ .7H ₂ O	24	CuSO ₄ .5H ₂ O	0.100
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	47.23	NH ₄ Mo	0.048
KCl	0.0746	ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.155

* Her 10X, 10 litre Makro besin solüsyonuna 50 ml mikro besin solüsyonu eklenir.

** Her 1X, 1litre makro ve mikro besin solüsyonu için kullanılmadan önce 1ml Fe EDTA eklenir (FeEDTA (1000X) - 365g/l).

3.2 Yöntem

3.2.1 Canavar Otu Tohumlarının Bulaştırılması

Domates tohum ekimi öncesi canavar otu tohumları her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 gr) ve 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırılmıştır [Aksoy, (2003)’ten değiştirilerek]. Domates tohumları hazırlanan 4 litre hacimli saksılara 2:1 oranında steril torf-perlit karışımı içeren ortama ekilmiştir (Şekil 3.4). Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü ve her saksıda iki domates bitkisi olacak şekilde kurulmuştur. Domatesin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra fidelere Hoagland besin çözeltisi uygulanmıştır. Yetiştirme periyodu boyunca saksıların su tutma kapasiteleri hesaplanıp, yapılan hesaplara göre bitkinin su ihtiyacı belirlenmiştir. Bitkilere belirlenen miktarlarda düzenli olarak su ve ihtiyacı kadar Hoagland besin solüsyonu verilmiştir (Song vd., 2010; Song vd., 2013).



Şekil 3.4 Domates tohum ekimi öncesi canavar otu tohumlarının toprağa bulaştırılması

3.2.2 Çalışmada Yapılan Uygulamalar

Çalışmada ilk olarak domates tohumları sterilizasyon amacıyla %70 etanol ile muamele edilmiş ardından steril su ile yıkanmış ve kurutma kâğıdı üzerine bırakılarak kurutulmuştur (Xu vd., 2014). Daha sonraki aşamalarda yapılan işlemler ise aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmış ve Çizelge 3.2’de verilmiştir:

1. Kontrol uygulamaları: Kontrol uygulaması için hazırlanan 4 litre hacimli saksılara 2:1 oranında steril torf-perlit karışımı içeren ortama domates tohumları ekilmiştir. Canavar otu ile enfekteli kontrol uygulaması için domates tohumları ekiminden önce her saksıya

yaklaşık 5000 adet (0.05 g) mavi çiçekli canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırılmıştır.

2. Mikorhiza uygulamaları: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalar için her saksıya 10 gram (25-150 spor/g) olacak şekilde tohum yatağına *Funneliformis mosseae* ve ticari AMF (ERS) inokulumu yerleştirildikten sonra domates tohum ekimi yapılmıştır (Turhan ve Demir, 2013). Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra aynı şekilde AMF uygulamaları yapılmıştır.

3. *Trichoderma harzianum* (T22) uygulaması: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda domates tohumları ekildikten sonra firmanın tavsiye dozuna göre hemosistometre yardımıyla 10^6 spor/ml spor yoğunluğunda olacak şekilde süspansiyon halinde hazırlanmış ve her saksıya 30 ml olacak şekilde *Trichoderma harzianum* T22 içirme yöntemi ile uygulanmıştır (Riştvanlı, 2022). Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) ve 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra domates tohumları ekimi yapılmış ve *T. harzianum* T22 içirme yöntemi ile uygulanmıştır.

4. PGPR uygulamaları: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda King-B besi yerinde 24 saat gelişen genç PGPR antagonistinden 1×10^8 cfu/ml inokulum süspansiyonu hazırlanarak domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra her bitkiye 30 ml olacak şekilde PGPR izolatları bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi uygulanmıştır (Güneş, 2018). Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) mavi çiçekli canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra tohum ekimi yapılmıştır. Domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra her bitkiye 30 ml olacak şekilde PGPR izolatları bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi uygulanmıştır.

5. MIX uygulaması: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda içeriğinde mikorhiza, PGPR bakterileri ve *Trichoderma* spp. bulunan ticari ismi 'Plant Success Great White Premium Mikorhiza' olan mikroorganizma firmanın belirlediği uygun tavsiye dozu

içirme yöntemi ile uygulanmıştır. Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra MİX preparatının uygun dozu içirme yöntemi ile uygulanmıştır.

6. AMF-PGPR uygulamaları: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda AMF inokulumlarından her bir saksıya 10'ar gram (25-150 spor/g) olacak şekilde tohum yatağına konulduktan sonra domates tohumu ekimi yapılmıştır. Domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra King-B besi yerinde 24 saat gelişen genç PGPR antagonistinden 1×10^8 cfu/ml inokulum süspansiyonu hazırlanarak her bitkiye 30 ml olacak şekilde bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi uygulanmıştır. Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) mavi çiçekli canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra AMF uygulamaları ve tohum ekimi yapılmıştır. Domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra her bitkiye 30 ml olacak şekilde PGPR izolatları bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi uygulanmıştır.

7. AMF-Trichoderma harzianum uygulamaları: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda AMF inokulumlarından her bir saksıya 10'ar gram (25-150 spor/g) olacak şekilde tohum yatağına *F. mosseae* ve ERS preparatı yerleştirildikten sonra tohum ekimi yapılmıştır. Tohum ekimi yapıldıktan sonra 10^6 spor/ml spor yoğunluğunda hazırlanmış *T. harzianum* T22 izolatı her saksıya 30 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra AMF uygulamaları ve tohum ekimi yapılmıştır. 10^6 spor/ml spor yoğunluğunda hazırlanan *T. harzianum* T22 her saksıya 30 ml olacak şekilde uygulanmıştır.

8. Trichoderma harzianum-PGPR uygulamaları: Canavar otu bulaştırılmamış uygulamalarda domates tohum ekimi yapıldıktan sonra 10^6 spor/ml spor yoğunluğunda hazırlanmış *T. harzianum* T22 izolatı her saksıya 30 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra King-B besi yerinde 24 saat gelişen genç PGPR antagonistinden 1×10^8 cfu/ml inokulum süspansiyonu hazırlanarak her bitkiye 30 ml olacak şekilde bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi

uygulanmıştır. Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda ise her saksıya yaklaşık 5000 adet (0.05 g) mavi çiçekli canavar otu tohumu 8 cm derinliğe kadar homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra *T. harzianum* T22 içirme yöntemi ile uygulanmıştır. Domates bitkisinin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra her bitkiye 30 ml olacak şekilde PGPR izolatları bir hafta arayla toplamda iki kez içirme yöntemi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2 Çalışmada yapılan uygulamalar

Uygulamalar	Canavar otsuz uygulamalar	Canavar otu ile enfekteli uygulamalar
K	Hiçbir uygulama yapılmayan domates bitkileri	Hiçbir uygulama yapılmayan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M1	AMF (<i>Funneliformis mosseae</i>) inokulasyonu yapılan domates bitkileri	AMF (<i>Funneliformis mosseae</i>) inokulasyonu yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M2	AMF (ERS Ticari) inokulasyonu yapılan domates bitkileri	AMF (ERS Ticari) inokulasyonu yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
P1	<i>Pseudomonas caspiana</i> (V30G2) bakterisi uygulaması yapılan domates bitkileri	<i>Pseudomonas caspiana</i> (V30G2) bakterisi uygulaması yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
P2	<i>Bacillus velezensis</i> (V40K2) bakterisi uygulaması yapılan domates bitkileri	<i>Bacillus velezensis</i> (V40K2) bakterisi uygulaması yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
TH	<i>Trichoderma harzianum</i> (T22) uygulaması yapılan domates bitkileri	<i>Trichoderma harzianum</i> (T22) uygulaması yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
MIX	‘Plant Success Great White Premium Mikorhiza’ uygulaması yapılan domates bitkileri	‘Plant Success Great White Premium Mikorhiza’ uygulaması yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M1P1	<i>F. mosseae</i> + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>F. mosseae</i> + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M1P2	<i>F. mosseae</i> + <i>B. velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>F. mosseae</i> + <i>B. velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M2P1	ERS + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	ERS + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
M2P2	ERS + <i>B. velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	ERS + <i>B. velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
THM1	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>F. mosseae</i> uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>F. mosseae</i> uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
THM2	<i>Trichoderma harzianum</i> T22 + ERS uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>T. harzianum</i> T22 + ERS uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
THP1	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>P. caspiana</i> (V30G2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri
THP2	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>Bacillus velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan domates bitkileri	<i>T. harzianum</i> T22 + <i>B. velezensis</i> (V40K2) uygulamaları yapılan canavar otu ile enfekteli domates bitkileri

3.2.3 Domates Bitkisinde Yapılan Ölçümler

1. Sürgün boyu ve kök uzunluğu (cm): Deneme sonunda sürgün boyu, bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge; kök uzunluğu ise kök boğazından kök ucuna kadar olan bölgenin santimetre cinsinden ölçülerek belirlenmiştir.

2. Gövde apı (mm): Bitkilerin kök boğazının 2 cm üst gövde bölgesi dijital kumpasla ölçülerek gövde çapı belirlenmiştir (şekil 3.5).



şekil 3.5 Gövde çapının dijital kumpasla llmesi

3. Yaprak sayısı (adet): Deneme tamamlandığında domates bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile belirlenmiştir.

4. Klorofil içeriği: Domates yapraklarındaki klorofil miktarı SPAD metre (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile Birgin (2021)'in kullandığı yönteme göre yukarıdan aşağı doğru üçüncü ve dördüncü yapraklardan ölçümler yapılmış ve bu değerlerin ortalamaları alınmıştır (şekil 3.6).



Şekil 3.6 Yaprak klorofil içeriğinin spadmetre cihazı ile ölçülmesi

5. Kök ve yeşil aksamalarının yaş ve kuru ağırlıkları (g): Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarını belirlemede Kaçar (1984)'in yöntemi esas alınmıştır. Hem yeşil aksamın hem de köklerin yaş ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüş, yaş ağırlıkları alınan yeşil aksam ve kökler kese kâğıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince kurutma dolaplarında kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Etüvde kurutulan örnekler

Yukarıda verilen ölçüm kriterleri canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar için yapılmıştır. Aşağıda verilen 1-5 zarar skalası ve tüberkül sayısı parametreleri ise sadece canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar için değerlendirilmeye alınmıştır. Denemeler canavar otlarının toprak yüzeyine ilk çıkışları görüldükten 25 gün sonra sonlandırılmış olup aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

6. Canavar otunun domatese verdiği zarar seviyesi: Canavar otunun domates bitkisine verdiği zarar seviyesi 1-5 skalası kullanılarak belirlenmiştir (Rao 2000; Tepe vd., 2017).

- 1: Belirti yok
- 2: Çok hafif belli belirsiz belirtiler var
- 3: Orta seviyede sararma ve gelişme geriliği var
- 4: İleri seviyede sararma ve gelişme geriliği var
- 5: Bitki tamamen kurumuş veya ölmüş.

7. Tüberkül sayısı (adet): Domatesin köküne tutunan canavar otu tohumlarının oluşturduğu tüberküller sayılarak tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Domatesin köklerine tutunan canavar otu tüberkülleri

3.2.4 Fizyolojik Analizler

3.2.4.1 Yeşil Aksamda Fosfor (P) Analizi

İklim odasında hasat edilen bitki örneklerinin fosfor (P) içeriği kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre her bir uygulamadan alınan bitki örneği 48 saat boyunca 70°C'de etüvde kurutulduktan sonra havanlarda öğütülmüştür. Her uygulamadan 0.5 g tartılarak krozelerde 1 ml etil alkol ile ön yakma işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra krozeler kül fırına yerleştirilerek örnekler 6-9 saat 500 °C'de kül haline getirilmiştir. Yakma işleminden sonra her kroze 3 N HCl'den 4 ml karıştırılmıştır. Daha sonra krozeler 'hot pleyt' üzerine bırakılıp sarı renk alıncaya kadar bekletilmiştir. Sarı renk alan örnekler hazırlanan süzme seti yardımıyla 50 ml balon jojelere aktarılmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Fosfor elementin belirlenmesi Kaçar (1984)'a göre spektrofotometrede yapılmıştır (Şekil 3.9; Şekil 3.10).



Şekil 3.9 Kül fırınında kül haline getirilen ve sonrasında balon jojelere konulan örnekler



Şekil 3.10 Örneklerin spektrofotometre cihazında okunması

3.2.4.2 Antioksidatif Stres Enzimlerine Etkisinin Belirlenmesi

Enzim analizleri için hasattan bir gün önce taze bitki örnekleri alınarak, analiz yapılmıyca kadar -80°C 'de bekletilmiştir.

1. Katalaz (KAT) enzim aktivitesi: Katalaz aktivitesi H_2O_2 azalmasına bağılı olarak 240 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında 1 dk içerisinde absorbans değışimi ölçülerek tespit edilmiştir (Çakmak vd., 1993). Derin dondurucudan alınan (-80°C) 1 gram yaprak örneğı, 5 ml soğuk hazırlanmış 1 mM Na-EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit) ve 100 mM KH_2PO_4 (pH:7.6) ekstraksiyon çözeltisi ile homojenize edildikten sonra 4°C 'de 30 dakika 18000 rpm'de santrifüj edilmiştir (Şekil 3.11). Santrifüj işleminden sonra elde edilen şeffaf kısım (süpernatant) 2 ml'lik ependorf tüplere aktarılmıştır. Reaksiyon çözeltisi olarak 0.05 M fosfat tamponu (KH_2PO_4) ile 100 mM H_2O_2 (pH:7) karışımı hazırlanmıştır. Soğuk olarak 2.5 ml reaksiyon çözeltisi ile 0.2 ml süpernatant karıştırıldıktan sonra okumalar yapılmıştır. Elde edilen okuma değeri baz alınarak CAT enzim aktivitesi spektrofotometrik olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.11 Homojenizatör ve santrifüj işlemleri

2. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi: Süperoksit dismutaz (SOD) nitro blue tetrazolyumun (NBT) 560 nm dalga boyunda inhibisyonu ile belirlenmiştir (Jebara ve ark., 2005). Reaksiyon çözeltisi olarak 50 mM Na-fosfat tamponu ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 0.1 mM Na-EDTA, 33 μM NBT, 5 μM riboflovin 13 mM methionin karışımı (pH:7) kullanılmıştır. Daha sonra 2 ml reaksiyon çözeltisi ile 0.1 ml süpernatant ve 1 ml riboflovin çözeltileri bir araya getirilerek reaksiyon ortamı hazırlanmıştır. Reaksiyon, 25°C’de 75 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (40W) ışık altında 10 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Kontrol çözeltisi enzimsiz olarak karanlıkta aynı süre bekletilmiştir (tanık karanlık). Kontrol çözeltisi de enzimsiz olarak aydınlık ortamda bekletilmiştir (tanık aydınlık). Tanık aydınlık, tanık karanlık çözeltileri ve reaksiyon çözeltisi spektrofotometre ile 560 nm’de okunmuştur.

3. Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi: APX aktivitesi askorbik asite bağlı olarak H_2O_2 indirgenmesi ile ölçülmüştür (Nakano ve Asada, 1981). Asitlik (pH) değeri 7.6 olan ekstraksiyon çözeltisi: 0.5 mM askorbik asit, 1 mM Na-EDTA ve 100 mM KH_2PO_4 kimyasallar ilave edilerek hazırlanmıştır. Derin dondurucudan (-80°C) alınan 1 g bitki örneği ekstraksiyon çözeltisi ile homojenize edilerek süpernatant elde edilmiştir. Reaksiyon çözeltisi için sırası ile 50 mM KH_2PO_4 , 10 mM H_2O_2 , 0.5 mM askorbik asit

ve 0.1 mM Na-EDTA kullanılmıştır. Bu karışımın pH'sı 7'ye ayarlanmıştır. Sırası ile 0.1 ml alınan süpernatant, 3 ml reaksiyon çözeltisi ilave edildikten sonra 1. dakika içinde 290 nm dalga boyundaki absorbans değişikliği kaydedilmiştir. Elde edilen okuma değerleri baz alınarak APX enzim aktivitesi spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

3.2.4.3 Bitki Örneklerinde Lipid Peroksidasyonu (MDA) Tayini

Hasattan bir gün önce alınan domates örnekleri %0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi ile homojenize edilmiş ve hemen ardından 15000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra elde edilen süpernatanttan 1 ml'lik alınmış ve üzerine 4 ml %20'lik TCA ile %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Elde edilen karışım 30 dakika boyunca 95°C'lik su banyosunda bekletilip tekrardan 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Spektrofotometrede 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansları belirlenmiş ve 155 mM/cm molar absorpsiyon katsayısı kullanılarak MDA içeriği hesaplanmıştır (Heath ve Packer, 1968).

3.2.4.4 Yaprakta Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Antioksidan Aktivitesi

Toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan miktarının belirlenmesi için her bir uygulamaya ait bitkilerden 1 g olacak şekilde örnekler alınarak analiz yapılmaya kadar -80°C'de bekletilmiştir. Yapraklardaki toplam fenol içeriği Swain ve Hillis (1959), toplam antioksidan miktarı FRAP Benzie ve Strain (1996)'e göre yapılmıştır. Analiz aşamasında her örnek üzerine 5 ml metanol eklenerek homojenizatörde parçalanmış ve 12000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant kısım 2 ml'lik ependorf tüplere aktarılmış ve okumaya hazır hale getirilmiştir.

Fenolik madde içeriği okuması için hazırlanan ekstraksiyondan, 150 µl alınarak üzerine 2400 µl saf su ve 150 µl Folin-Ciocalteu (1:10 çözelti) eklenmiştir. Ardından bu karışım 3-4 sn vortekste karıştırılmış, üzerine 300 µl %20'lik doymuş sodyum karbonat eklenmiş ve 30 dk karanlıkta oda sıcaklığında bekletildikten sonra spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okuması yapılmıştır. Hesaplama gallik asit eşdeğerinden yararlanılmıştır.

Toplam antioksidan aktivitesinin okuması için ekstraksiyondan 150 µl asetat buffer, TPTZ ve ferric klorürden oluşan FRAP hazırlanmıştır. Hazırlanan FRAP'tan 2850 µl alınıp 10 ml'lik cam tüplere aktarılmıştır. Daha sonra 30 dk karanlıkta oda koşullarında bekletildikten sonra 593 nm dalga boyu spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Yapılan okumalar 'Trolox' eşdeğerine göre hesaplanmıştır.

3.2.4.5 AMF Kök Kolonizasyonunun Belirlenmesi

1. Fiksasyon: Boyu ve yaş ağırlıkları alınan domates bitkilerinin köklerinden 1g-0.5 g olacak şekilde parçalar alınarak %70'lik 90 ml alkol, 5 ml formaldehit ve 5 ml asetik asit (AFA) karışımı olan fiksasyon sıvısına konmuş ve kökler boyama işlemine kadar bu sıvı içinde muhafaza edilmiştir (Phillips ve Hayman, 1970).

2. Boyama: AFA sıvısı içinde muhafaza edilen kökler, mikorhizal fungusun varlığını ve kolonizasyon yüzdesini saptamak amacıyla Laktofenol mavisi ile boyanmıştır. Boyama işleminde ilk olarak kökler %10'luk KOH'da yarım gün, sonrasında %10'luk HCl'de yarım saat bekletilmiştir. Her işlem sonrasında kökler saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra laktik asit ve saf sudan 40 ml, gliserinden 80 ml eklenip üzerine %0.05'lik Laktofenol mavisi katılarak hazırlanan boya çözeltisi eklenerek iki saat bekletilmiş ve ardından 50°C'lik sıcak su içinde beş dakika kadar ısıtılmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). Bu işlemlerden sonra boya çözeltisi süzölmüş ve sonrasında laktik asit eklenmiştir. Yaklaşık bir saat sonra kökler AMF kolonizasyonunu saptamak amacıyla hazır hale getirilmiştir.

Boyama işleminden sonra 'Grid-Line Intersect' yöntemi ile köklerde bulunan AMF'nin mikorhizal frekansı (Giovannetti ve Mosse, 1980) ve 0-5 skalasına göre mikorhizal yoğunluğu Trouvelot (1986)'e göre belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Bu işlemde lam üzerine yaklaşık 1 cm boyutunda kökler dokuz parça olacak şekilde konulmuştur (Şekil 3.12). Daha sonra mikorhizal frekansı yüzde (%) olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\% \text{ AMF frekans} = \frac{\text{AMF ile kolonize olmuş kök sayısı}}{\text{Toplam kök sayısı}} \times 100 \quad (3.1)$$

Mikorhizal yoğunluk (%M) ise Çizelge 3.3'te verilen skalalar tespit edildikten sonra eşitlik aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

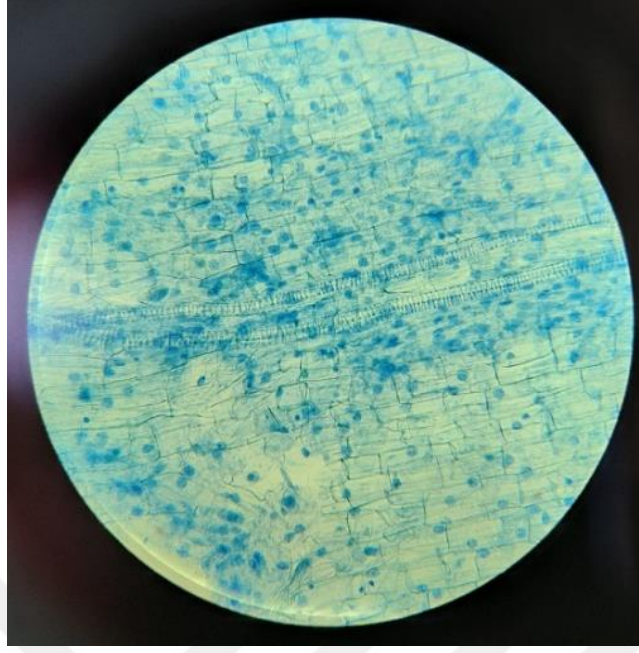
Çizelge 3.3 Mikorhizal yoğunluk için 0-5 skalası (Trouvelot, 1986)

Skala	Değerlendirme
0	Mikorhizal propagül yok
1	Mikorhizal propagül %10'dan az
2	Mikorhizal propagül %10-30 arasında
3	Mikorhizal propagül %30-50 arasında
4	Mikorhizal propagül %50-90 arasında
5	Mikorhizal propagül %90-100 arasında

$$\%M = (95 \times n_5) + (70 \times n_4) + (30 \times n_3) + (5 \times n_2) + (1 \times n_1) / N \quad (3.2)$$



Şekil 3.12 Lam üzerine konulan boyanmış domates kökleri



Şekil 3.13 Stereo mikroskopta görünen mikorhiza sporları

3.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre $p < 0.05$ önemlilik derecesinde SPSS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklar “Duncan çoklu karşılaştırma testi” ile belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987; SPSS, 2021). Canavar otu tüberkül sayımlarının değerlendirilmesinde öncelikli olarak Shapiro-Wilk normallik testi yapılmış fakat sayımlar normal dağılım göstermediğinden uygulamalar arasındaki farkların belirlenmesinde parametrik olmayan bir yöntem olan ‘Kruskal Wallis H’ ve Bonferroni çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada domatese uygulanan bazı mikroorganizma ve biyolojik preparatların bitki büyüme parametreleri ve *P. ramosa* ile enfekteli olan bitkiler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domateslerde bazı morfolojik ve fizyolojik analizlerden elde edilen sonuçlar arasında farklılık olup olmadığı incelenmiş ve elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Çalışmaların kontrollü şartlarda iklimlendirme odasında yürütülmesinin doğal bir sonucu olarak yıllar arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonuçlarının güvenilirliğini artırmak için her iki yılın verileri birleştirilerek analizler yapılmıştır.

4.1 Domates Köklerinde Canavar Otunun Oluşturduğu Tüberkül Yoğunluğu

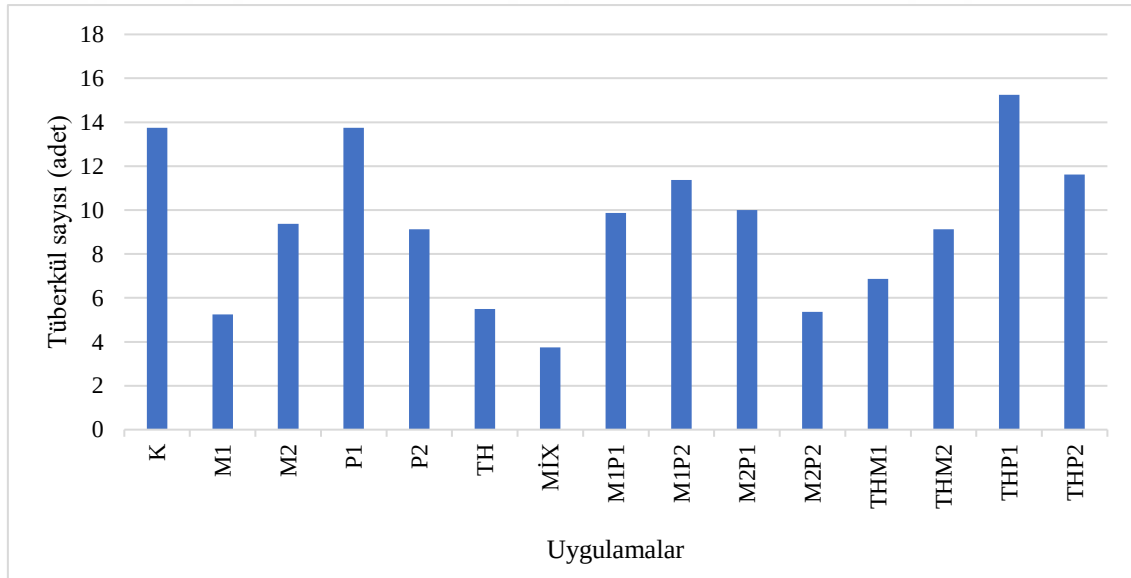
Domatese farklı mikroorganizmaların uygulanması sonucunda köklerdeki canavar otu tüberkül yoğunluğu, oluşan tüberküller sayılarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domates köklerinde canavar otu tüberkül sayısı (adet) üzerine etkisi

Uygulamalar	Tüberkül sayısı (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	13.75 $\pm$ 0.65 ab	-
M1	5.25 $\pm$ 0.65 e	-61.82
M2	9.37 $\pm$ 0.84 cd	-31.85
P1	13.75 $\pm$ 1.19 ab	0.00
P2	9.12 $\pm$ 0.48 cd	-33.67
TH	5.50 $\pm$ 0.71 e	-60.00
MİX	3.75 $\pm$ 0.41 e	-72.73
M1P1	9.87 $\pm$ 0.72 bcd	-28.22
M1P2	11.37 $\pm$ 1.21 abc	-17.31
M2P1	10.00 $\pm$ 0.63 bcd	-27.27
M2P2	5.37 $\pm$ 0.71 e	-60.95
THM1	6.87 $\pm$ 0.79 de	-50.04
THM2	9.12 $\pm$ 0.77 cd	-33.67
THP1	15.25 $\pm$ 0.70 a	10.91
THP2	11.62 $\pm$ 0.94 abc	-15.49
Ort.	9.33 $\pm$ 0.76	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). SH: Standart hata. Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).

Bazı mikroorganizma ve biyolojik preparat uygulamaları yapılmış ve yapılmamış domateslerin köklerinde canavar otuna ait tüberkül sayıları ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Veriler incelendiğinde en düşük tüberkül sayıları 3.75 saksı/adet ile MİX, 5.25 saksı/adet ile M1, 5.37 saksı/adet ile M2P2 ve 5.50 saksı/adet ile TH uygulamalarının olduğu gözlenmiştir. En yüksek tüberkül sayıları 15.25 saksı/adet ile THP1 ve 13.75 saksı/adet ile K ve P1 uygulamalarında saptanmıştır. Yapılan uygulamalar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MİX'nin %72.72, M1'nin %61.82, M2P2'nin %60.95 ve TH'nin ise %60.0 oranında tüberkül oluşumunu engellediği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Farklı uygulamalara bağlı olarak domates köklerinde oluşan tüberkül sayıları (adet)

Yapılan çalışmada kontrol grubuna göre THP1 ve P1 uygulamaları dışında diğer tüm uygulamaların canavar otu tutunmasını azalttığı; en etkili uygulamaların ise MİX, M1, TH ve M2P2 olduğu gözlenmiştir. Çalışmada ortaya konulan sonuçlar daha önce yapılan bazı çalışmalara paralellik göstermiş olup, P1 ve THP1 hariç kullanılan mikroorganizma ve biyolojik preparatların canavar otu tüberkül oluşumunu engellediği görülmüştür. P1 ve THP1 uygulamalarının tüberkül sayısının azalışını engellememesinin antagonistik bir etkiden kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Son yıllarda fungus ve bakteri gibi mikroorganizmalar başta olmak üzere birçok biyolojik kontrol etmeni canavar otu çimlenmesini engellemek için ilgi odağı haline

gelmiştir (Dor vd., 2007; Sauerborn vd., 2007). Yararlı mikroorganizmaların kullanılmasıyla toprak verimliliğinin iyileştirilmesinin yanı sıra *O. crenata* bulaşıklığı ve konukçu büyümesi üzerindeki baskılayıcı etkilerini azalttığı görülmüştür (Elabaied, 2017). Canavar otunun biyolojik mücadelesinde kullanılan ilk ajanlardan biri *Fusarium* izolatlarıdır. Yapılan çalışmalarda araştırmacılar farklı *Fusarium* (*F. solani* (Martius) Saccardo ve *F. oxysporum* Schlecht) izolatlarının kontrol gruplarına kıyasla domates ve baklada canavar otu yoğunluğunun belirli bir seviyeye kadar baskılandığını rapor etmişlerdir (Boari ve Vurro, 2004; Nemat Alla vd., 2008; Disciglio vd., 2016). AMF türlerinin bitki patojenlerine karşı etkileri farklılık gösterebilmektedir (Maherali ve Klironomos, 2007; Sikes vd., 2009). Disciglio vd. (2016) domateste yaptıkları çalışmada kullanılan mikorhizanın kontrol bitkilerine kıyasla *P. ramosa* tutunmasına etki etmediğini bildirmişlerdir. AMF'nin *P. ramosa* istilasını azaltma ve domates bitkilerinin büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen hafifletme potansiyeline sahip olduğu yapılan çalışmalarla bulunmuştur (Lendzemo ve Kuyper, 2001; Gworgwor ve Weber, 2003; Bouwmeester vd., 2007; Lendzemo vd., 2007; Fernández-Aparicio vd., 2010). Hassan ve Abakeer (2013) baklada sorun olan *O. crenata* uygulanan AMF ve bazı bakteri izolatlarının kullanılmasıyla canavar otu çimlenmesini azalttığını bildirmişlerdir. Yine bakla bitkisinde yapılan bir çalışmada *Trichoderma harzanium*, *Rhizobium leguminosarum* ve bunların kombinasyonlarının kontrole göre *O. crenata* tutunmasını önemli ölçüde azaltmıştır (Brhane vd., 2016). Baklada yapılan bir çalışmada *T. harzianum* ve imazethapyr etken maddeli ilacın tek başına veya kombinasyon halinde *O. crenata* çimlenmesini azalttığı gözlenmiştir (Yahia vd., 2018). Ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada *Rhizophagus irregularis* uygulaması sonucunda kontrole göre *O. cumana* (Wallr.)'nın bir seviyeye kadar baskılandığı tespit edilmiştir (Louarn vd., 2012). Tadayyon vd. (2018) yaptıkları çalışmada *Glomus intraradices* ve *G. mosseae* uygulamaları sonucunda domateste canavar otu tüberkül sayısı ve çimlenme yüzdesinin kontrole kıyasla azaldığını bildirmişlerdir. Domateste sorun olan *Phelipanche ramosa* L. Pomel mücadelesinde kullanılan Rhizosum Max® mikroorganizma kompleksi uygulamasından sonra kontrole göre *P. ramosa* sürgünlerinde %78'lik bir azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir (Lops vd., 2017). *G. intraradices*, *G. mosseae* ve Glomus Sprint® domateste uygulanması sonucunda ile *P. ramosa* tüberkül sayısını sırasıyla %22.2, %42 ve %56.8 azaltmıştır (Musa, 2012). Bu tür farklılıkların olması,

bitki tarafından üretilen farklı strigolakton türleri ve miktarından kaynaklanabileceği gibi, aynı tür içindeki farklı çeşitlerden de kaynaklanabilmektedir (Awad vd., 2006; El-Halmouch vd., 2006; Xie vd., 2007; López-Ráez vd., 2008).

Biyolojik kontrol etmenlerinin yabancı otlar üzerindeki olumsuz etkilerini açıklayabilecek birkaç potansiyel mekanizmanın olduğu düşünülmektedir. Bunlardan biri kullanılan funguslara bağlı olarak bitkinin savunma sisteminin tepki vermesi ve tohum çimlenmesini engelleyebilen toksik bileşik üretmesi gibi doğrudan etki olarak kabul edilebilir (Francis ve Read, 1994; Francis ve Read, 1995; Zonno ve Vurro, 2002; Idris vd., 2003; Boari ve Vurro, 2004; Abouzeid ve El-Tarabily, 2010; Campos-Soriano vd., 2012). Başka araştırmacılar ise (Babiker vd., 2000; Yoneyama vd., 2007; López-Ráez vd., 2008; Fernández-Aparicio vd., 2010; López-Ráez vd., 2011) AMF'nin başta fosfor olmak üzere bitkinin besin madde alımını artırmasıyla, kök salgılarında bulunan strigolakton gibi çimlenme uyarıcılarının miktarındaki azalmadan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. AMF simbiyozunun konukçu bitki tarafından strigolakton üretimini azalttığını ve bu azalmanın kök kolonizasyonunun derecesine bağlı olduğunu bilinmektedir. Ancak AMF'nin strigolakton üretimini nasıl azalttığı ile ilgili mekanizma tam olarak bilinmemektedir (Shabana vd., 2003; García-Garrido vd., 2009; López-Ráez vd., 2011). Bu konuda mevcut raporların çoğu, kök salgılarındaki çimlenme uyarıcılarının ve çimlenme inhibitörlerinin ilgili konsantrasyonlarına bağlı olduğunu göstermektedir (Whitney ve Carsten, 1981; Serghini vd., 2001; El-Halmouch vd., 2006). Lops vd. (2017) ise domateste kullanılan Rhizosum Max® kompleksinin *Phelipanche ramosa* L. Pomel tohum çimlenmesini olumsuz etkilemesinin nedeninin içerisinde bulunan AMF ve bakterilerin içerdiği mineral ve organik maddelerden olabileceğini düşünmektedirler. Dolayısıyla topraktan uygulanan organik maddelerin yanı sıra besin maddelerinin de yabancı ot istilasının azalmasıyla birlikte *P. ramosa* tohumlarının çimlenmesinde ciddi fizyolojik bozukluklara yol açabileceği bildirilmiştir (Lops vd., 2017). Ayrıca bazı mikroorganizmaların konukçu bitkinin enzimler aracılığıyla hücre duvarını kalınlaştırdığı ve buna bağlı olarak konukçu ile parazit arasındaki penetrasyonu damarsal bağlantıyı etkilediğinden canavar otunun konukçu bitkinin köklerine tutunması zorlaştığı düşünülmektedir (Rajapakse ve Miller, 1992; Pérez-de-Luque vd., 2005; Brahmi vd., 2016). Bu biyolojik ajanların konukçu bitkiyi tanıma sürecinde bazı savunma mekanizmalarını harekete geçirerek enzim ve hormon aktivitelerini arttırabilir (Azcón-

Aguilar ve Barea, 1997). Bu aktivasyonun etki ve mekanizmaları tam olarak bilinmemekle birlikte biyokimyasal savunma mekanizmalarından kaynaklanan hücre duvarı oluşumu, fiziksel bariyerler ve antifungal enzimlerin üretimi gibi mekanizmaların etkili olabileceği de düşünülmektedir (Demir ve Akköprü, 2007).

4.2 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Sürgün Boyu Üzerine Etkisi

P. ramosa ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre sürgün boyunda meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün boyuna (cm) etkisi

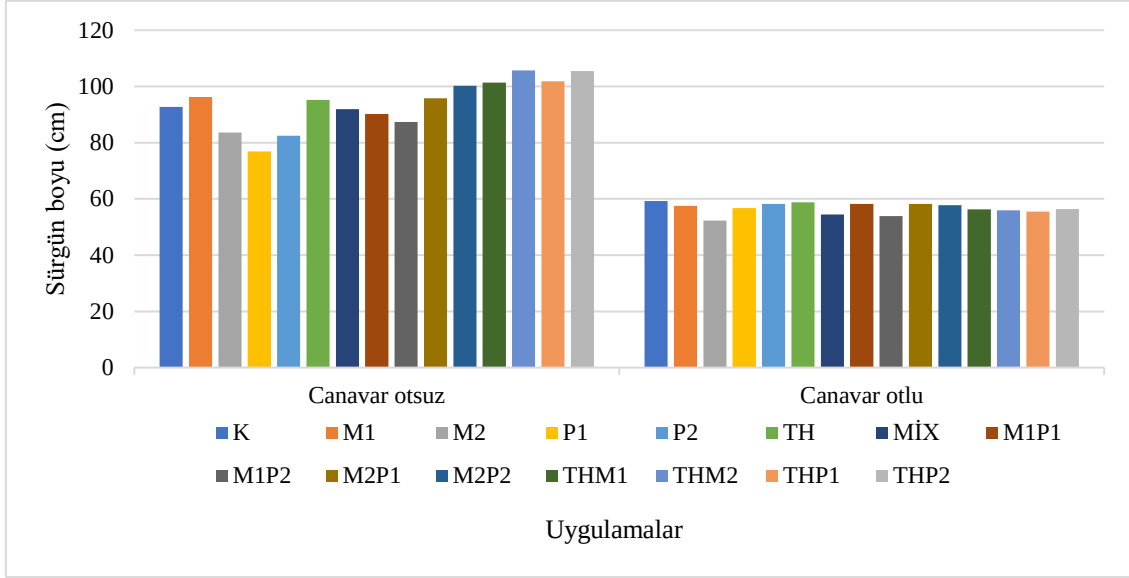
Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	92.75 $\pm$ 2.85 bcd A	-	59.25 $\pm$ 2.56 öd B	-
M1	96.25 $\pm$ 2.63 bcd A	3.77	57.50 $\pm$ 1.77 B	-2.95
M2	83.62 $\pm$ 3.49 efg A	-9.84	52.25 $\pm$ 2.92 B	-11.81
P1	76.87 $\pm$ 2.73 g A	-17.12	56.75 $\pm$ 6.75 B	-4.22
P2	82.50 $\pm$ 2.45 fg A	-11.05	58.19 $\pm$ 2.78 B	-1.79
TH	95.25 $\pm$ 2.31 bcd A	2.70	58.81 $\pm$ 2.51 B	-0.74
MIX	91.87 $\pm$ 3.27 cde A	-0.94	54.44 $\pm$ 2.29 B	-8.12
M1P1	90.25 $\pm$ 2.99 def A	-2.70	58.19 $\pm$ 2.48 B	-1.79
M1P2	87.37 $\pm$ 3.25 def A	-5.80	53.94 $\pm$ 2.12 B	-8.97
M2P1	95.75 $\pm$ 2.47 bcd A	3.23	58.25 $\pm$ 2.95 B	-1.69
M2P2	100.25 $\pm$ 1.96 abc A	8.09	57.75 $\pm$ 1.78 B	-2.53
THM1	101.37 $\pm$ 1.76 ab A	9.30	56.25 $\pm$ 5.34 B	-5.06
THM2	105.75 $\pm$ 2.85 a A	14.02	55.94 $\pm$ 2.74 B	-5.59
THP1	101.87 $\pm$ 5.19 ab A	9.84	55.44 $\pm$ 3.01 B	-6.43
THP2	105.50 $\pm$ 1.68 a A	13.75	56.44 $\pm$ 1.06 B	-4.74
Ort.	93.82 $\pm$ 2.8 A		56.63 $\pm$ 2.87 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ ’e göre önemlidir.

SH: Standart hata. Öd: Önemli değil.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MIX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.2 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün boyuna (cm) etkisi

Çizelge 4.2’de verilen sürgün boyu verilerinde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkarken, enfekteli olan uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek sürgün boyu 105.75 cm ile THM2 ve 105.5 cm ile THP2 olurken; en düşük sürgün boyu ise 76.88 cm ile P1 ve 82.5 cm ile P2 uygulamaları olmuştur. Çalışmada *P. ramosa* ile enfekte edilmemiş bitkilerde kullanılan mikroorganizmalarının kontrol grubuna göre M1, TH, M2P1, M2P2, THM1, THM2, THP1 ve THP2 uygulamalarında sürgün boyunun arttığı gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekteli bitkiler enfekte edilmemiş bitkilerle karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre domates sürgün boyunda %36.11 oranında düşüş olduğu saptanmıştır. Canavar otunun, bazı mikroorganizma ve biyolojik preparatların sürgün boyuna etkileri hususunda dünyanın değişik yerlerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir.

O. cumana ile bulaşık ayçiçeğinde kontrol grubuna kıyasla bitki boyunun %30 oranında azaldığı gözlenmiştir (Yang vd., 2016). *O. crenata* ile bulaşık bakla bitkisinde de benzer sonuçlar elde edilmiş ve bulaşık olmayan bitkilerle kıyaslandığında bitki boyunun önemli ölçüde azaldığı anlaşılmıştır (Hassan ve Abakeer, 2013; Yahia vd.,

2018). Yapılan bir çalışmada da *O. ramosa* ile bulaşık domateslerde bulaşık olmayanlara kıyasla sürgün boyunda %39 oranında azalma meydana geldiği gözlenmiştir (Madany vd., 2020). Domates ve sorgumda yapılan çalışmalarda mikorhiza uygulamaları sonucunda bitki boyunun kontrole kıyasla arttığı bilinmektedir (Karagiannidis vd., 2002; Gworgwor ve Weber, 2003; Tahat vd., 2009). Yine biber ve domateste AMF ve bazı rizobakterilerin bitki boyunu artırdığı bildirilmiştir (Vyas ve Vyas, 2014; Boyno vd., 2022; Hosamani, 2023). Benzer olarak (Azarmi vd., 2011) domateste yaptıkları bir çalışmada *Trichoderma* türlerinin; (Bhuvaneswari vd., 2014) *F. mosseae*, *T. harzianum* ve kombinasyonlarının da biberde sürgün boyunu kontrol grubuna göre önemli derecede artırdığını bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise *P. aegyptiaca* ile bulaşık olan hıyarlarda kontrole göre sürgün boyunun azaldığı ancak AMF'nin bitkilerin sürgün boyu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır (Faradonbeh vd., 2021).

4.3 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Sürgün ve Kök Ağırlığı Üzerine Etkisi

4.3.1 Sürgün Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domatese farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre sürgün yaş ve kuru ağırlığında meydana gelen değişimler Çizelge 4.3 ve 4.4; Şekil 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

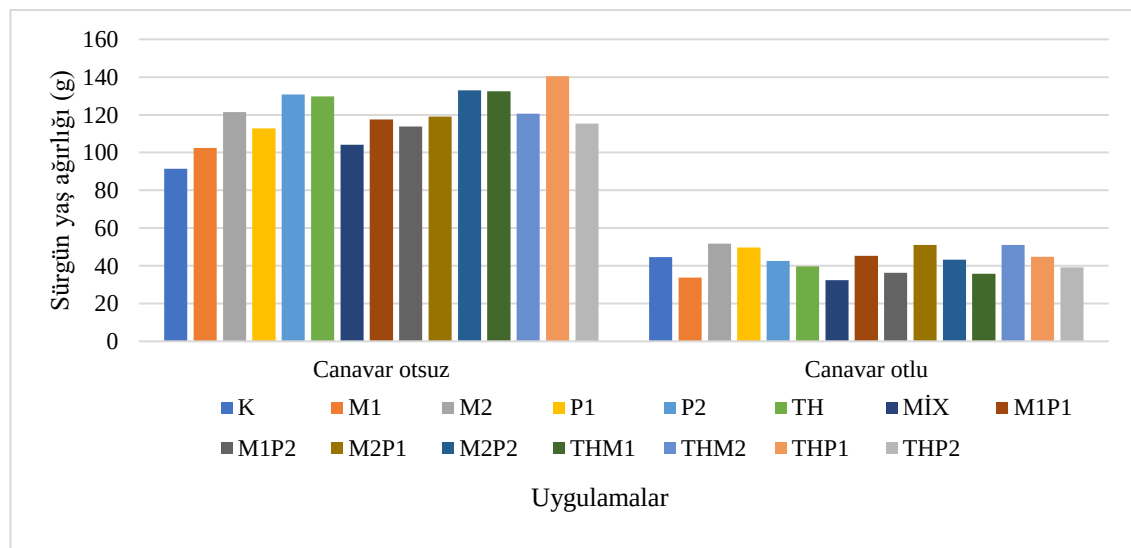
Çizelge 4.3 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün yaş ağırlığına (g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama±SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama±SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	91.48±2.84 h A	-	44.65±2.17 ab B	-
M1	102.52±3.77 gh A	12.07	33.69±1.66 cd B	-24.55
M2	121.42±4.62 bcde A	32.73	51.66±3.08 a B	15.68
P1	112.74±3.91 efg A	23.24	49.64±4.85 a B	11.17
P2	130.75±5.74 abc A	42.93	42.64±2.83 abc B	-4.52
TH	129.79±4.19 abcd A	41.87	39.61±2.23 bcd B	-11.29
MİX	104.14±2.87 fgh A	13.84	32.45±2.62 d B	-27.32
M1P1	117.47±5.61 cdef A	28.41	45.34±1.88 ab B	1.55
M1P2	113.77±4.60 efg A	24.37	36.22±2.66 bcd B	-18.89
M2P1	119.10±5.52 bcde A	30.19	51.03±3.71 a B	14.29
M2P2	132.97±2.73 ab A	45.35	43.32±2.62 abc B	-2.98
THM1	132.42±4.85 ab A	44.75	35.80±2.98 bcd B	-19.82
THM2	120.65±7.28 bcde A	31.89	51.06±3.72 a B	14.36
THP1	140.39±4.46 a A	53.46	44.72±4.23 ab B	0.15
THP2	115.35±2.98 defg A	26.09	39.14±1.95 bcd B	-12.35
Ort.	118.99±1.61 A		42.73±0.93 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p<0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.3 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün yaş ağırlığına (g) etkisi

Sürgün yaş ağırlığı verileri incelendiğinde *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekte edilmemiş verilere bakıldığında kullanılan mikroorganizmaların tüm uygulamalarda kontrol grubuna göre sürgün yaş ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu uygulamalarda en yüksek sürgün yaş ağırlığı 140.39 g ile THP1 ve 132.97 g ile M2P2; en düşük ise 91.48 g ile K ve 102.52 g ile M1 uygulamalarında saptanmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda sürgün yaş ağırlığında kontrole göre artış ve azalışların olduğu gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekteli uygulamalarda en yüksek sürgün yaş ağırlığı M2 (51.66 g) ve THM2 (51.07 g); en düşük ise MİX (32.46 g) ve M1 (33.69 g) uygulamalarından elde edilmiştir. *P. ramosa* ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmemiş uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre sürgün yaş ağırlığında %51.19 oranında düşüş olduğu hesaplanmıştır.

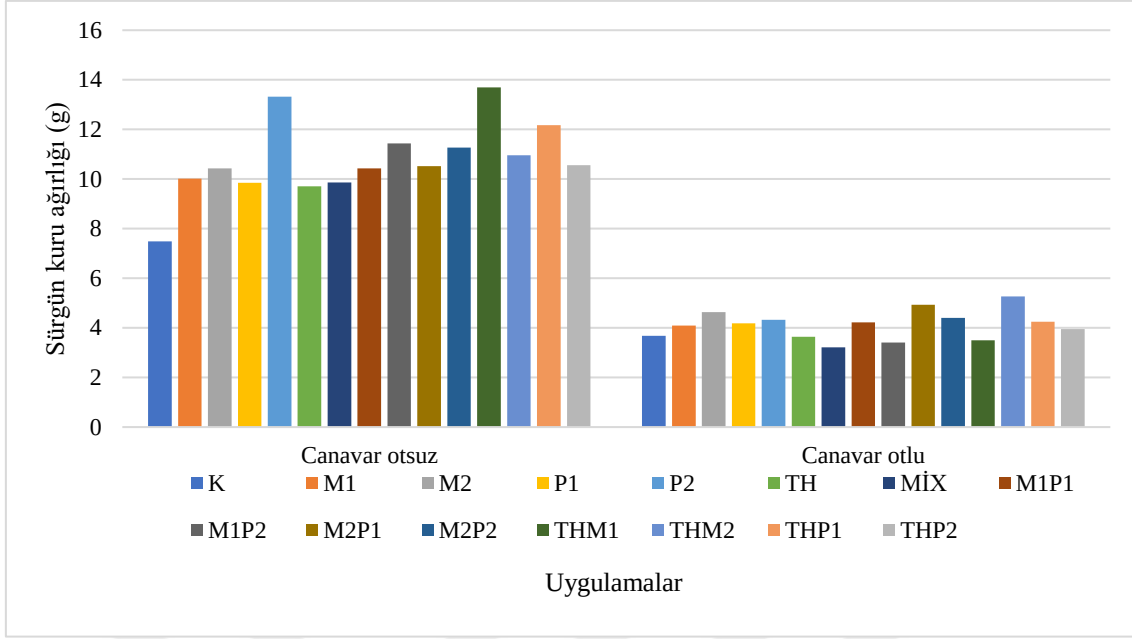
Çizelge 4.4 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün kuru ağırlığına (g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	7.49±0.34 d A	-	3.68±0.23 cde B	-
M1	10.01±0.32 c A	33.66	4.09±0.33 bcde B	11.42
M2	10.43±0.36 bc A	39.30	4.63±0.32 abc B	25.96
P1	9.85± 0.41 c A	31.54	4.18±0.35 abcde B	13.83
P2	13.32±0.54 a A	77.82	4.33±0.47 abcde B	17.67
TH	9.71±0.59 c A	29.61	3.63±0.18 cde B	-1.19
MİX	9.85±0.49 c A	31.59	3.22±0.15 e B	-12.61
M1P1	10.43±0.76 bc A	39.29	4.22±0.44 abcde B	14.78
M1P2	11.43±0.59 bc A	52.62	3.41±0.24 de B	-7.44
M2P1	10.52±0.41 bc A	40.49	4.93±0.38 ab B	34.08
M2P2	11.26±0.37 bc A	50.42	4.41±0.43 abcd B	19.74
THM1	13.69±0.93 a A	82.88	3.50±0.36 cde B	-4.76
THM2	10.96±0.64 bc A	46.30	5.27±0.55 a B	43.26
THP1	12.16±0.63 ab A	62.43	4.25±0.39 abcde B	15.60
THP2	10.56±0.48 bc A	40.99	3.95±0.12 bcde B	7.51
Ort.	10.78±0.19 A		4.11±0.99 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.4 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin sürgün kuru ağırlığına (g) etkisi

Çizelge 4.4'te verilen sürgün kuru ağırlığı verileri incelendiğinde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş veriler incelendiğinde kullanılan mikroorganizma ve biyolojik preparatların kontrol grubuna göre tüm uygulamalarda sürgün kuru ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek sürgün kuru ağırlığı sırasıyla 13.7 ve 13.32 g ile THM1 ve P2; canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda ise 5.27 ve 4.93 g ile THM2 ve M2P1 uygulamalarında olduğu gözlenmiştir. *P. ramosa* ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük sürgün kuru ağırlığı sırasıyla 7.49 ve 9.71 g ile K ve TH; enfekte olan uygulamalarda ise 3.22 ve 3.41 g ile MİX ve M1P2 uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmemiş uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre sürgün kuru ağırlığında %50,86 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.

4.3.2 Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

P. ramosa enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre bitkilerinde kök yaş ve kök kuru ağırlığında meydana gelen değişimler Çizelge 4.5, 4.6 ve Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

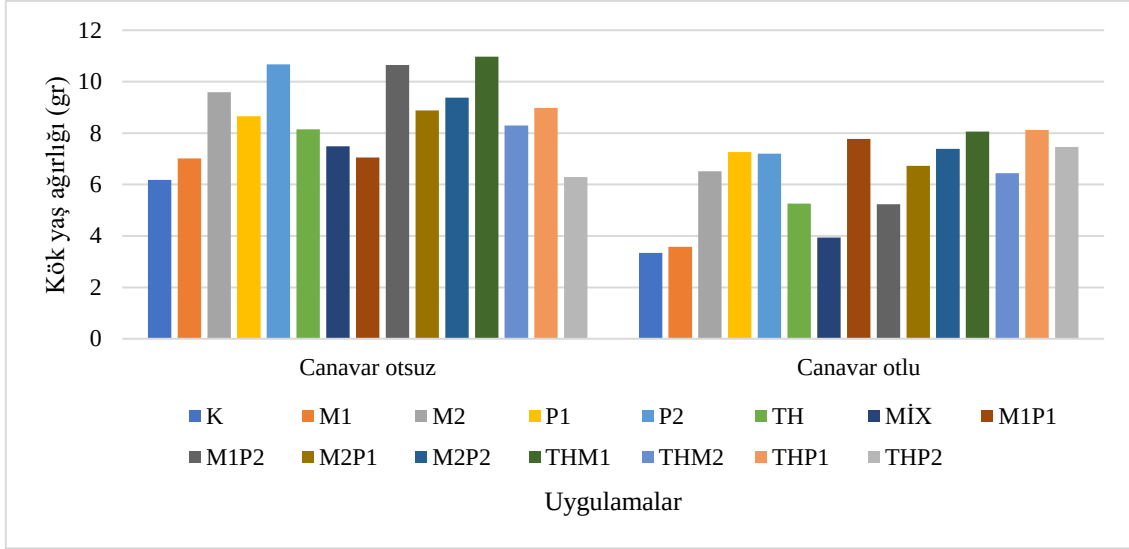
Çizelge 4.5 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök yaş ağırlığına (g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	6.19±0.36 f A	-	3.34±0.46 d B	-
M1	7.01± 0.71 ef A	13.46	3.57±0.51 cd B	7.03
M2	9.58±0.56 abc A	55.18	6.51±0.59 ab B	94.73
P1	8.66±0.75 cde öd	40.21	7.26±0.62 a	117.16
P2	10.67±0.54 ab A	72.68	7.20±0.62 a B	115.44
TH	8.14±0.63 cde A	31.87	5.25±0.75 bc B	57.23
MIX	7.48±0.42 def A	21.17	3.94±0.44 cd B	17.87
M1P1	7.05± 0.43 ef öd	14.14	7.77±0.66 a	132.41
M1P2	10.64±0.46 ab A	72.30	5.23±0.41 bc B	56.60
M2P1	8.87±0.62 cd A	43.67	6.73±0.52 ab B	101.27
M2P2	9.38± 0.56 abc A	51.86	7.39±0.58 a B	121.05
THM1	10.97±0.55 a A	77.54	8.06±0.57 a B	141.05
THM2	8.29±0.47 cde A	34.28	6.44±0.57 ab B	92.60
THP1	8.98± 0.53 bcd öd	45.43	8.12±0.58 a	142.95
THP2	6.29±0.51 f öd	1.78	7.46±0.45 a	123.14
Ort.	8.55±0.19 A		6.29±0.19 B	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p<0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MIX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.5 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök yaş ağırlığına (g) etkisi

Çizelge 4.5'te verilen kök yaş ağırlığı verilerinde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar P1, M1P1, THP1 ve THP2 uygulamaları dışında diğer tüm uygulamalarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek kök yaş ağırlığı 10.97 g ile THM1, 10.67 g ile P2; en düşük ise 6.18 g ile K ve 6.29 g ile THP2 uygulamalarında saptanmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda en yüksek kök yaş ağırlığı 8.12 g ile THP1 ve 8.06 g ile THM1; en düşük ise 3.34 g ile K ve 3.58 g ile M1 uygulamalarından elde edilmiştir. Canavar otu ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmemiş uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre kök yaş ağırlığında %46.04 oranında düşüş olduğu saptanmıştır. Hem canavar otu enfekteli hem de enfekte edilmemiş uygulamalar incelendiğinde kontrol grubu bitkilerine göre kök yaş ağırlıklarının arttığı gözlenmiştir.

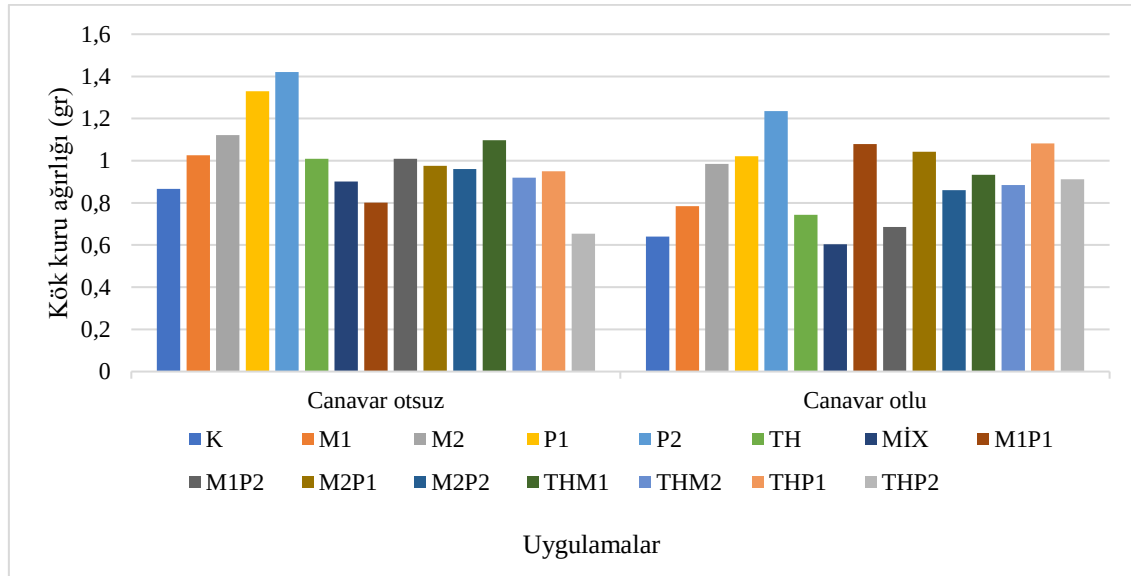
Çizelge 4.6 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök kuru ağırlığına (g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	0.87±0.07 cd A	-	0.64±0.06 cd B	-
M1	1.03±0.09 bc	18.47	0.78±0.12 bcd	22.46
M2	1.12±0.09 bc	29.44	0.99±0.12 abcd	53.91
P1	1.33±0.09 ab	53.39	1.02±0.13 abcd	59.57
P2	1.42±0.16 a	64.07	1.24±0.13 a	92.97
TH	1.01±0.15 bc	16.45	0.74±0.08 bcd	16.21
MİX	0.90±0.10 cd A	4.04	0.60±0.09 d B	-5.66
M1P1	0.80±0.09 cd	-7.50	1.08±0.13 ab	68.69
M1P2	1.01±0.09 bc	16.45	0.69±0.15 bcd	7.23
M2P1	0.98±0.08 cd	12.70	1.04±0.09 abc	62.89
M2P2	0.96±0.09 cd	10.97	0.86±0.20 abcd	34.38
THM1	1.10±0.11 bc	26.70	0.93±0.14 abcd	45.70
THM2	0.92±0.12 cd	6.20	0.89±0.16 abcd	38.28
THP1	0.95±0.06 cd	9.67	1.08±0.13 ab	69.14
THP2	0.65±0.08 d	-24.53	0.91±0.12 abcd	42.38
Ort.	1.00±0.29 A		0.90±0.03 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.6 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök kuru ağırlığına (g) etkisi

Çizelge 4.6’da domatesin kök kuru ağırlığı verilerine bakıldığında hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmemiş uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar sadece K ve MİX uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek kök kuru ağırlığı 1.42 g ile P2 ve 1.33 g ile P1; canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda 1.24 g ile P2 ve 1.08 g ile M1P1 ve THP1 uygulamalarında olduğu gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük kök kuru ağırlığı 0.65 g ile THP2 ve 0.80 g ile M1P1; enfekteli uygulamalarda ise 0.60 g ile MİX ve 0.64 g ile K uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmemiş uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre kök kuru ağırlığında %26.43 oranında düşüş olduğu saptanmıştır. Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında canavar otu ile enfekteli uygulamalarda MİX; canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda ise M1P1 ve THP2 uygulamaları dışında diğer tüm uygulamalarda kök kuru ağırlığının arttığı gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda canavar otu ile bulaşık kültür bitkilerinin hem sürgün hem de kök yaş ve kuru ağırlıklarında önemli azalmaların olduğu bilinmektedir. Örneğin Yang vd. (2016)’nin ayçiçeğinde yaptıkları çalışmada *O. cumana* enfekteli olduğu bitkilerin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yaş ve kuru ağırlıklarının sırasıyla %35 ve %44 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde ayçiçeği ve hıyarda yapılan çalışmalarda canavar otu ile bulaşık olan bitkilerin kök kuru ağırlıkları kontrol gruplarına göre daha düşük çıkmıştır (Labrousse vd., 2001; Faradonbeh vd., 2020). Domateste yapılan çalışmalarda ise canavar otu ile bulaşık olan bitkilerin hem sürgün hem de kök yaş ve kuru ağırlıkları bulaşık olmayan bitkilere göre daha düşük çıktığı saptanmıştır (Singh vd., 1971; Ter Borg ve Van Ast, 1991; Qasem ve Kasrawi, 1995; Barker vd., 1996; Qasem, 1998; Tokasi vd., 2014; Qasem, 2019; Madany vd., 2020). Yine domateste yapılan çalışmalarda Ahmad vd. (2018) canavar otu ile bulaşık olan bitkilerin kontrol grubuna göre toplam biyokütlesinin %65-70; Longo vd. (2010) ise yaş ağırlığının %12 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da hem sürgün hem de kök yaş ve kuru ağırlığı verileri incelendiğinde canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre yaş ve kuru ağırlıklarının genel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Tokasi vd. (2014) canavar otunun yaş ve kuru

ağırlığında düşüşe sebep olmasının nedeninin parazit yabancı otun domatesin gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Labrousse vd. (2001) ve Faradonbeh vd. (2020) ise bitkilerdeki bu ağırlık kayıplarının canavar otu ile kültür bitkisi arasındaki yoğun rekabetin bir sonucu olduğunu rapor etmişlerdir. Canavar otları su ve besin maddelerini konukçu bitkilerden temin ettiği için bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları olumsuz etkilenmektedir. Bunun yanında canavar otu bulaşıklığı konukçu bitkinin hormonal dengesini bozduğu ve buna bağlı olarak stomaların açılıp kapanmasının olumsuz etkilenmesiyle bitkilerin biyokütlesinin azaldığı düşünülmektedir (Frost vd., 1997; Constantine vd., 2013).

Son zamanlarda tarımda yoğun bir şekilde kullanılan bazı biyolojik kontrol etmenlerinin bitkinin biyokütlesini artırdığı yapılan birçok çalışmada anlaşılmıştır. Örneğin sorgum, domates, biber ve patlıcanda yapılan çalışmalarda araştırmacılar farklı AMF, *Trichoderma* ve bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin kültür bitkilerinin toplam ağırlıklarını (biyokütle) arttırdığı rapor edilmiştir (Karagiannidis vd., 2002; Gworgwor ve Weber, 2003; Azarmi vd., 2011; Bhuvaneswari vd., 2014; Boyno vd., 2022). Sadece domates üzerinde yürütülen çalışmalarda da AMF ve *T. asperellum* uygulamalarının yaş ve kuru ağırlığı artırdığı görülmüştür (Segarra vd., 2010; Herrera-Téllez vd., 2019; Hosamani, 2023).

Yapılan bu çalışmada, canavar otu ile enfekte edilmemiş bitkilerde kullanılan biyolojik kontrol etmenlerinin bitkinin sürgün yaş ve kuru ağırlığını arttırdığı gözlenmiştir. Brhane vd. (2016) ve El-Dabaa ve Abd-El-Khair (2020) *O. crenata* ile bulaşık baklada yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Buna göre *T. harzanium*, *T. viride*, *R. leguminosarum*, *P. flourencens*, *B. subtilis* uygulamaları sonucunda canavar otlu kontrole kıyasla baklanın biyokütlesinin arttığını rapor etmişlerdir. Canavar otu ile bulaşık kültür bitkilerinde bazı biyolojik etmenlerin kullanılması durumunda bitkinin biyokütlesinde değişikliklerin olduğu görülmektedir.

4.4 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Gövde Çapı Üzerine Etkisi

P. ramosa ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre gövde çapında meydana gelen değişimler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

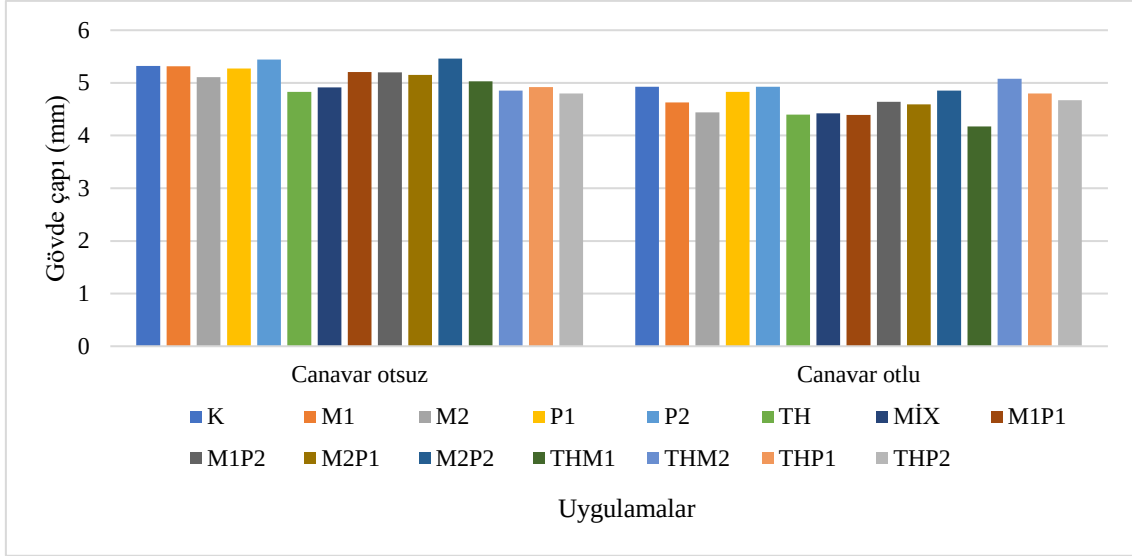
Çizelge 4.7 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin gövde çapına (mm) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	5.32±0.16 ab	-	4.93±0.13 öd	-
M1	5.31±0.14 abc A	-0.20	4.63±0.17 B	-6.00
M2	5.11±0.11 abcd	-3.99	4.44±0.32	-9.90
P1	5.27±0.09 abc A	-1.00	4.83±0.18 B	-1.92
P2	5.44±0.15 a	2.18	4.93±0.22	0.08
TH	4.83±0.13 d	-9.33	4.40±0.28	-10.70
MİX	4.91±0.12 cd A	-7.75	4.42±0.15 B	-10.20
M1P1	5.21±0.13 abcd A	-2.20	4.39±0.30 B	-10.80
M1P2	5.20±0.08 abcd A	-2.32	4.64±0.18 B	-5.79
M2P1	5.15±0.14 abcd A	-3.24	4.59±0.19 B	-6.80
M2P2	5.46±0.06 a A	2.62	4.85±0.22 B	-1.47
THM1	5.03±0.12 bcd A	-5.52	4.17±0.20 B	-15.25
THM2	4.85±0.17 d	-8.87	5.08±0.30	3.08
THP1	4.92±0.11 bcd	-7.61	4.80±0.14	-2.51
THP2	4.80±0.09 d	-9.86	4.67±0.21	-5.15
Ort.	5.12±0.36 A		4.65±0.06 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ ’e göre önemlidir. SH: Standart hata. Öd: önemli değil.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.7 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin gövde çapına (mm) etkisi

Çizelge 4.7’de verilen gövde çapında canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken; enfekteli uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar M1, P1, MiX, M1P1, M1P2, M2P1, M2P2 ve THM1 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek gövde çapı sırasıyla 5.46 ve 5.44 mm ile M2P2 ve P2; en düşük gövde çapı ise sırasıyla 4.8 ve 4.83 mm ile THP2 ve TH uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamaların gövde çapı oranı enfekteli olan uygulamalara kıyasla daha yüksek çıktığı gözlenmiştir.

Mohamed ve Abdalla (2023) yaptıkları bir çalışmada yabancı otlarla bulaşık olan domates bitkilerinin kontrol grubuna göre gövde çapının daha düşük çıktığını; Xi vd. (2022) *O. cumana* ile bulaşık ayçiçeğinde gövde çapı değerinin bulaşık olmayan kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğunu saptamışlardır. Biyolojik kontrol ajanları ile domateste yapılan bazı çalışmalarda ise kullanılan mikroorganizmaların (rizobakteri, mikorhiza ve *Trichoderma*) bitkinin gövde çapını artırdığı rapor edilmiştir (Kumar vd., 2010; Azarmi vd., 2011; Moustaine vd., 2017; Boyno vd., 2022). Yine domateste kullanılan farklı endofit bakteri ve AMF uygulamaları sonucunda bitkinin gövde çapında kontrol grubuna göre uygulamalar arasında farklılıkların olduğu gözlenmiştir (Boyno vd.,

2020; Bilgili ve Bilgili, 2023). Yapılan bu çalışmada canavar otu ile enfekteli bitkiler enfekte edilmemiş bitkilerle kıyaslandığında gövde çapının daha düşük çıktığı saptanmıştır.

4.5 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

P. ramosa ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre kök uzunluğunda meydana gelen değişimler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

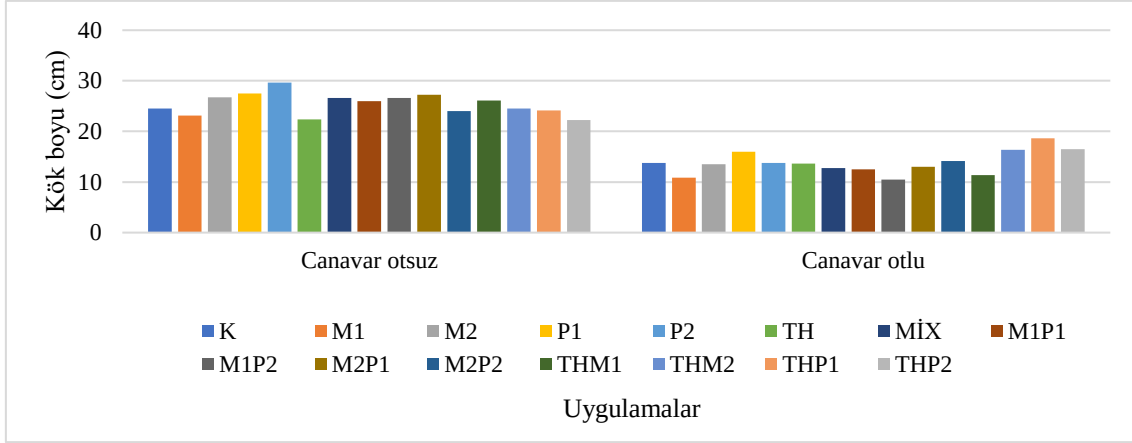
Çizelge 4.8 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök uzunluğuna (cm) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	24.50±1.28 bcd A	-	13.75±1.03 bcd B	-
M1	23.13±1.34 cd A	-5.61	10.88±0.77 d B	-20.91
M2	26.75±1.19 abc A	9.18	13.50±0.98 bcd B	-1.82
P1	27.50±1.60 ab A	12.24	16.00±1.44 abc B	16.36
P2	29.63±1.74 a A	20.92	13.75±1.08 bcd B	0.00
TH	22.38±1.40 d A	-8.67	13.63±0.84 bcd B	-0.91
MİX	26.63±1.18 abc A	8.67	12.75±0.92 bcd B	-7.27
M1P1	26.00±0.85 abcd A	6.12	12.50±0.80 cd B	-9.09
M1P2	26.63±1.12 abc A	8.67	10.50±0.93 d B	-23.64
M2P1	27.25±0.65 abc A	11.22	13.00±0.80 bcd B	-5.45
M2P2	24.00±1.41 bcd A	-2.04	14.13±0.58 bcd B	2.73
THM1	26.13±1.19 abcd A	6.63	11.38±0.80 d B	-17.27
THM2	24.50±1.54 bcd A	0.00	16.38±2.41 ab B	19.09
THP1	24.13±1.36 bcd A	-1.53	18.63±1.59 a B	35.45
THP2	22.25±0.82 d A	-9.18	16.50±1.21 ab B	20.00
Ort.	25.43±0.36 A		13.81±0.35 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p<0.05$ ’e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.8 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin kök boyuna (cm) etkisi

Çizelge 4.8’de verilen kök uzunluğu verileri incelendiğinde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hem canavar otu ile enfekteli olan hem de enfekte edilmeyen uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek kök uzunluğu 29.63 cm ile P2 ve 27.5 cm ile P1; canavar otu ile enfekte olan uygulamalarda ise en yüksek kök uzunluğu 18.63 cm ile THP1 ve 16.5 cm ile THP2 uygulamalarında gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük kök uzunluğu 22.25 cm ile THP2 ve 22.38 cm ile TH; canavar otu ile enfekte olan uygulamalarda ise en düşük 10.5 cm ile M1P2 ve 10.88 cm ile M1 uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre kök uzunluğu %43.87 oranında düşüş meydana gelmiştir.

Çalışmada *P. ramosa* ile enfekteli bitkiler enfekte edilmemiş bitkilerle karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre kök uzunluğunun daha düşük çıktığı gözlenmiştir. Bu durum farklı kaynaklarda da benzer şekilde ifade edilmiştir. Domatesin kök gelişimdeki düşüşün canavar otu ile kültür bitkisi arasındaki güçlü rekabet ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Tokasi vd., 2014). Singh vd. (1971) domateste, Xi vd. (2022) ise ayçiçeğinde canavar otu ile bulaşık bitkilerin kök uzunluğunun kontrol bitkilerine göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bitkilerdeki kök uzunluğunun endojen ve çevresel faktörden etkilendiği bilinmektedir (Berta vd., 1990). Yapılan çalışmalarda araştırmacılar farklı bakteri izolatlarının domates, pamuk, bezelye, marul ve kanola bitkilerinin kök

gelişimini artırdığını rapor etmişlerdir (Hall vd., 1996; Glick vd., 1997; Egamberdiyeva ve Höflich, 2004; Moustaine vd., 2017). Benzer şekilde kullanılan mikorhiza türlerinin biber ve domates bitkilerinin kontrole göre kök gelişimini artırdığı bildirilmiştir (Bhuvaneswari vd., 2014; Boyno vd., 2022). Yapılan bazı çalışmalarda biyolojik kontrol etmen uygulamaları sonucunda kök uzunluğunda farklılıkların olduğu görülmektedir. Bitki gelişimini teşvik eden AMF türleri hem kolonizasyonu hem de besin alımını optimize ettiği, bitkinin kılcal ve yan kök oluşumunu sağladığı için kök uzunluğunda bu farklılıkların olmasını destekler niteliktedir (Cesaro vd., 2020).

4.6. Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Yaprak Sayısı Üzerine Etkisi

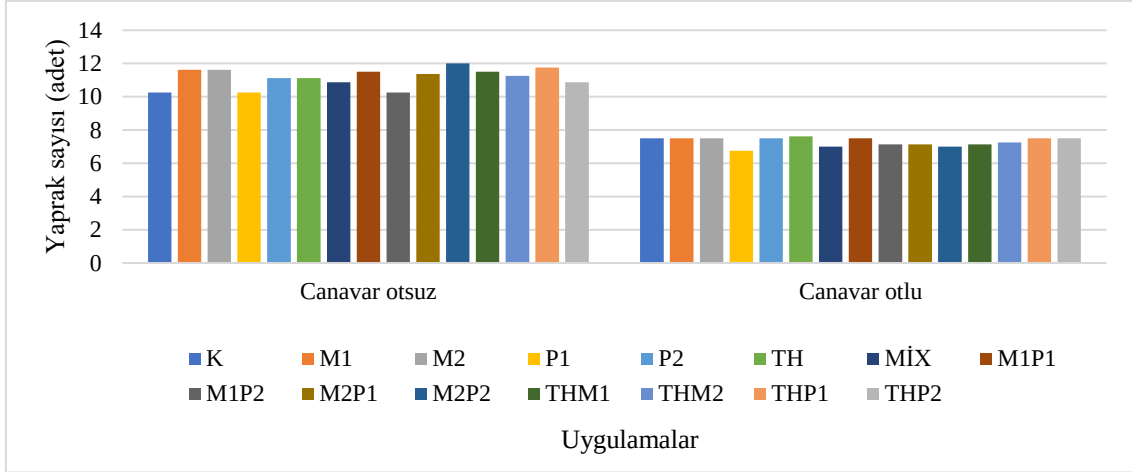
P. ramosa enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre yaprak sayısında meydana gelen değişimler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin yaprak sayısına (adet) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	10.25±0.25 c A	-	7.50±0.19 öd B	-
M1	11.63±0.38 ab A	13.41	7.50±0.33 B	0.00
M2	11.63±0.42 ab A	13.41	7.50±0.33 B	0.00
P1	10.25±0.16 c A	0.00	6.75± 0.31 B	-10.00
P2	11.13±0.30 abc A	8.54	7.50±0.27 B	0.00
TH	11.13±0.30 abc A	8.54	7.63±0.26 B	1.67
MİX	10.88±0.30 bc A	6.10	7.00±0.33 B	-6.67
M1P1	11.50±0.33 ab A	12.20	7.50±0.33 B	0.00
M1P2	10.25±0.16 c A	0.00	7.13±0.30 B	-5.00
M2P1	11.38±0.32 ab A	10.98	7.13±0.23 B	-5.00
M2P2	12.00±0.27 a A	17.07	7.00±0.27 B	-6.67
THM1	11.50±0.42 ab A	12.20	7.13±0.40 B	-5.00
THM2	11.25±0.41 abc A	9.76	7.25±0.25 B	-3.33
THP1	11.75±0.25 ab A	14.63	7.50±0.27 B	0.00
THP2	10.88±0.23 bc A	6.10	7.50±0.19 B	0.00
Ort.	11.16±0.9 A		7.30±0.73 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p<0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata. Öd: önemli değil. Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.9 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin yaprak sayısı (adet) etkisi

Çizelge 4.9’da verilen yaprak sayıları verileri incelendiğinde *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunurken; enfekteli uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur. Canavar otu ile enfekte edilmemiş veriler incelendiğinde kullanılan mikroorganizma ve preparatların kontrol grubuna göre genel olarak yaprak sayısını arttırdığı, en yüksek yaprak sayısının 12.0 adet/bitki ile M2P2 ve 11.75 adet/bitki THP1 uygulamalarında olduğu gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük yaprak sayısı 10.25 adet/bitki ile K, P1 ve M1P2 uygulamalarından elde edilmiştir. *P. ramosa* ile enfekteli bitkiler enfekte edilmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre domatesin yaprak sayısında %26.82 oranında düşüş olmuştur.

Çalışmada *P. ramosa* ile enfekte edilmeyen bitkilerde kullanılan mikroorganizma ve biyolojik preparatların kontrol grubuna göre yaprak sayısını arttırdığı; *P. ramosa* ile enfekteli bitkilerde ise uygulamalar arasında farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekteli olan bitkilerin yaprak sayısı enfekte edilmeyen bitkilere göre önceki çalışmalarda da olduğu gibi daha düşük çıkmıştır.

Domateste yapılan çalışmalarda kullanılan mikorhiza, *Trichoderma* ve bakteri izolatlarının bitkinin yaprak sayısını pozitif etkilediği ve uygulamalar sonucunda kontrole göre yaprak sayısının artırdığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Musa, 2012; Attia vd., 2020; Boyno vd., 2022). Benzer şekilde biberde yapılan bir çalışmada *F. mosseae*, *T.*

harzianum ve kombinasyonları sonucunda tüm uygulamaların biberin yaprak sayısını artırdığı gözlenmiştir (Bhuvaneswari vd., 2014). Canavar otu ile bulaşık olan domates üzerinde yapılan bir çalışmada yaprak sayısının kontrole göre azaldığı bildirilmiştir (Singh vd., 1971; Mohamed ve Abdalla, 2023). El-Dabaa ve Abd-El-Khair (2020), *O. crenata* ile bulaşık bakla bitkilerine uygulanan *P. flourencens*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, *T. harzianum*, *T. viride* ve *T. vierns* izolatları canavar otu ile bulaşık olmayan bitkilerle karşılaştırıldığında baklanın yaprak sayısında düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

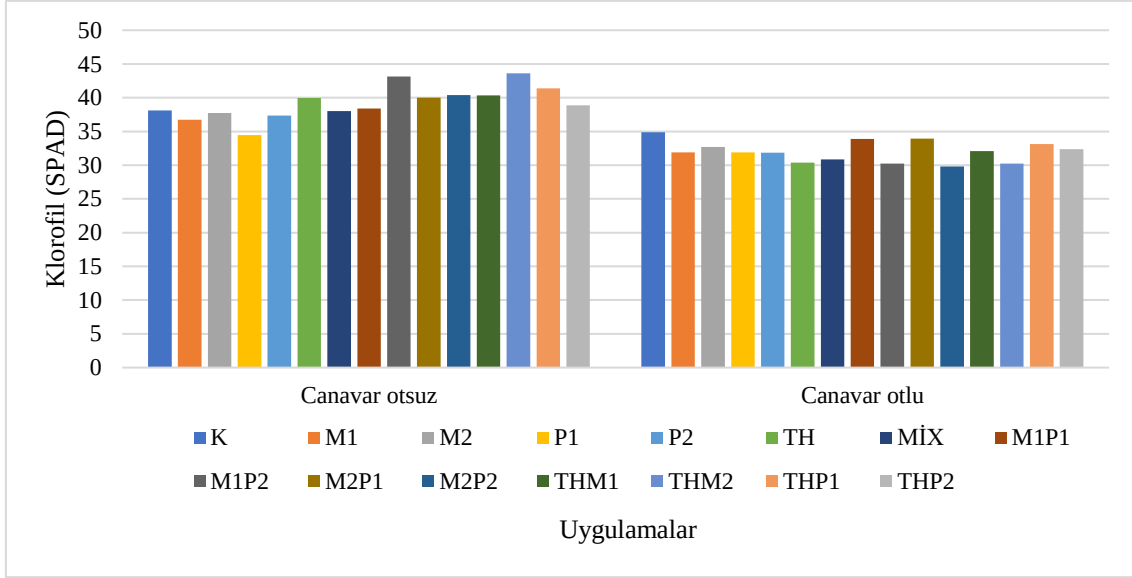
4.7 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Klorofil (SPAD) İçeriği Üzerine Etkisi

P. ramosa ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre klorofil içeriğinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin klorofil (SPAD) içeriğine etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	38.10±1.25 bcd A	-	34.88±0.82 öd B	-
M1	36.75±1.14 cd A	-3.54	31.90±1.70 B	-8.52
M2	37.71±1.27 bcd A	-1.02	32.73±1.23 B	-6.16
P1	34.46±0.87 d	-9.55	31.90±1.08	-8.53
P2	37.36±1.00 bcd A	-1.94	31.83±1.23 B	-8.73
TH	39.95±1.46 abc A	4.86	30.37±1.33 B	-12.91
MİX	38.01±1.14 bcd A	-0.23	30.86±0.93 B	-11.51
M1P1	38.41±1.28 bcd A	0.82	33.89±1.12 B	-2.83
M1P2	43.16±2.12 a A	13.29	30.25±1.03 B	-13.26
M2P1	40.00±1.35 abc A	4.99	33.95±1.08 B	-2.65
M2P2	40.39±1.60 abc A	6.00	29.83±1.00 B	-14.48
THM1	40.34±1.07 abc A	5.87	32.10±1.63 B	-7.96
THM2	43.64±1.26 a A	14.53	30.24±1.42 B	-13.30
THP1	41.38±1.59 ab A	8.60	33.15±1.67 B	-4.96
THP2	38.88±1.02 bc A	2.03	32.35±1.38 B	-7.24
Ort.	39.24±0.38 A		32.01±0.33 B	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata. Öd: önemli değil. Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.10 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin klorofil (SPAD) üzerine etkisi

Çizelge 4.10’da verilen klorofil içeriğinde sadece canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Veriler incelendiğinde *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar sadece M2 uygulamasında istatistiksel olarak önemsiz diğer tüm uygulamalarda ise önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş bitkilerde en yüksek klorofil içeriği sırasıyla 43.64 ve 43.16 SPAD değeriyle THM2 ve M1P2; en düşük ise sırasıyla 34.46 ve 36.75 SPAD değeriyle P1 ve M1 uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların klorofil içeriği enfekteli olan uygulamalara kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda araştırmacılar AMF, *Trichoderma* ve bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin domates, biber, tütün, mısır ve sorgumun klorofil içeriğini artırdığını rapor etmişlerdir (Demir, 2004; Zuccarini, 2007; Akladios ve Abbas, 2014; Moustaine vd., 2017; Chandrashekharagowda vd., 2018; Herrera-Téllez vd., 2019; Carillo vd., 2020; Yadav vd., 2021; Alam vd., 2023). Nefzi vd. (2016) *O. foetida* ile bulaşık nohut bitkilerinin bulaşık olmayan kontrol bitkilerine göre toplam klorofil içeriğinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Domateste yapılan bazı çalışmalarda da *P. ramosa* ile bulaşık olan bitkilerin enfekte olmayan bitkilere kıyasla klorofil içeriğinin (SPAD) daha düşük çıktığı ve domatesin fotosentetik kapasitesinde önemli bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Mauromicale vd., 2008; Tarantino vd., 2015; Disciglio vd., 2016). Tez

alışmasında *P. ramosa* ile enfekte edilmeyen bitkilerde kullanılan biyolojik kontrol etmenlerinin kontrole göre genel olarak klorofil içeriğini arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca daha önce yapılan çalışmalara paralel olarak canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkilere kıyasla klorofil içeriğinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Canavar otu ile bulaşık olan bitkilerin klorofil içeriğinin düşüş olmasının nedeni parazit yabancı otun konukçu bitkiden su ve besin maddeleri alması sonucunda bitkinin hormonal dengesinin bozulmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Constantine vd., 2013).

Bitkilerdeki mikrobiyal aktivitenin bitkileri farklı şekillerde etkilediği ve zararlılara karşı en uygun stratejiyi bulma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Van der Putten vd., 2001; Noman vd., 2020; Adeleke ve Babalola, 2022; Caccavo vd., 2022). Biyotik ve abiyotik stres gibi olumsuz çevresel koşullar, reaktif oksijen türlerinin (ROS) artan üretimi nedeniyle oksidatif stresin ortaya çıkması gibi bir dizi metabolik değişikliği tetikleyerek bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumsuz etkileyebilmektedir (Díaz-Vivancos vd., 2008; Díaz-Vivancos vd., 2013). Bu nedenle çalışmada gövde çapı ve klorofil (SPAD) miktarı gibi bazı morfolojik parametrelerde kontrol gruplarına göre farklılıklar meydana gelmiştir. Bu duruma göre Rişvanlı (2022)'nın da ifade ettiği gibi hem bitki türlerinin hem de yararlı mikroorganizmaların ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmesi gerekir.

4.8 Canavar Otu Bulaşıklılığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domatese Verdiği Zarar Seviyesi

Çalışma sonunda canavar otunun enfekte olduğu domates bitkilerinin zarar skalasında meydana gelen değişimler izelge 4.11, şekil 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Biyolojik kontrol etmen uygulamaları sonucunda kontrole göre canavar otu bulaşıklığının domateste verdiği zarar (Rao, 2000 ve Tepe vd., 2017'den değiştirilerek 1-5 skalasına göre düzenlenmiştir.)

Uygulama	(Ortalama ± SH)
K	2.00±0.27 öd
M1	2.12±0.29
M2	2.00±0.27
P1	2.25±0.25
P2	2.00±0.27
TH	1.75±0.25
MIX	1.75±0.25
M1P1	1.87±0.23
M1P2	1.87±0.29
M2P1	1.75±0.25
M2P2	1.75±0.25
THM1	1.87±0.23
THM2	1.62±0.18
THP1	1.87±0.23
THP2	2.00±0.19
Ort.	1.90±0.25

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

SH: Standart hata. Öd: Önemli değil.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MIX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).

Canavar otu bulaşıklığının domatese verdiği zarar skalası incelendiğinde uygulamalar arasında meydana gelen farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Zarar skalası incelendiğinde canavar otu ile enfekteli bitkilerin enfekte olmayan bitkilere göre önemli derecede olumsuz etkilendiği görülmüştür. Çalışma sonunda canavar otu ile enfekteli bitkilerde gelişim geriliği, sararma ve solgunluk belirtileri olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.11 Canavar otu ile bulaşık olmayan bitkilerin genel görünümü



Şekil 4.12 Canavar otu ile enfekteli bitkilerin genel görünümü

Hem canavar otu ile enfekteli olan hem de enfekte olmayan domateslerde ölçülen morfolojik parametreler $P < 0.05$ seviyesine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Veriler incelendiğinde canavar otu ile enfekte olmayan domates bitkilerinde kullanılan mikroorganizma ve biyolojik preparatların genel olarak bitki gelişimine olumlu katkı sağladığı gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekteli olan bitkiler olumsuz etkilenmiş ve büyüme parametrelerinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise tam parazit bir yabancı ot olan canavar otunun fotosentez yapamadığı için su ve besin maddelerini konukçusu olduğu bitkiden almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.9 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Bazı Antioksidatif Enzim ve MDA Aktivitesi Üzerine Etkisi

4.9.1 Katalaz (CAT) Enzimi Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre CAT antioksidatif stres enziminde meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.13'te verilmiştir.

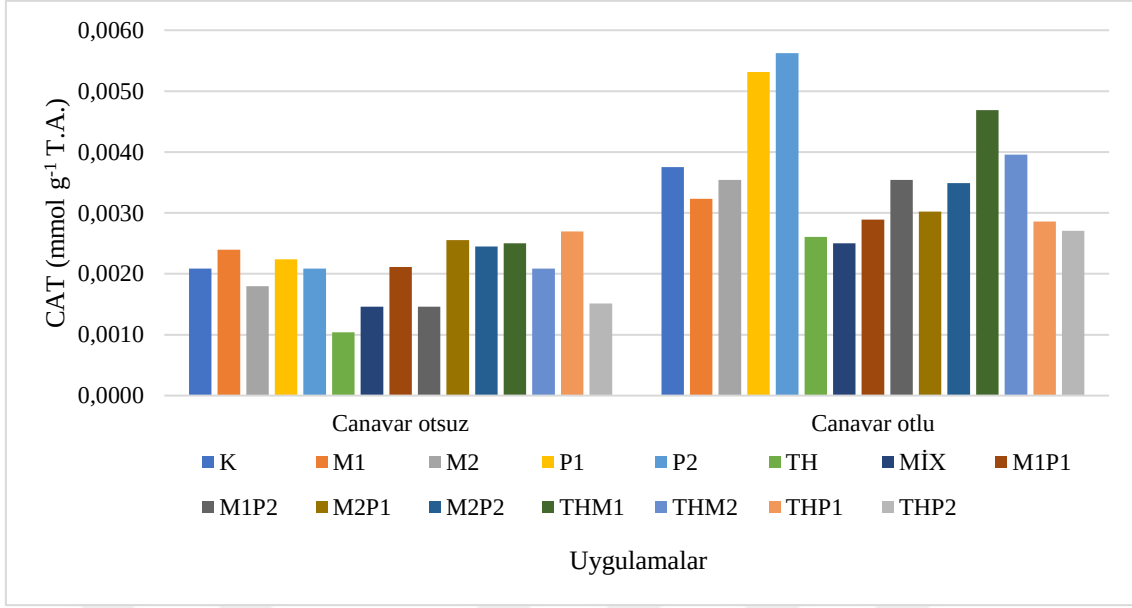
Çizelge 4.12 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin CAT enzimine (mmol g^{-1} T.A.) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	0.0021 $\pm$ 0.0002 abc B	-	0.0038 $\pm$ 0.0004 bc A	-
M1	0.0024 $\pm$ 0.0004 abc	14.77	0.0032 $\pm$ 0.0004 bc	-13.89
M2	0.0018 $\pm$ 0.0003 abcd B	-13.92	0.0035 $\pm$ 0.0002 bc A	-5.56
P1	0.0022 $\pm$ 0.0002 abc B	7.23	0.0053 $\pm$ 0.0006 a A	41.67
P2	0.0021 $\pm$ 0.0003 abc B	-0.20	0.0056 $\pm$ 0.0005 a A	50.00
TH	0.0010 $\pm$ 0.0001 d B	-50.10	0.0026 $\pm$ 0.0003 c A	-30.56
MİX	0.0015 $\pm$ 0.0003 cd B	-30.14	0.0025 $\pm$ 0.0002 c A	-33.33
M1P1	0.0021 $\pm$ 0.0002 abc	1.05	0.0029 $\pm$ 0.0003 c	-22.92
M1P2	0.0015 $\pm$ 0.0003 cd B	-30.14	0.0035 $\pm$ 0.0003 bc A	-5.56
M2P1	0.0026 $\pm$ 0.0005 a	22.26	0.0030 $\pm$ 0.0007 c	-19.44
M2P2	0.0024 $\pm$ 0.0003 ab	17.27	0.0035 $\pm$ 0.0006 bc	-6.94
THM1	0.0025 $\pm$ 0.0002 a B	19.76	0.0047 $\pm$ 0.0005 ab A	25.00
THM2	0.0021 $\pm$ 0.0003 abc B	-0.20	0.0040 $\pm$ 0.0005 bc A	5.56
THP1	0.0027 $\pm$ 0.0003 a	29.12	0.0029 $\pm$ 0.0004 c	-23.71
THP2	0.0015 $\pm$ 0.0001 bcd B	-27.64	0.0027 $\pm$ 0.0005 c A	-27.78
Ort.	0.0020 B		0.0036 A	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.13 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin CAT enzimine (mmol g⁻¹ T.A.) etkisi

Çizelge 4.12’de verilen CAT antioksidatif stres enziminde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Veriler incelendiğinde *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak M1, M1P1, M2P1, M2P2 ve THP1 uygulamalarında önemsiz diğer uygulamalarda ise önemli çıkmıştır. Canavar otunun enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarla kıyaslandığında tüm uygulamalarda CAT içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek CAT içeriği THP1 ve M2P1; enfekte olan uygulamalarda ise en yüksek P2 ve P1 uygulamalarında gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük CAT içeriği TH, MİX, M1P2 ve THP2; enfekte olan uygulamalarda ise en düşük MİX ve TH uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarla karşılaştırıldığında kontrole göre CAT içeriği %80.95 oranında daha yüksek çıkmıştır.

4.9.2 Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzimi Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre SOD antioksidatif stres enziminde meydana gelen değişimler Çizelge 4.13 ve Şekil 4.14’te verilmiştir.

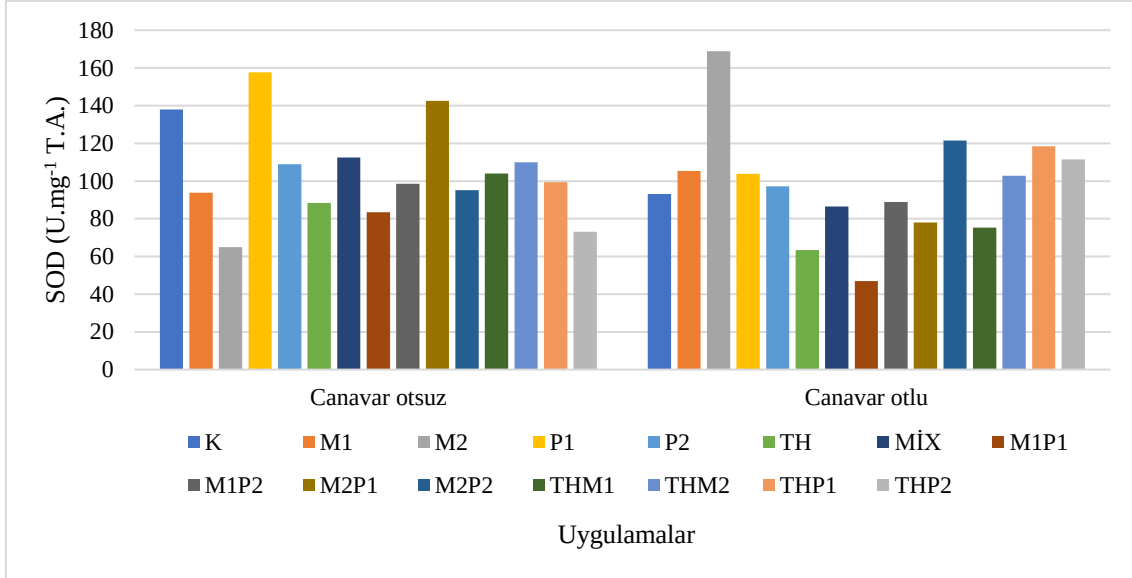
Çizelge 4.13 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin SOD enzimine (mmol gr FW/dk) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	137.99±13.27 abc A	-	93.17±6.51 bcd B	-
M1	93.89±11.48 de	-31.96	105.40±12.98 bc	13.13
M2	64.93±8.31 e B	-52.94	168.91±13.33 a A	81.29
P1	157.66±9.33 a A	14.25	103.86±8.75 bc B	11.47
P2	109.01±16.09 bcd	-21.00	97.17±4.81 bcd	4.29
TH	88.32±13.28 de	-36.00	63.48±9.19 de	-31.87
MİX	112.42±14.57 bcd	-18.53	86.47±7.56 bcd	-7.19
M1P1	83.50±9.31 de A	-39.49	46.97±4.00 e B	-49.59
M1P2	98.55±9.53 de	-28.58	88.88±12.02 bcd	-4.60
M2P1	142.59±11.48 ab A	3.34	77.96±15.23 cde B	-16.33
M2P2	95.14±14.66 de	-31.05	121.51±9.64 b	30.42
THM1	104.04±14.12 cde	-24.61	75.28±16.81 cde	-19.20
THM2	109.98±12.71 bcd	-20.30	102.77±19.31 bc	10.30
THP1	99.36±11.37 de	-28.00	118.49±6.27 b	27.17
THP2	73.09±3.99 de B	-47.04	111.48±14.26 bc A	19.65
Ort.	104.7±3.66		97.45±3.77	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark p<0.05’e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.14 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin SOD enzimine (U.mg⁻¹ T.A.) etkisi

Çizelge 4.13’te verilen SOD antioksidatif stres enziminde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak sadece K, M2, P1, M1P1, M2P1 ve THP2 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek SOD içeriği P1 ve M2P1; en düşük M2 ve THP2 uygulamalarında gözlenmiştir. Canavar otu enfekteli olan uygulamalarda ise en yüksek SOD içeriği M2 ve M2P2; en düşük M1P1 ve TH uygulamalarında saptanmıştır.

4.9.3 Askorbat Peroksidaz (APX) Enzimi Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre APX antioksidatif stres enziminde meydana gelen değişimler Çizelge 4.14 ve Şekil 4.15’te verilmiştir.

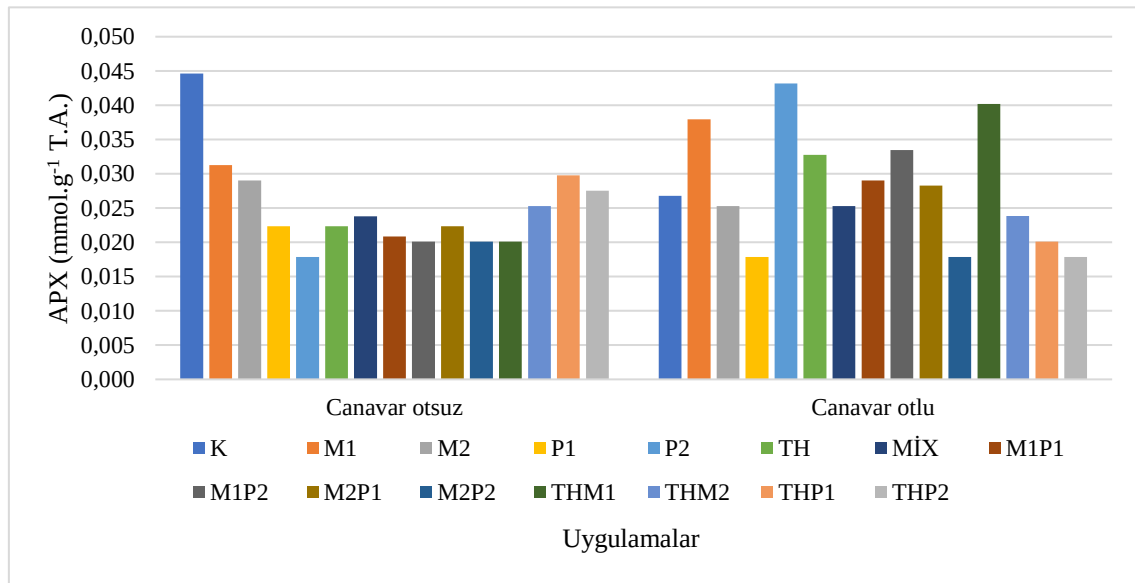
Çizelge 4.14 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin APX enzimine (mmol.g^{-1} T.A.) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	0.045 $\pm$ 0.005 a A	-	0.027 $\pm$ 0.004 cde B	-
M1	0.031 $\pm$ 0.006 b	-30.00	0.038 $\pm$ 0.005 abc	41.67
M2	0.029 $\pm$ 0.003 bc	-35.00	0.025 $\pm$ 0.003 cde	-5.55
P1	0.022 $\pm$ 0.003 bcd	-50.00	0.018 $\pm$ 0.001 e	-33.33
P2	0.018 $\pm$ 0.001 d B	-60.00	0.043 $\pm$ 0.006 a A	61.11
TH	0.022 $\pm$ 0.003 bcd	-50.00	0.033 $\pm$ 0.005 abcd	22.22
MİX	0.024 $\pm$ 0.003 bcd	-46.67	0.025 $\pm$ 0.003 cde	-5.55
M1P1	0.021 $\pm$ 0.002 bcd	-53.33	0.029 $\pm$ 0.006 bcde	8.33
M1P2	0.020 $\pm$ 0.002 cd B	-55.00	0.033 $\pm$ 0.005 abcd A	25.00
M2P1	0.022 $\pm$ 0.003 bcd	-50.00	0.028 $\pm$ 0.006 bcde	5.56
M2P2	0.020 $\pm$ 0.002 cd	-55.00	0.018 $\pm$ 0.001 e	-33.33
THM1	0.020 $\pm$ 0.002 cd B	-55.00	0.040 $\pm$ 0.004 ab A	50.00
THM2	0.025 $\pm$ 0.003 bcd	-43.33	0.024 $\pm$ 0.003 de	-11.09
THP1	0.030 $\pm$ 0.004 bc	-33.33	0.020 $\pm$ 0.002 de	-25.00
THP2	0.028 $\pm$ 0.003 bcd A	-38.33	0.018 $\pm$ 0.001 e B	-33.33
Ort.	0.025		0.028	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.15 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin APX enzimine (mmol.g^{-1} T.A.) etkisi

Çizelge 4.14'te APX enziminde veriler incelendiğinde hem canavar otu ile enfekteli ve hem de enfekte edilmeyen uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar sadece K, P2, M1P2, THM1 ve THP2 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek APX içeriği K ve M1; enfekteli olan uygulamalarda ise en yüksek P2 ve THM1 uygulamalarında tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük APX içeriği P2, M1P2, M2P2 ve THM1; enfekteli olan uygulamalarda ise en düşük P1, M2P2 ve THP2 uygulamalarında olduğu saptanmıştır.

Bütün bitkiler yaşamları boyunca biyotik ve abiyotik strese maruz kalırlar (Davis ve Swanson, 2001; Jamshidi Goharrizi vd., 2020). CAT (katalaz), SOD (süperoksit dismutaz) ve APX (askorbat peroksidaz) gibi bitki enzimleri bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde çok önemli rol oynarlar. Bu enzimler bitkilerin antioksidan savunma sisteminin bir parçasıdır ve onları reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu oksidatif strese karşı korumaya yardımcı olurlar. ROS normal bitki metabolizmasının bir yan ürünü olarak üretilir, artan ROS üretimi ise bitki hücrelerine ve dokularına zarar verir. Antioksidan savunma sistemi ROS'u nötralize etmeye ve bitkiye zarar gelmesini önlemeye yardımcı olmakatadır (Jiang ve Yang, 2009; Rajput vd., 2021; Bhat vd., 2022). ROS üretimi, bitkilerin savunma mekanizmasının aktivasyonuna yol açan, bitkiler tarafından enfeksiyonun başarılı bir şekilde tanınmasının bir göstergesi olarak görülmektedir (Torres vd., 2006; Torres, 2010). Stres koşullarında hücrel redoks homeostazını korumak için ROS üretimini kontrol eden antioksidan savunma sistemini aktive ettiği bilinmektedir (Dangl ve Jones, 2001). Bazı bitkiler kendilerini bu stres faktörlerine karşı korumak için enzimatik antioksidan savunma sistemlerini aktive ederek yüksek ROS seviyelerine yanıt verebilmektedir (Kwon vd., 2002; Cho ve Seo, 2005; Mishra vd., 2006; Kawahigashi, 2009). Bitkilerde oksidatif stresin arttığı durumlarda nükleik asit, protein, lipid oksidasyonun yanı sıra DNA mutasyonu ve ardından dokularda geri dönüşü olmayan hasara neden olabilir (Sousa vd., 2015). Yapılan çalışmalarda araştırmacılar enzimatik bir antioksidan sistem olarak malondialdehit ve hidrojen peroksitteki artışın, katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitesinin göstergesinin olduğunu bildirmişlerdir (Goldwasser vd., 2000; Labrousse vd., 2001; González-Verdejo vd., 2006; Pérez-de-Luque vd., 2006; Faradonbeh vd., 2020). Biyotik ve abiyotik stres koşullarında

SOD enzimidaki artışın bitkilerin stres altında yaşamını devam ettirmesi açısından önemlidir (Büyük vd., 2012). SOD enzimi stres koşullarında oluşan O_2^- yi H_2O_2 ve O_2 ye dönüştürürken, CAT enzimi ise H_2O_2 yi H_2O ve O_2 ye direkt olarak dönüştürerek bitkiyi stres faktörlerine karşı koruma görevini üstlenmektedir (Van Camp vd., 1997; Büyük vd., 2012). ROS ürünleri, zararlı H_2O_2 seviyelerinin birikmesini önleyen askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz, katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidan enzimler tarafından azalmaktadır (Gill ve Tuteja, 2010; Kang vd., 2014).

Araştırmacılar bitkilerin oksidatif stres koşulları altında yabancı otlara karşı farklı tepkiler verdiği bildirmişlerdir (Davis ve Swanson, 2001; Caverzan vd., 2019). Ayrıca yabancı otların mücadelesinde bitkilerdeki antioksidan bileşenlerin enzimatik aktivitesinde ve gen ekspresyonundaki değişikliklerin olduğu gözlenmiştir (Afifi ve Swanton, 2012; Gal vd., 2015; Agostinetto vd., 2017; Piasecki vd., 2018). Örneğin soya fasulyesi ve fasulyede yapılan çalışmalarda kendigelen mısır yoğunluğunun artmasıyla APX ve CAT aktivitesinin azaldığı, SOD aktivitesinin ise yabancı ot yoğunluğuyla orantılı olarak arttığı gözlenmiştir (Piasecki vd., 2018). Başka bir çalışmada ise sütlegün (*Euphorbia heterophylla*) ile bulaşık soya fasulyesinde SOD, CAT ve APX enzim aktivitelerinin herhangi bir hücresel hasara veya değişikliğe yol açmadığı bildirilmiştir (da Rosa Ulguim vd., 2017).

Farklı mikroorganizma uygulamalarının bitkideki enzim aktivitesini farklı şekillerde etkilemesinin temel nedeni, yararlı mikroorganizmaların karmaşık yapısından kaynaklanmaktadır. Bitkiler, zararlı organizmaların neden olduğu zararı en aza indirmek için en uygun stratejiyi belirleme eğilimindedir, bu da mikroorganizmaların zararlılara karşı çeşitli tepkiler göstermesine yol açabilir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar, farklı mikroorganizma uygulamalarının bitkilerin enzim aktivitesini etkileyebileceğine dair kanıtlar sunmaktadır. (Van der Putten vd., 2001; Noman vd., 2020; Contreras-Cornejo vd., 2021; Adeleke ve Babalola, 2022; Caccavo vd., 2022). Örneğin, Van Oosten vd. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, yararlı mikroorganizmaların aynı cins içinde bile farklı zararlı türlerine farklı etkileri olabileceği gözlemlenmiştir. Madany vd. (2020) canavar otu ile enfekte olan domates bitkilerinin enfekte olmayan kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında CAT aktivitelerinde belirgin bir artışın olduğunu bildirmişlerdir. Chen vd. (1993) CAT aktivitesinin artmasına paralel olarak bitkinin hücre duvarı direncinin de arttığı ve ayrıca savunma genlerinin uyarılması

için bir sinyal görevi gördüğünü bildirmişlerdir. Faradonbeh vd. (2021) *P. aegyptiaca* ile bulaşık olan hıyar bitkilerinde kontrole göre katalaz içeriğinin arttığını ve katalaz aktivitesinin artmasına bağlı olarak parazit yabancı otun kökünün uzamasının engellendiğini bildirmişlerdir. Canavar otu ile bulaşık  ayçiçeği çeşidinde canavar otunun tutunma zamanına bağlı olarak toplam SOD aktivitesinde artışa ve/veya azalışa neden olduğunu gözlenmiştir (Demirbaş ve Acar, 2008). Pamuk ve patateste zarar yapan *S. exigua* zerinde yapılan bir çalışmada *T. harzianum* uygulanmış bitkilerde SOD ve APX içeriğinde değişiklerin olduğu tespit edilmiştir (Rişvanlı, 2022). Alam vd. (2023) ise kuraklık stresi altında yetiştirilen farklı üç domates eşidinin APX içeriğinin AMF türlerine göre farklılık gösterdiği bildirmişlerdir. *F. oxysporum*'un *Orobanch* spp. zerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, *F. oxysporum* uygulamasının kontrol grubuna kıyasla SOD içeriğini arttırdığı, CAT içeriğini ise azalttığı belirlenmiştir (Aybeke, 2017). Bu durumun parazitin dokuya penetrasyonu ile hücrelerde ROS'a karşı bir direnç gelişmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Demirbaş ve Acar, 2008).

Yapılan bu çalışmada canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında CAT içeriğinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen uygulamalarda SOD içeriğinin uygulamalara bağlı olarak farklılık gösterdiği, bazı uygulamalarda SOD içeriğinin arttığı; diğer uygulamalarda ise azaldığı saptanmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmeyen bitkilerde kontrol grubuna göre APX içeriği azalırken; canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde ise kontrole göre bazı uygulamalarda APX içeriğinin arttığı, diğer uygulamalarda ise azaldığı gözlenmiştir. Benzer şekilde dünyanın birçok yerinde yapılan ve yukarıda verilen çalışmalarda da stres koşulları altında ve canavar otu bulaşıklığı durumunda oksidadif enzim içeriklerinin kimi zaman arttığı, kimi zaman ise azaldığı anlaşılmıştır.

4.9.4 Lipid Peroksidasyonu [Malondialdehyde (MDA)] Aktivitesi zerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre MDA aktivitelerinde meydana gelen değişimler izelge 4.15 ve şekil 4.16'da verilmiştir.

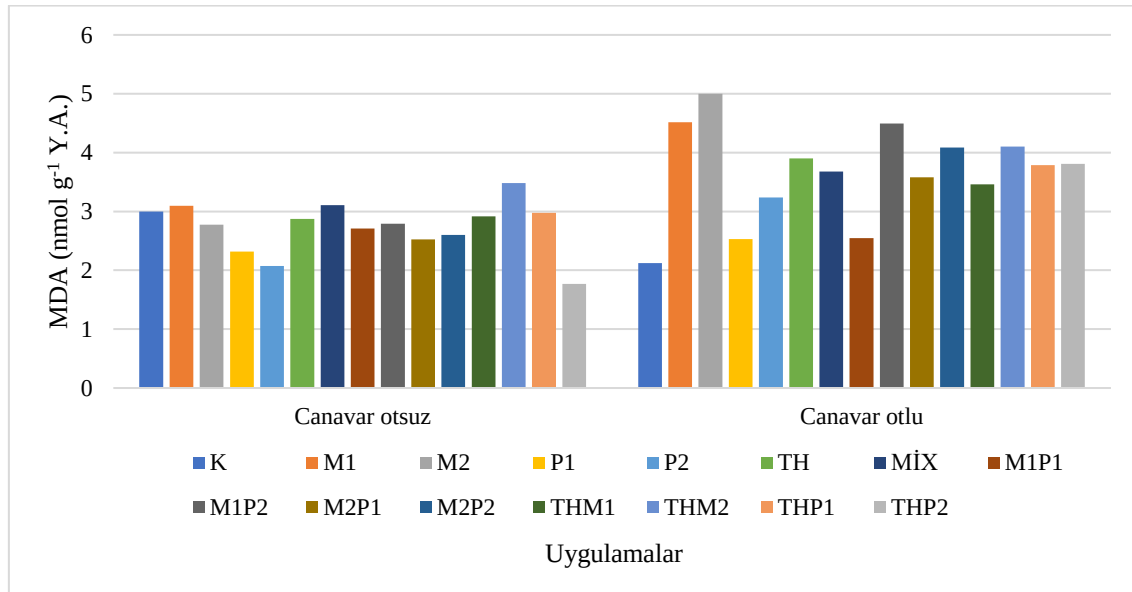
Çizelge 4.15 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin MDA içeriğine (nmol g⁻¹ Y.A.) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	3.00±0.23 öd A	-	2.12±0.20 d B	-
M1	3.10±0.44	3.32	4.52±0.88 ab	112.93
M2	2.77±0.26 B	-7.44	5.00±0.88 a A	135.74
P1	2.32±0.32	-22.69	2.53±0.51 cd	19.39
P2	2.08±0.26 B	-30.76	3.24±0.37 bcd A	52.60
TH	2.87±0.36	-4.22	3.90±0.65 abc	84.03
MİX	3.11±0.33	3.68	3.68± 0.42 abcd	73.38
M1P1	2.71±0.43	-9.60	2.55±0.30 cd	20.15
M1P2	2.79±0.33 B	-6.91	4.49±0.26 ab A	111.91
M2P1	2.53±0.29 B	-15.70	3.58±0.23 abcd A	68.82
M2P2	2.60±0.27 B	-13.18	4.08±0.45 abc A	92.52
THM1	2.91±0.41	-2.78	3.46±0.53 abcd	63.24
THM2	3.48±0.31	16.14	4.10±0.36 abc	93.54
THP1	2.98±0.50	-0.63	3.78±0.22 abc	78.45
THP2	1.77±0.20 B	-41.08	3.81±0.55 abc A	79.47
Ort.	2.73±0.9 B		3.66±0.14 A	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark p<0.05'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.16 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin MDA içeriğine (nmol g⁻¹ Y.A.) etkisi

Çizelge 4.15'te verilen MDA içeriğinde canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, enfekteli olan uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak sadece K, M2, P2, M1P2, M2P1, M2P2 ve THP2 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarda kıyaslandığında K ve M1P1 uygulamaları dışında diğer tüm uygulamalarda MDA içeriği artmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda kontrole grubuna göre tüm uygulamalarda MDA içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Bu uygulamalarda en yüksek MDA içeriği M2 ve M1; en düşük ise K ve P1 uygulamalarından elde edilmiştir.

Bitkilerde ROS lipid peroksidasyonunun artmasına neden olur ve strese tepki olarak ROS üretimi kaçınılmazdır (Abogadallah, 2010; Jamshidi Goharrizi vd., 2020). Lipid peroksidasyonu hücre zarında hasara, hücre sıvısının kaybına ve hücrenin ölümüne sebep olur ve bunun sonucunda bitki malondialdehit (MDA) üretir. Yani hücre zarının yapısındaki hasar ne kadar yüksek olursa MDA içeriği de o derece artar (Dhindsa ve Matowe, 1981; Premachandra vd., 1991; Yonghua vd., 2005). Dolayısıyla lipid peroksidasyonunun ürünü olan MDA, oksidatif hasarın biyokimyasal bir göstergesi olarak kabul edilir (Apel ve Hirt, 2004; Wang ve Qiu, 2006).

Madany vd. (2020) yaptıkları çalışmada tohumlara IAA (indol asetik asit) ve SA (salisilik asit) uygulamalarının kontrol grubuna göre domateste MDA içeriği üzerinde önemli bir etkileri olmadığını ancak canavar otu ile enfekte olan domateste MDA içeriğinin %34 oranında arttığını bildirmişlerdir. Hıyarda yapılan çalışmalarda, *P. aegyptiaca* enfeksiyonu sonucu kontrole göre tüm hıyar genotiplerinde MDA içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Faradonbeh vd., 2020; Faradonbeh vd., 2021). Bu tez çalışmasında canavar otu ile enfekteli uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarla karşılaştırıldığında genel olarak MDA içeriğinin arttığı saptanmıştır. Ayrıca yukarıda değinilen ve önceki yıllarda yapılan çalışmalara paralel olarak canavar otunun enfekteli olduğu uygulamalarda kontrole göre MDA içeriğinin arttığı tespit edilmiştir.

4.10 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.

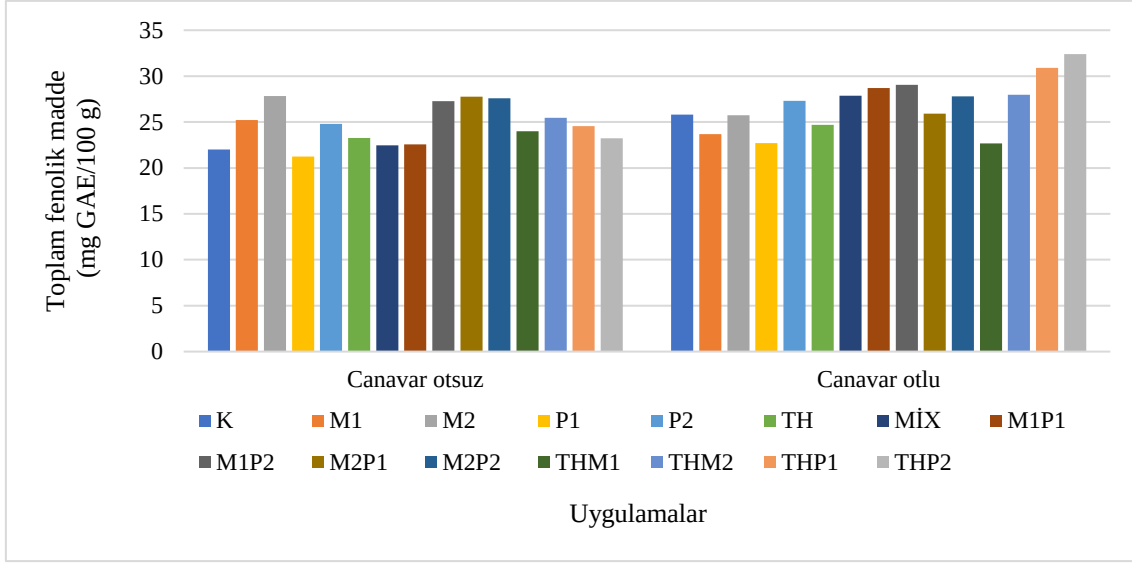
Çizelge 4.16 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam fenolik madde miktarına (mg GAE/100 g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	22.01±1.70 c	-	25.82±0.53 cdef	-
M1	25.22±0.65 abc	14.59	23.67±0.71 ef	-8.30
M2	27.82±1.76 a	26.44	25.73±1.31 cdef	-0.35
P1	21.23±1.07 c	-3.53	22.70±1.43 f	-12.08
P2	24.80±0.62 abc	12.70	27.32±1.23 bcde	5.83
TH	23.28±0.61 bc	5.77	24.68±1.92 def	-4.41
MIX	22.48±1.13 c B	2.15	27.88±1.21 bcd A	7.97
M1P1	22.57±1.37 c B	2.56	28.71±0.85 abcd B	11.20
M1P2	27.27±0.90 ab	23.92	29.05±0.77 abc	12.52
M2P1	27.77±1.11 a	26.20	25.93±0.54 cdef	0.44
M2P2	27.57±1.37 a	25.30	27.81±1.56 bcd	7.74
THM1	23.99±1.79 abc	9.01	22.66±1.52 f	-12.22
THM2	25.47±1.73 abc	15.72	27.98±1.62 bcd	8.38
THP1	24.55±1.54 abc B	11.57	30.90±1.65 ab A	19.71
THP2	23.22±0.78 bc B	5.51	32.41±1.03 a A	25.56
Ort.	24.62±0.36 B		26.88±0.39 A	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ ’e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MIX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.17 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam fenolik madde miktarına (mg GAE/100 g) etkisi

Çizelge 4.16’da verilen fenolik madde miktarında hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak sadece M1X, M1P1, THP1 ve THP2 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek fenolik madde miktarı M2 ve M2P1; enfekteli olan uygulamalarda ise en yüksek THP2 ve THP1 uygulamalarında saptanmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük fenolik madde miktarı ise P1 ve K; enfekteli olan uygulamalarda en düşük THM1 ve P1 uygulamalarında olduğu gözlenmiştir. Kontrol uygulamaları ile karşılaştırıldığında hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen bitkilerde toplam fenolik madde miktarında önemli bir artış olmadığı ancak uygulamalar arasında farklılıkların olduğu gözlenmiştir.

Bitkilerin birçok organında bulunan fenolik bileşikler enzimatik olmayan sekonder metabolizma ürünleridir. Bu bileşikler ekolojik ve fizyolojik olaylarda rol oynarlar ve antioksidan aktivite özelliğine sahiptirler (Kıpçak vd., 2019). Fenolik bileşikler, bitkilerdeki en önemli ikincil metabolit gruplarından biri olup ROS’u kendilerine bağlayarak güçlü bir antioksidan fonksiyona sahiptirler (Mizgin vd., 2019). Biyolojik kontrol etmenlerinin kullanımı ile konukçu bitkilerin toplam fenolik içeriğinin etkilenebileceği bilinmektedir (Doley ve Jite, 2014). Bunun yanında toplam fenolik

içeriği konukçu bitkilerin patojenler tarafından enfeksiyonunun bir sonucu olarak da değişmektedir (Singh vd., 2013). Faradonbeh vd. (2020) ayçiçeğinde canavar otu bulaşıklığı sonucunda artan fenol bileşiklerin *O. cumuna*'ya karşı koruyucu bir tepki olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen veriler ışığında canavar otu ile enfekte edilmeyen bitkilerde kontrol grubuna göre genel olarak toplam fenolik madde içeriği artarken, canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde ise sadece P2, MİX, M1P1, M1P2, M2P2, THM2, THP1 ve THP2 uygulamalarında artmıştır. Yadav vd. (2021) biberde yaptıkları çalışmada *T. harzianum* ve *T. asperellum* uygulamalarının sonucunda bitkinin toplam fenolik içeriğinin kontrol grubuna göre arttığını bildirmişlerdir. Boyno vd. (2022) tarafından domatestede yapılan bir diğer çalışmada kullanılan biyolojik kontrol ajanların toplam fenolik içeriğine önemli bir etkisinin olmadığını ve uygulamalara bağlı olarak toplam fenolik içeriğinde farklılıkların olduğunu rapor etmişlerdir.

4.11 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domatestede Toplam Antioksidan Miktarı Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre toplam antioksidan miktarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

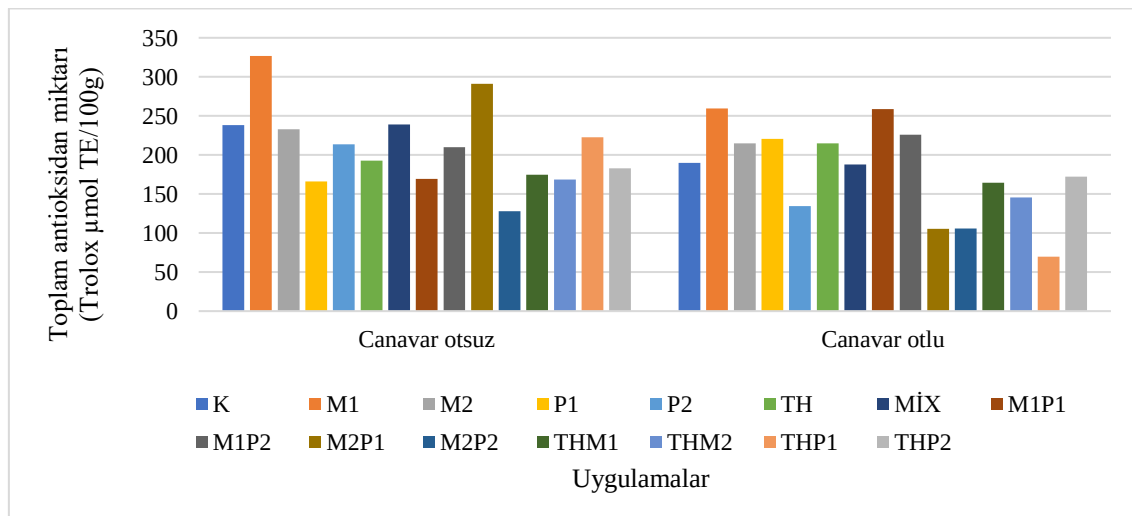
Çizelge 4.17 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam antioksidan miktarına (Trolox μmol (Trolox eşdeğer) TE/100g) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama $\pm$ SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	238.12 $\pm$ 13.34 bc	-	189.64 $\pm$ 21.65 abcd	-
M1	326.76 $\pm$ 30.04 a	37.22	259.33 $\pm$ 25.98 a	36.75
M2	232.68 $\pm$ 11.29 cd	-2.29	214.79 $\pm$ 29.39 abc	13.26
P1	166.15 $\pm$ 14.99 ef	-30.22	220.70 $\pm$ 54.29 ab	16.38
P2	213.73 $\pm$ 15.37 cde A	-10.24	134.33 $\pm$ 13.60 def B	-29.16
TH	192.67 $\pm$ 11.00 cde	-19.09	214.64 $\pm$ 17.15 abc	13.18
MİX	239.03 $\pm$ 34.62 bc	0.38	187.74 $\pm$ 11.35 abcd	-1.00
M1P1	169.18 $\pm$ 13.85 ef B	-28.95	258.58 $\pm$ 24.91 a A	36.35
M1P2	210.09 $\pm$ 16.75 cde	-11.77	226.00 $\pm$ 11.08 ab	19.18
M2P1	291.15 $\pm$ 28.98 ab A	22.27	105.17 $\pm$ 11.48 ef B	-44.54
M2P2	127.89 $\pm$ 10.19 f	-46.29	105.58 $\pm$ 9.42 ef	-44.32
THM1	174.48 $\pm$ 23.41 def	-26.72	164.26 $\pm$ 24.92 bcde	-13.38
THM2	168.48 $\pm$ 12.55 ef	-29.25	145.64 $\pm$ 6.46 cde	-23.20
THP1	222.59 $\pm$ 11.04 cde A	-6.52	69.62 $\pm$ 3.28 e B	-63.29
THP2	182.78 $\pm$ 16.19 cdef	-23.24	172.02 $\pm$ 12.72 bcde	-9.29
Ort.	210.39 $\pm$ 6.5 A		177.87 $\pm$ 7.37 B	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark $p < 0.05$ 'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.18 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin toplam antioksidan miktarına (Trolox μmol TE/100g) etkisi

Çizelge 4.17’de verilen toplam antioksidan miktarında hem canavar otu ile enfekteli olan hem de enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *P. ramosa* ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak sadece P2, M1P1, M2P1 ve THP1 uygulamalarında önemli çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek toplam antioksidan miktarında M1 ve M2P1; enfekteli olan uygulamalarda ise en yüksek M1 ve M1P1 uygulamalarında tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en düşük M2P2 ve P1; enfekteli olan uygulamalarda ise en düşük THP1 ve M2P1 uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar kontrol bitkileriyle kıyaslandığında bazı uygulamalarda toplam antioksidan miktarında artış gözlenirken diğer uygulamalarda ise azalışlar gözlenmiştir.

Stres koşullarında oluşan reaktif oksijen türlerinin antioksidan mekanizma ile süpürülebilmesi bitki verimliliği açısından oldukça önemlidir (Yılmaz, 2015). Singh vd. (2013) patojen enfeksiyonu sonucunda konukçu bitkinin toplam antioksidan aktivitesinde farklılıkların meydana geldiğini; Doley ve Jite (2014) ise biyolojik kontrol ajanların kullanımı sonucunda toplam antioksidan içeriğinin etkilendiğini bildirmişlerdir. *O. ramosa* ile enfekteli olan domateste toplam antioksidan miktarının sürgün ve köklerinde sırasıyla kontrole göre %10 ve %25 oranında azaldığı bildirilmiştir (Madany vd., 2020). Mevcut çalışmada canavar otu ile enfekte olmayan bitkilerde kontrol grubuna göre bazı uygulamalarda toplam antioksidan miktarı artarken diğer uygulamalarda azalmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalarda ise sadece M1, M2, P1, TH, M1P1 ve M1P2 uygulamalarında artmıştır. Canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında ise sadece dört uygulamada (P1, TH, M1P1 ve M1P2) toplam antioksidan miktarının arttığı diğer uygulamalarda ise azaldığı saptanmıştır. Farklı mikorhiza türlerinin organik havuç yetiştiriciliğindeki etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda antioksidan aktivitesini pozitif yönde etki ettiği tespit edilmiştir (Kıracı vd., 2014). Yapılan bir çalışmada domateste kullanılan biyolojik kontrol ajanların toplam antioksidan aktivite üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Boyno vd., 2022).

4.12 Canavar Otu Bulaşıklığının ve Bazı Biyolojik Kontrol Etmenlerinin Domateste Fosfor İçeriği Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerine farklı biyolojik kontrol etmenlerinin uygulanması sonucunda kontrol gruplarına göre fosfor miktarında meydana gelen değişimler Çizelge 4.18 ve Şekil 4.19’da verilmiştir.

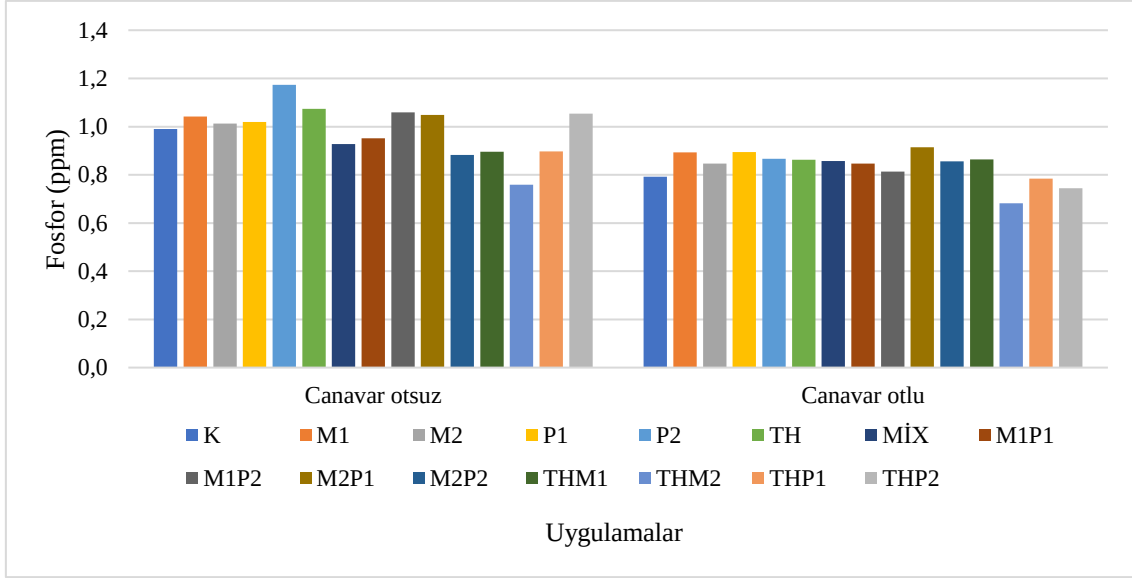
Çizelge 4.18 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin fosfor içeriğine (ppm) etkisi

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
K	0.99±0.02 bcde A	-	0.79±0.03 öd B	-
M1	1.04±0.02 bc A	5.35	0.89±0.04 B	12.72
M2	1.01±0.02 bcd A	2.40	0.85±0.05 B	6.87
P1	1.02±0.04 bc	3.06	0.89±0.07	12.91
P2	1.17±0.06 a A	18.55	0.87±0.06 B	9.29
TH	1.07±0.02 ab A	8.49	0.86±0.04 B	8.80
MİX	0.93±0.04 cde	-6.23	0.86±0.04	8.18
M1P1	0.95±0.06 bcde	-3.78	0.85±0.03	6.78
M1P2	1.06±0.06 b A	6.97	0.81±0.04 B	2.65
M2P1	1.05±0.04 bc	5.91	0.91±0.08	15.44
M2P2	0.88±0.04 e	-10.81	0.86±0.06	8.04
THM1	0.90±0.04 de	-9.45	0.86±0.03	9.06
THM2	0.76±0.03 f A	-23.25	0.68±0.03 B	-14.02
THP1	0.90±0.03 de	-9.36	0.78±0.06	-1.08
THP2	1.05±0.03 b A	6.47	0.74±0.05 B	-6.14
Ort.	0.99±0.13 A		0.83±0.01 B	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark p<0.05’e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: K: kontrol, M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, P1: *Pseudomonas caspiana* (V30G2), P2: *Bacillus velezensis* (V40K2), TH: *Trichoderma harzianum* (T22), MİX: Plant Success Great White Premium Mikorhiza, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS, THP1: *T. harzianum* T22 + *P. caspiana* (V30G2), THP2: *T. harzianum* T22 + *B. velezensis* (V40K2).



Şekil 4.19 Canavar otu bulaşıklığının ve bazı biyolojik kontrol etmenlerinin domatesin fosfor içeriğine (ppm) etkisi

Çizelge 4.18’de verilen fosfor içeriğinde canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken, canavar otu ile enfekteli olan uygulamaların ortalamaları önemsiz bulunmuştur. Veriler incelendiğinde canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan uygulamalar karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak K, M1, M2, P2, TH, M1P2, THM2 ve THP2 uygulamalarında önemli diğer uygulamalarda ise önemsiz çıkmıştır. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalarda en yüksek fosfor içeriği P2 ve TH; en düşük ise THM2 ve M2P2 uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmemiş uygulamalar enfekte olan uygulamalarla kıyaslandığında tüm uygulamalarda fosfor içeriğinin daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Fosfor, bitki büyüme ve gelişmesi için temel bir besin maddesi olmasına rağmen topraktaki serbest fosfor miktarı sınırlı olup bitkiler tarafından alınımı zordur. AMF’nin, bitkilerin köklerine uzanan hifleri aracılığıyla topraktan fosfor gibi besin maddelerini alarak bitkilere iletebilir ve bu sayede bitkiler daha fazla fosfora erişebilirler (Elbon ve Whalen, 2015; Lambers, 2022). P, N, Zn ve Cu gibi önemli besin maddelerini konukçu bitkilere aktaran AMF bitki beslenmesinde önemli bir rol oynar (Smith ve Read, 2008). Domates, biber, buğday, susam ve soya fasulyesinde yapılan çalışmalarda kullanılan bazı biyolojik kontrol ajanlarının bitkilerin fosfor içeriğini artırdığı rapor edilmiştir (Demir, 2004; Gamalero vd., 2004; Rinaudo vd., 2010; Qin vd., 2011; Vyas ve Vyas, 2014; Namlı

vd., 2017; Baba, 2021). Ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada AMF uygulanan bitkilerin fosfor içeriğinin AMF uygulanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Rinaudo vd., 2010). Yapılan bir başka çalışmada abiyotik stres altındaki domates bitkilerine uygulanan AMF, bitkinin P konsantrasyonunu arttırmıştır (Latef ve Chaoxing, 2011). Bakteriler topraktaki faaliyetleri sırasında bazı organik asitleri (sitrik, oksalik ve malik asit gibi) salgılayarak rizoferdeki yüksek pH'yı nötralize etmektedirler. Böylece salgılanan organik asitler topraktaki yarayışlı fosfor miktarını artırırlar (Baba, 2021).

AMF uygulanan mısır bitkisinde tam parazit yabancı ot olan *Striga* sp. bulaşıklığından bağımsız olarak P içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Othira vd., 2012). Domateste yapılan bir çalışmada canavar otu bulaşıklığı nedeniyle fosfor içeriğinde kontrole göre düşüş meydana geldiği bildirilmiştir (Singh vd., 1971). Yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler de literatür ile uyusmaktadır. Canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkilerle kıyaslandığında fosfor içeriğinde düşüş olduğu; canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde kullanılan biyolojik kontrol etmen uygulamalarında ise genel olarak fosfor içeriğinin düşmediği gözlenmiştir. Bu sonuçlar biyolojik kontrol etmenlerinin kullanımının fosfor içeriği ve canavar otu bulaşıklığı üzerinde etkisinin olduğunu göstermektedir.

4.13 Canavar Otu Bulaşıklığının Domates Köklerinde Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) Kolonizasyonu Üzerine Etkisi

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları sonucunda kontrol grubuna göre mikorhizal frekansta meydana gelen değişimler Çizelge 4.19 ve Şekil 4.20'de verilmiştir.

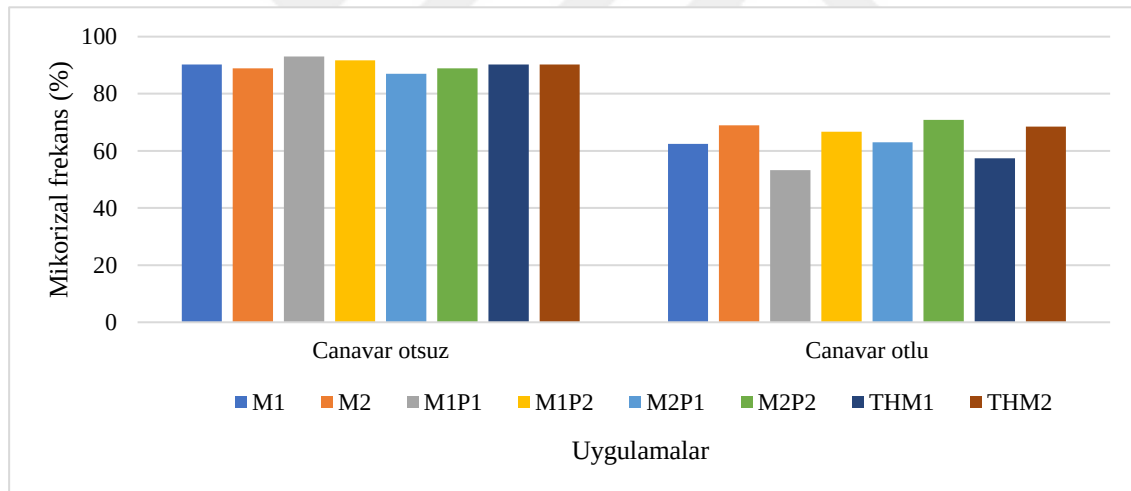
Çizelge 4.19 Canavar otu bulaşıklığının domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları üzerine etkisi [frekans (%)]

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
M1	90.28±2.52 öd A	-	62.50±9.14 öd B	-
M2	88.89±4.20	-1.54	68.98±8.80	10.37
M1P1	93.06±3.60 A	3.08	53.24±5.37 B	-14.81
M1P2	91.67±1.82 A	1.54	66.67±2.97 B	6.67
M2P1	87.04±3.90 A	-3.59	62.97±4.59 B	0.74
M2P2	88.89±3.64 A	-1.54	70.83±5.53 B	13.33
THM1	90.28±1.39 A	0.00	57.41±5.98 B	-8.15
THM2	90.28±2.52 A	0.00	68.52±5.33 B	9.63
Ort.	90.05±2.95 A		63.89±5.96 B	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark p<0.05'e göre önemlidir. SH: Standart hata.

Uygulamalar: M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS.



Şekil 4.20 Canavar otu ile bulaşık ve bulaşık olmayan domates bitkilerinde mikorhizal frekansta meydana gelen değişimler (%)

Çizelge 4.19'da verilen mikorhizal frekansın hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalar ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak sadece M2 uygulamasında önemsiz, diğer tüm uygulamalarda ise önemli bulunmuştur.

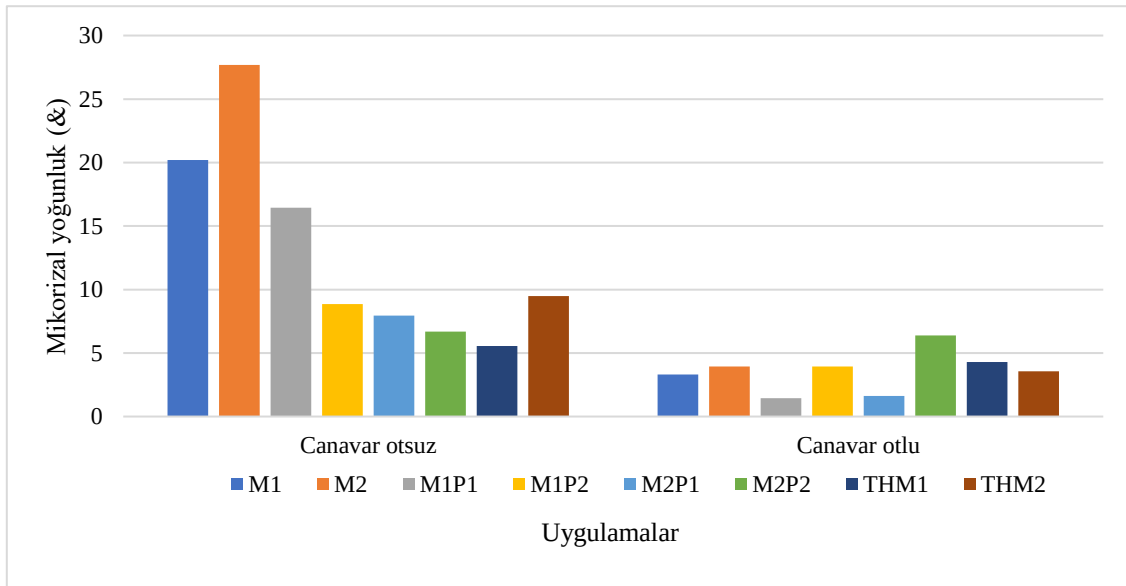
Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalarla kıyaslandığında mikorhizal frekansın tüm uygulamalarda azaldığı tespit edilmiştir.

Canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları sonucunda kontrol grubuna göre mikorhizal yoğunlukta meydana gelen değişimler Çizelge 4.20 ve Şekil 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Canavar otu bulaşıklığının domates köklerinde farklı arbusküler mikorhizal fungus (AMF) uygulamaları üzerine etkisi [yoğunluk (%)]

Uygulamalar	Canavar otsuz (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı	Canavar otlu (Ortalama± SH)	Kontrole göre % değişim oranı
M1	20.19±2.39 b A	-	3.32±0.48 b B	-
M2	27.69±3.72 a A	37.14	3.94±0.38 b B	18.69
M1P1	16.43±1.72 b A	-18.64	1.44±0.22 c B	-56.62
M1P2	8.85±0.68 c A	-56.19	3.94±0.56 b B	18.83
M2P1	7.95±1.14 c A	-60.61	1.63±0.18 c B	-50.91
M2P2	6.69±0.89 c	-66.85	6.38±0.77 a	92.33
THM1	5.56±0.71 c	-72.44	4.28±0.46 b	29.01
THM2	9.49±0.41 c A	-53.03	3.56±0.47 b B	7.11
Ort.	12.86±1.46 A		3.56±0.44 B	

a, b, c : Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).
A, B: Canavar otlu ile canavar otsuz arasında uygulamalar arasında fark p<0.05’e göre önemlidir. SH: Standart hata.
Uygulamalar: M1: *Funneliformis mosseae*, M2: ERS, M1P1: *F. mosseae* + *P. caspiana* (V30G2), M1P2: *F. mosseae* + *B. velezensis* (V40K2), M2P1: ERS + *P. caspiana* (V30G2), M2P2: ERS + *B. velezensis* (V40K2), THM1: *T. harzianum* T22 + *F. mosseae*, THM2: *T. harzianum* T22 + ERS.



Şekil 4.21 Canavar otu ile bulaşık ve bulaşık olmayan domates bitkilerinde mikorhizal yoğunlukta meydana gelen değişimler (%)

Çizelge 4.20’de verilen mikorhizal yoğunluğun hem canavar otu ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen uygulamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekteli olan uygulamalar enfekte edilmeyen uygulamalar ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak M2P2 ve THM1 uygulamalarında önemsiz, diğer uygulamalarda ise önemli bulunmuştur. Canavar otu ile enfekte edilmeyen uygulamaların mikorhizal yoğunluğunun enfekteli olan uygulamalara göre daha yüksek çıktığı saptanmıştır.

Yapılan çalışmalarda AMF uygulamalarının çeşitli kültür bitkilerinin köklerinde kolonize olarak bitkilerle simbiyotik bir ilişki kurduğu ortaya konmuştur (Rinaudo vd., 2010; Louarn vd., 2012; Vyas ve Vyas, 2014; Boyno vd., 2020; Boyno vd., 2022). Örneğin Rinaudo vd. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada ayçiçeğinde %56.5-88 oranında kök kolonizasyonun olduğu tespit edilirken, Louarn vd. (2012) ise bu oranı %25-70 olarak saptamıştır. Nitekim bu AMF kök kolonizasyon seviyeleri AMF ve bitkinin türü ile diğer organizmalarla (PGPF, PGPR ve yabancı otlar gibi) sinerjistik veya antagonistik durumları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Veiga vd., 2011; Musa, 2012; Vyas ve Vyas, 2014; Boyno vd., 2022). Bu faktörlere dayalı olarak yapılan çalışmada da AMF kök kolonizasyon parametreleri, uygulamalara göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.19 ve 4.20). Vyas ve Vyas (2014) tarafından yapılan benzer bir araştırmada AMF ve PGPR’ın beraber uygulanmasının sinerjistik bir etki oluşturarak AMF’nin kök kolizasyonunda artış görüldüğü; Veiga vd. (2011) ve Musa (2012) tarafından yapılan araştırmalarda ise yabancı otların (*E. crus-galli*, *S. nigrum*, *S. viridis* ve *P. ramosa* L.) AMF üzerinde antagonistik bir etki oluşturduğu, bunun da AMF’nin kök kolonizasyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında da canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde, enfekte edilmeyen bitkilere göre AMF kök kolonizasyon parametrelerinde azalmalar meydana gelmesi literatürü destekler niteliktedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada birçok kültür bitkisinde ciddi verim kayıplarına neden olan canavar otlarına karşı etkili bir mücadele yöntemi bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında son zamanlarda tüm dünyada sıkça kullanılan bazı mikroorganizma ve biyolojik preparatlarının [arbusküler mikorhizal funguslar (AMF), *Trichoderma harzianum* (T22), bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR)] ve bunların kombinasyonlarının kullanılmasıyla domates gelişimi ve önemli ekonomik kayıplara neden olan *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel (Syn: *Orobancha ramosa* L.)'ın mücadelesinde kültür bitkisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada canavar otunun tüberkül sayısı, canavar otu ile enfekteli olan ve olmayan domates bitkilerinin morfolojik özellikleri (domatesin sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, gövde çapı, kök boyu, yaprak sayısı, klorofil içeriği ve zarar skalası), bazı oksidatif stres enzimleri (CAT, SOD ve APX), lipid peroksidasyonu (MDA) toplam fenolik ve antioksidan maddeler, fosfor içeriği ve mikorhizal kolonizasyon parametreleri incelenmiştir.

Yapılan çalışmada canavar otu bulaşıklığının domatesin morfolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği ve bu etkilerin kullanılan bazı mikroorganizmalarla azaldığı gözlenmiştir. Mavi çiçekli canavar otu ile enfekteli olan bitkiler enfekte edilmeyen bitkiler ile kıyaslandığında sürgün ve kök boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve klorofil içeriklerinin bulaşık olan bitkilerde daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Canavar otu ile enfekteli bitkilerin alt yapraklarında daha belirgin bir şekilde sararmaların olduğu gözlenmiştir. Bu sararmaların canavar otu-konukçu bitki rekabetinden kaynaklı besin maddeleri eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan uygulamalar sonucunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında P1 ve THP1 uygulamaları dışında diğer tüm uygulamalarda canavar otunun oluşturduğu tüberkül sayısı azalmıştır. Burada canavar otu tutunmasını %50-73 oranları arasında en çok engelleyen uygulamaların M1X, M1, TH, M2P2 ve THM1 olduğu tespit edilmiştir. Canavar otu bulaşıklığının domatesta oksidatif strese neden olduğu ve bitkilerin bu strese farklı tepkiler verdiği de anlaşılmıştır. *P. ramosa* ile enfekteli olan bitkilerin katalaz (CAT) içeriği enfekte edilmemiş bitkilere göre daha yüksek çıkmıştır. En yüksek CAT içeriği P1 ve P2 uygulamalarında saptanmıştır. Hem *P. ramosa* ile enfekteli hem de enfekte edilmeyen domateslerde süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz

(APX) enzimlerinde uygulamalara bağılı olarak değişkenlik gözlenmiş, bazı uygulamalarda SOD ve APX içerikleri artarken diğer uygulamalarda azalmıştır. Lipit peroksidasyonu (MDA) içeriği canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde genel olarak daha yüksek çıkmıştır. En yüksek MDA içeriğinin M1 ve M2 uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi verileri incelendiğinde canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir artış veya azalışın olmamıştır. Canavar otu ile enfekteli olan bitkilerde en yüksek antioksidan içeriğinin M1 ve M1P1; en yüksek fenolik madde miktarının ise THP1 ve THP2 uygulamalarında olduğu saptanmıştır. Canavar otu ile enfekteli bitkilerin fosfor içeriği enfekte edilmemiş bitkilere göre daha düşük çıkmıştır. Enfekteli olan bitkilerde kullanılan biyolojik kontrol etmenleri ile kontrole göre genel olarak fosfor içeriğinin arttığı sadece THM2, THP1 ve THP2 uygulamalarında azaldığı belirlenmiştir. Canavar otu bulaşıklığının AMF kök kolonizasyonunu olumsuz etkilediği, canavar otu ile enfekte olan bitkilerde kök kolonizasyonu enfekte edilmeyen bitkilere göre daha düşük çıktığı gözlenmiştir.

Canavar otu ile enfekte edilmeyen domateslerde kullanılan biyolojik kontrol etmenleri bitkilerin büyüme parametrelerine olumlu katkı sağlamıştır. Bu mikroorganizmaların kullanımı sonucunda genel olarak sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve klorofil içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Canavar otu ile enfekte edilmeyen domateslerde antioksidatif stres enzimleri incelendiğinde uygulamalara bağılı olarak CAT enziminde kontrole göre artış ve azalışların olduğu; P1 ve M2P1 uygulamalarında SOD'un kontrole göre yükseldiği, diğer tüm uygulamalarda ise düştüğü belirlenmiştir. APX enziminde ise kontrole kıyasla tüm uygulamalarda düşüş görölmüştür. Canavar otu ile enfekte edilmemiş bitkilerde toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan içeriğinin uygulamalara bağılı olarak değiştiği, en yüksek antioksidan aktivitesinin M1 ve M2P1; en yüksek fenolik madde miktarının ise M2 ve M2P1 uygulamalarında olduğu anlaşılmıştır. Kullanılan biyolojik kontrol etmenlerinin kontrole göre genel olarak fosfor içeriğini arttırdığı, en yüksek fosfor içeriğinin P2 uygulamasında olduğu saptanmıştır.

Tüm bu sonuçlar şimdiye kadar etkili bir mücadele yöntemi bulunmayan canavar otlarına karşı biyolojik kontrol etmenlerinin canavar otu tutunmasını olumsuz etkilediği varsayımını desteklemektedir. Bu mikroorganizmaların canavar otu çimlenmesini nasıl

azalttığına dair net bilgiler bulunmamakla birlikte canavar otu tohumları henüz dinlenme döneminde iken toprakta bulunan mikroorganizmaların bitkinin besin alınımını teşvik etmesi sonucu enzimlerin hücre duvarını kalınlaştırması, konukçular tarafından salgılanan uyarıcı maddelerin azalması ve bitkide sistemik dayanıklılığın artması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm dünyada bitki koruma ürünlerinin yoğun bir şekilde kullanımı sonucunda insan ve çevre sağlığı önemli derecede etkilenmektedir. Son yıllarda sürdürülebilir tarım uygulamaları ve doğal kaynakların doğru kullanımı ile insan ve çevreye verilen zararın en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Yapılan çok sayıda araştırma ve geliştirme faaliyetlerine rağmen canavar otları ile etkili bir mücadele yönteminin bulunamamış olması önemli bir sorun olarak devam etmektedir. Bu sebeple yeni mücadele yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışma, çevre ve insan sağlığına herhangi bir olumsuz etkisi olmayan biyolojik kontrol etmenlerinin kullanımı ile canavar otlarının mücadelesinde yeni bir yaklaşım getirmektedir. Bu bağlamda, elde edilen sonuçlar sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlaması açısından önemlidir.



KAYNAKLAR

- Abdel-Kader, M. M., El-Mougy, N. S. (2009). Prospects of mycoherbicides for control of broomrapes (*Orobancha* spp.) in Egypt. *Journal of Plant Protection Research*, 49, 63-76.
- Abogadallah, G. M. (2010). Insights into the significance of antioxidative defense under salt stress. *Plant Signaling & Behavior*, 5, 369-374.
- Abouzeid, M. A., El-Tarabily, K. A. (2010). *Fusarium* spp. suppress germination and parasitic establishment of bean and hemp broomrapes. *Phytopathologia Mediterranea*, 49, 51-64.
- Adeleke, B. S., Babalola, O. O. (2022). Roles of plant endosphere microbes in agriculture-a review. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41, 1411-1428.
- Adnan, N., Nordin, S. M., Rahman, I., Noor, A. (2018). The effects of knowledge transfer on farmers decision making toward sustainable agriculture practices: In view of green fertilizer technology. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 15, 98-115.
- Afifi, M., Swanton, C. (2012). Early physiological mechanisms of weed competition. *Weed Science*, 60, 542-551.
- Agostinetto, D., Tarouco, C., Nohatto, M., Oliveira, C., Fraga, D. (2017). Metabolic activity of wheat and ryegrass plants in competition. *Planta Daninha*, 35.
- Ahmad, T., Ahmad, B., Tariq, R. M. S., Syed, M., Ahmad, Z. (2018). Assessment of the yield loss imparted by *Orobancha aegyptiaca* in tomato in Pakistan. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90, 3559-3563.
- Akköprü, A., Demir, S. (2005). Biological control of *Fusarium* wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some rhizobacteria. *Journal of Phytopathology*, 153, 544-550.
- Akladios, S. A., Abbas, S. M. (2014). Application of *Trichoderma harzianum* T22 as a biofertilizer potential in maize growth. *Journal of Plant Nutrition*, 37, 30-49.
- Aksoy, E. (2003). *Canavar otu türlerinin (Orobanchae spp.) Çukurova Bölgesi'ndeki önemi ve mücadele olanakları üzerine araştırmalar*, Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Aksoy, E. (2010). Türkiye'deki canavar otları ve mücadelesi. *TÜBİTAK 105G*, 80.
- Aksoy, E., Pekcan, V. (2014). **Canavar otları (*Orobancha* spp., *Phelipanche* spp.) ve Mücadelesi**. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara, 80.
- Al-Raddad, A. (1987). Effect of three vesicular-arbuscular mycorrhizal isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in a field soil. *Dirasat*, 14, 161-168.
- Al-Wakeel, S. A., Moubasher, H., Madany, M. M. (2013). Induced systemic resistance: an innovative control method to manage branched broomrape (*Orobancha ramosa* L.) in tomato. *European Journal of Biology*, 72, 9-21.
- Alam, M. Z., Choudhury, T. R., Mridha, M. (2023). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance biomass growth, mineral content, and antioxidant activity in tomato plants under drought stress. *Journal of Food Quality*, 2023,
- Ampong-Nyarko, K., De Datta, S. K., (1991). **A handbook for weed control in rice**. International. Rice Research Institute. Philippines.
- Apel, K., Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373-399.

- Arıkan, N., Elibüyük, İ. Ö. (2015). Yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1, 46-50.
- Arshad, M., Frankenberger Jr, W. T. (1997). Plant growth-regulating substances in the rhizosphere: microbial production and functions. *Advances in agronomy*, 62, 45-151.
- Attia, M. S., El-Sayyad, G. S., Abd Elkodous, M., El-Batal, A. I. (2020). The effective antagonistic potential of plant growth-promoting rhizobacteria against *Alternaria solani*-causing early blight disease in tomato plant. *Scientia Horticulturae*, 266, 109289.
- Awad, A. A., Sato, D., Kusumoto, D., Kamioka, H., Takeuchi, Y., Yoneyama, K. (2006). Characterization of strigolactones, germination stimulants for the root parasitic plants *Striga* and *Orobanche*, produced by maize, millet and sorghum. *Plant Growth Regulation*, 48, 221-227.
- Aybeke, M. (2017). *Fusarium* infection causes genotoxic disorders and antioxidant-based damages in *Orobanche* spp. *Microbiological Research*, 201, 46-51.
- Azarmi, R., Hajieghrari, B., Giglou, A. (2011). Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African journal of Biotechnology*, 10, 5850-5855.
- Azcón-Aguilar, C., Barea, J. (1997). Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens—an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*, 6, 457-464.
- Baba, K. T. D. (2021). *Farklı Fosfor Miktarı ve Bakteri Uygulamalarının Susamın (Sesamum indicum L.) Verim ve Verim Bileşenlerine Etkisinin Belirlenmesi* Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Babiker, A. G. T., Ma, Y., Sugimoto, Y., Inanaga, S. (2000). Conditioning period, CO₂ and GR24 influence ethylene biosynthesis and germination of *Striga hermonthica*. *Physiologia Plantarum*, 109, 75-80.
- Bahadur, S., Verma, S., Prasad, S., Madane, A., Maurya, S., Gaurav, V., Sihag, S. (2015). Eco-friendly weed management for sustainable crop production-A review. *Journal Crop and Weed*, 11, 181-189.
- Bakır, M. (2012). *Asma çeşit ve anaçlarında kuraklık ve tuz stresi toleransına yönelik mikrodizin analizleri ve stres ile ilgili transkriptomların tespiti*, Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Barker, E., Press, M., Scholes, J., Quick, W. (1996). Interactions between the parasitic angiosperm *Orobanche aegyptiaca* and its tomato host: growth and biomass allocation. *New Phytologist*, 133, 637-642.
- Bedi, J., (1994). Further studies on control of sunflower broomrape with *Fusarium oxysporum* f. sp. orthoceras-a potential mycoherbicide. **Biology and Management of Orobanche**. Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and Related Striga Research, Amsterdam, Netherlands, 8-12 November 1993. 539-544.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70-76.
- Berta, G., Fusconi, A., Trotta, A., Scannerini, S. (1990). Morphogenetic modifications induced by the mycorrhizal fungus Glomus strain E3 in the root system of *Allium porrum* L. *New Phytologist*, 114, 207-215.

- Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial cell factories*, 13, 1-10.
- Bhat, M. Y., Gul, M. Z., Dar, J. S. (2022). Gene Expression and Role of Antioxidant Enzymes in Crop Plants Under Stress. ***Antioxidant Defense in Plants: Molecular Basis of Regulation***. Springer: 31-56.
- Bhuvaneswari, G., Reetha, S., Sivaranjani, R., Ramakrishnan, K. (2014). Effect of AM fungi and *Trichoderma* species as stimulations of growth and morphological character of chilli (*Capsicum annum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 447-455.
- Bilgili, A., Bilgili, A. V. (2023). Comparison of compost, PGPR, and AMF in the biological control of tomato Fusarium wilt disease. *European Journal of Plant Pathology*, 1-16.
- Birgin, Ö. (2021). *Sera koşullarında kuraklık stresi altında yetiştirilen domates bitkisinde yapraktan kalsiyum uygulamasının etkisi*, Yüksek lisans tezi. Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Şırnak, Türkiye.
- Boari, A., Vurro, M. (2004). Evaluation of *Fusarium* spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobanche ramosa*). *Biological Control*, 30, 212-219.
- Bouwmeester, H. J., Roux, C., Lopez-Raez, J. A., Becard, G. (2007). Rhizosphere communication of plants, parasitic plants and AM fungi. *Trends in plant science*, 12, 224-230.
- 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, 469-477.
- Boyno, G., Demir, S., Danesh, Y. R. (2022). Effects of some biological agents on the growth and biochemical parameters of tomato plants infected with *Alternaria solani* (Ellis & Martin) Sorauer. *European Journal of Plant Pathology*, 162, 19-29.
- Bozdeveci, A. (2014). *Toprak Kökenli Trichoderma spp. izolatlarının moleküler karakterizasyonu ve biyolojik mücadele etkinliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Rize, Türkiye.
- Brahmi, I., Mabrouk, Y., Brun, G., Delavault, P., Belhadj, O., Simier, P. (2016). Phenotypical and biochemical characterisation of resistance for parasitic weed (*Orobanche foetida* Poir.) in radiation-mutagenised mutants of chickpea. *Pest management science*, 72, 2330-2338.
- Brhane, T., Kiros-Meles, A., Chala, A., Asefa, D., (2016). Integrated management of *Orobanche crenata* in faba bean in Ethiopia. **Fifth African Higher Education Week and RUFORUM Biennial Conference 2016**. Linking agricultural universities with civil society, the private sector, governments and other stakeholders in support of agricultural development in Africa", Cape Town, South Africa, 17-21 October 2016. 575-582.
- Brundrett, M., Tedersoo, L. (2019). Misdiagnosis of mycorrhizas and inappropriate recycling of data can lead to false conclusions. *New Phytologist*, 221, 18-24.
- Büyük, İ., Soydam Aydın, S., Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69, 97-110.

- Caccavo, V., Forlano, P., Mang, S. M., Fanti, P., Nuzzaci, M., Battaglia, D., Trotta, V. (2022). Effects of *Trichoderma harzianum* Strain T22 on the arthropod community associated with tomato plants and on the crop performance in an experimental field. *Insects*, 13, 418.
- Caldwell, C. J., Hynes, R. K., Boyetchko, S. M., Korber, D. R. (2012). Colonization and bioherbicidal activity on green foxtail by *Pseudomonas fluorescens* BRG100 in a pesta formulation. *Canadian journal of microbiology*, 58, 1-9.
- Campos-Soriano, L., García-Martínez, J., Segundo, B. S. (2012). The arbuscular mycorrhizal symbiosis promotes the systemic induction of regulatory defence-related genes in rice leaves and confers resistance to pathogen infection. *Molecular plant pathology*, 13, 579-592.
- Carillo, P., Woo, S. L., Comite, E., El-Nakhel, C., Roupael, Y., Fusco, G. M., Borzacchiello, A., Lanzuise, S., Vinale, F. (2020). Application of *Trichoderma harzianum*, 6-pentyl- α -pyrone and plant biopolymer formulations modulate plant metabolism and fruit quality of plum tomatoes. *Plants*, 9, 771.
- Caverzan, A., Piasecki, C., Chavarria, G., Stewart Jr, C. N., Vargas, L. (2019). Defenses against ROS in crops and weeds: The effects of interference and herbicides. *International journal of molecular sciences*, 20 (5), 1086.
- Cesaro, P., Massa, N., Cantamessa, S., Todeschini, V., Bona, E., Berta, G., Barbato, R., Lingua, G. (2020). Tomato responses to *Funnelformis mosseae* during the early stages of arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 30, 601-610.
- Chakraborty, N., Mukherjee, K., Sarkar, A., Acharya, K. (2019). Interaction between bean and Colletotrichum gloeosporioides: understanding through a biochemical approach. *Plants*, 8, 345.
- Chandrashekharagowda, B., Jones, P., Shiney, A., Matiwade, P., Jagadeesh, K. (2018). Suppression of *Orobanch* spp. in tobacco by native arbuscular mycorrhizal fungi. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1890-1896.
- Chapon, A., Guillermin, A.-Y., Delalande, L., Lebreton, L., Sarniguet, A. (2002). Dominant colonisation of wheat roots by *Pseudomonas fluorescens* Pf29A and selection of the indigenous microflora in the presence of the take-all fungus. *European Journal of Plant Pathology*, 108, 449-459.
- Chaudhary, P., Sharma, A., Singh, B., Nagpal, A. K. (2018). Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of food science and technology*, 55, 2833-2849.
- Chen, J., Xue, Q., Ma, Y., Chen, L., Tan, X. (2020). Streptomyces pactum may control *Phelipanche aegyptiaca* in tomato. *Applied Soil Ecology*, 146, 103369.
- Chen, J., Yu, Q., Patterson, E., Sayer, C., Powles, S. (2021). Dinitroaniline herbicide resistance and mechanisms in weeds. *Frontiers in Plant Science*, 12, 634018.
- Chen, K., Tian, R., Xu, G., Wu, K., Liu, Y., Jiang, F. (2023). Characterizations of konjac glucomannan/curdlan edible coatings and the preservation effect on cherry tomatoes. *International Journal of Biological Macromolecules*, 232, 123359.
- Chen, Z., Silva, H., Klessig, D. F. (1993). Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. *Science*, 262, 1883-1886.
- Cho, U.-H., Seo, N.-H. (2005). Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation. *Plant Science*, 168, 113-120.

- Cobuloglu, H. I., Büyüктаhtakın, İ. E. (2015). A stochastic multi-criteria decision analysis for sustainable biomass crop selection. *Expert Systems with Applications*, 42, 6065-6074.
- Constantine, J., Sibuga, P., Rodenburg, J., Kayeke, J., Kabiri, S., (2013). Effects of varying densities of *Striga asiatica* and *Rhamphicarpa fistulosa* on growth and physiology of rice. **African Crop Science Conference Proceedings**. (Vol. 11) 87-96.
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Real-Santillán, R. O., López-Carmona, D., García-Gómez, G., Galicia-Gallardo, A. P., Alfaro-Cuevas, R., González-Esquivel, C. E., Najera-Rincón, M. B., Adame-Garnica, S. G. (2021). In a belowground multitrophic interaction, *Trichoderma harzianum* induces maize root herbivore tolerance against *Phyllophaga vetula*. *Pest management science*, 77, 3952-3963.
- Cordeau, S., Triolet, M., Wayman, S., Steinberg, C., Guillemain, J.-P. (2016). Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop protection*, 87, 44-49.
- Çakmak, İ., Strbac, D., Marschner, H. (1993). Activities of hydrogen peroxide-scavenging enzymes in germinating wheat seeds. *Journal of experimental botany*, 44, 127-132.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., (2015). **Organik Tarım**. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü. (2006). Bitki gelişme promotörü rizobakteri kullanımındaki son gelişmeler: organik tarım perspektif ve uygulamaları. **Organik Tarım Kongresi**. Yalova.
- da Rosa Ulguim, A., Agostinetto, D., de Oliveira, C., Ruchel, Q., da Silva, J. D. G., Vargas, L., Avila, L. A. (2017). Does competition between soybeans and Wild Poinsettia with low-level resistance or susceptibility to glyphosate affect physiology and secondary metabolism? *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 1133-1144.
- Dames, J. F. (2014). **Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses**. Biological Control: PGPR and arbuscular mycorrhizal fungi working together. Volume 2: Alleviation of Soil Stress by PGPR and Mycorrhizal Fungi, 39-53.
- Dangl, J. L., Jones, J. D. (2001). Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature*, 411, 826-833.
- Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S., Burt, A. F., Mavumengwana, V., Keyser, M., Klein, A. (2022). Biofertilizer: the future of food security and food safety. *Microorganisms*, 10, 1220.
- Datnoff, L., Pernezny, K., (2001). *Paenibacillus macerans* and *Trichoderma harzianum* enhance transplant growth and suppress fusarium crown and root rot in Florida tomato production. **Caribbean Division Meeting Abstracts, June**. 11-15.
- Davis, D. G., Swanson, H. R. (2001). Activity of stress-related enzymes in the perennial weed leafy spurge (*Euphorbia esula* L.). *Environmental and experimental botany*, 46, 95-108.
- de Bruijn, J., Fuentes, N., Solar, V., Valdebenito, A., Vidal, L., Melín, P., Fagundes, F., Valdés, H. (2023). The Effect of Visible Light on the Postharvest Life of Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.). *Horticulturae*, 9, 94.

- De Luque, A. P., Galindo, J. C. G., Macías, F. A., Jorrín, J. (2000). Sunflower sesquiterpene lactone models induce *Orobancha cumana* seed germination. *Phytochemistry*, 53, 45-50.
- Delavault, P., Montiel, G., Brun, G., Pouvreau, J.-B., Thoiron, S., Simier, P. (2017). Communication between host plants and parasitic plants. *Advances in Botanical Research*. Ed. Elsevier: 55-82.
- Demir, S. (2004). Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. *Turkish Journal of Biology*, 28, 85-90.
- Demir, S., Akköprü, A. (2007). Use of arbuscular mycorrhizal fungi for biocontrol of soilborne fungal plant pathogens. *Biological control of plant diseases*, 17-46.
- Demirbaş, S., Acar, O. (2008). Superoxide dismutase and peroxidase activities from antioxidative enzymes in *Helianthus annuus* L. roots during *Orobancha cumana* Wallr. penetration. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 1038-1044.
- Demirbaş, S. (2011). *Bazı ayçiçeği (Helianthus annuus L.) varyetelerinde orobanche cumana Wallr. nin süperoksit dismutaz (SOD;E.C.1.15.1.1) ve peroksidaz (POD;E.C.1.11.1.7) aktiviteleri üzerine etkilerinin araştırılması*. Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.
- Demirkan, H. (1992). *Marmara Bölgesi Domates Alanlarında Sorun Olan Canavarotunun Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, İzmir, Türkiye.
- Demirkan, H. (2005). Bazı Bitki Parçalarının *Orobancha ramosa* L.'nin Gelişimine Olan Allelopatik Etkilerinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42, 45-54.
- Dhindsa, R. S., Matowe, W. (1981). Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation. *Journal of experimental botany*, 32, 79-91.
- Díaz-Vivancos, P., Clemente-Moreno, M. J., Rubio, M., Olmos, E., García, J. A., Martínez-Gómez, P., Hernández, J. A. (2008). Alteration in the chloroplastic metabolism leads to ROS accumulation in pea plants in response to plum pox virus. *Journal of experimental botany*, 59, 2147-2160.
- Díaz-Vivancos, P., Faize, M., Barba-Espin, G., Faize, L., Petri, C., Hernández, J. A., Burgos, L. (2013). Ectopic expression of cytosolic superoxide dismutase and ascorbate peroxidase leads to salt stress tolerance in transgenic plums. *Plant Biotechnology Journal*, 11, 976-985.
- Disciglio, G., Lops, F., Carlucci, A., Gatta, G., Tarantino, A., Frabboni, L., Carriero, F., Tarantino, E. (2016). Effects of different methods to control the parasitic weed *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel in processing tomato crops. *Italian Journal of Agronomy*, 11, 39-46.
- Doley, K., Jite, P. K. (2014). Interaction effects of *Glomus fasciculatum* and *Trichoderma viride* inoculations on groundnut plants inoculated with pathogen *Macrophomina phaseolina*. *IJAS*, 4, 281-288.
- Dor, E., Evidente, A., Amalfitano, C., Agrelli, D., Hershenhorn, J. (2007). The influence of growth conditions on biomass, toxins and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. orthoceras, a potential agent for broomrape biocontrol. *Weed Research*, 47, 345-352.
- Duke, S. O. (2012). Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest management science*, 68, 505-512.

- Durant, J. L. (2019). Where have all the flowers gone? Honey bee declines and exclusions from floral resources. *Journal of Rural Studies*, 65, 161-171.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., (1987). **Araştırma ve Deneme Metotları**. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 1021. Ankara. 381.
- Egamberdiyeva, D., Höflich, G. (2004). Effect of plant growth-promoting bacteria on growth and nutrient uptake of cotton and pea in a semi-arid region of Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*, 56, 293-301.
- Eizenberg, H., Tanaami, Z., Ovdar, N., Rubin, B., Jacobsohn, J., Wegmann, K., Musselman, L., Joel, D., (1998). Effect of seasonal conditions on host-parasite relationship in *Orobanche crenata* and *O. aegyptiaca*. **Current problems in Orobanche research. Proc. 4th Int. Workshop Orobanche, Bulgaria**. 187-92.
- Eken, C., Demirci, E. (2013). Fungusların Biyolojik Mücadelede Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28, 138-152.
- El-Dabaa, M. A. T., Abd-El-Khair, H. (2020). Applications of plant growth promoting bacteria and *Trichoderma* spp. for controlling *Orobanche crenata* in faba bean. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-10.
- El-Halmouch, Y., Benharrat, H., Thalouarn, P. (2006). Effect of root exudates from different tomato genotypes on broomrape (*O. aegyptiaca*) seed germination and tubercle development. *Crop protection*, 25, 501-507.
- El-Maraghy, S., Tohamy, A., Hussein, K. (2021). Plant protection properties of the Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF): Mechanisms and potentiality. *Current Research in Environmental & Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)*, 11, 391-415.
- Elabaied, E. M., Ahmed M. E. R., Hassan, M. M., Ahmed M, M., Yahia, M. A., Rania A, A., Abusin, R. M. A., Osman A, G., Abdelgani, M. E., Babiker, A. E. (2017). Influence of bacteria on *Orobanche crenata* seed bank size, incidence and *Vicia faba* L. performance. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 30-39.
- Elbon, A., Whalen, J. K. (2015). Phosphorus supply to vegetable crops from arbuscular mycorrhizal fungi: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31, 73-90.
- Elzein, A., Kroschel, J. (2003). Progress on management of parasitic weeds. *FAO Plant Production and Protection Paper*, 109-143.
- Erdoğan, Ü., Çakmakçı, R. (2015). **Organik Tarım**. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 369.
- Erzurumlu, G. S., Kara, E. E. (2014). Mikoriza konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 55-65.
- FAO, (2021). Visualize. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, Erişim tarihi: 05.01.2023.
- Faradonbeh, H., Nayerehalsadat, Izadi Darbandi, E., Karimmojeni, H., Nezami, A. (2021). The morphological and physiological traits of *Cucumis sativus*-*Phelipanche aegyptiaca* association affected by arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis. *Journal of Crop Protection*, 10, 669-684.
- Faradonbeh, H., Nayerehalsadat H., Darbandi, E. I., Karimmojeni, H., Nezami, A. (2020). Physiological and growth responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) genotypes to Egyptian broomrape (*Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel) parasitism. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42, 1-15.

- Fernández-Aparicio, M., Flores, F., Rubiales, D. (2009). Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobanche* and *Phelipanche*) species. *Annals of botany*, 103, 423-431.
- Fernández-Aparicio, M., García-Garrido, J., Ocampo, J. A., Rubiales, D. (2010). Colonisation of field pea roots by arbuscular mycorrhizal fungi reduces *Orobanche* and *Phelipanche* species seed germination. *Weed Research*, 50, 262-268.
- Fernández-Aparicio, M., Flores, F., Rubiales, D. (2016). The effect of *Orobanche crenata* infection severity in faba bean, field pea, and grass pea productivity. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1409.
- Finkel, O. M., Castrillo, G., Paredes, S. H., González, I. S., Dangl, J. L. (2017). Understanding and exploiting plant beneficial microbes. *Current opinion in plant biology*, 38, 155-163.
- Fischer, N. H., Weidenhamer, J. D., Bradow, J. M. (1989). Dihydroparthenolide and other sesquiterpene lactones stimulate witchweed germination. *Phytochemistry*, 28, 2315-2317.
- Francis, R., Read, D. (1994). The contributions of mycorrhizal fungi to the determination of plant community structure. *Plant and soil*, 159, 11-25.
- Francis, R., Read, D. (1995). Mutualism and antagonism in the mycorrhizal symbiosis, with special reference to impacts on plant community structure. *Canadian Journal of Botany*, 73, 1301-1309.
- Fried, G., Chauvel, B., Reynaud, P., Sache, I. (2017). Decreases in crop production by non-native weeds, pests, and pathogens. *Impact of biological invasions on ecosystem services*, 83-101.
- Frost, D., Gurney, A., Press, M., Scholes, J. (1997). *Striga hermonthica* reduces photosynthesis in sorghum: the importance of stomatal limitations and a potential role for ABA? *Plant, Cell & Environment*, 20, 483-492.
- Gal-Hemed, I., Atanasova, L., Komon-Zelazowska, M., Druzhinina, I. S., Viterbo, A., Yarden, O. (2011). Marine isolates of *Trichoderma* spp. as potential halotolerant agents of biological control for arid-zone agriculture. *Applied and Environmental Microbiology*, 77, 5100-5109.
- Gal, J., Afifi, M., Lee, E., Lukens, L., Swanton, C. J. (2015). Detection of neighboring weeds alters soybean seedling roots and nodulation. *Weed Science*, 63, 888-900.
- Gamalero, E., Trotta, A., Massa, N., Copetta, A., Martinotti, M. G., Berta, G. (2004). Impact of two fluorescent pseudomonads and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and P acquisition. *Mycorrhiza*, 14, 185-192.
- García-Garrido, J., Lendzemo, V., Castellanos-Morales, V., Steinkellner, S., Vierheilig, H. (2009). Strigolactones, signals for parasitic plants and arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 19, 449-459.
- Gatahi, D. M. (2020). Challenges and opportunities in tomato production chain and sustainable standards. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7, 235-262.
- Gealy, D. R., Gurusiddaiah, S., Ogg, A. G., Kennedy, A. C. (1996). Metabolites from *Pseudomonas fluorescens* strain D7 inhibit downy brome (*Bromus tectorum*) seedling growth. *Weed Technology*, 10, 282-287.
- George, E. (2000). Nutrient uptake: contributions of arbuscular mycorrhizal fungi to plant mineral nutrition. *Arbuscular mycorrhizas: physiology and function*, 307-343.

- Gharde, Y., Singh, P., Dubey, R., Gupta, P. (2018). Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop protection*, 107, 12-18.
- Gianinazzi-Pearson, V., Gollotte, A., Cordier, C., Gianinazzi, S. (1996). **Histology, ultrastructure and molecular cytology of plant-microorganism interactions**. Root defence responses in relation to cell and tissue invasion by symbiotic microorganisms: cytological investigations. Ed. Springer, 177-191.
- Gill, S. S., Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant physiology and biochemistry*, 48, 909-930.
- Giovannetti, M., Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytology*, 91, 489-500.
- Giovannetti, M., Lioi, L. (1990). The mycorrhizal status of *Arbutus unedo* in relation to compatible and incompatible fungi. *Canadian Journal of Botany*, 68, 1239-1244.
- Glick, B. R., Liu, C., Ghosh, S., Dumbroff, E. B. (1997). Early development of canola seedlings in the presence of the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2. *Soil biology and Biochemistry*, 29, 1233-1239.
- Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 15.
- Godfray, H. C. J., Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Philosophical transactions of the Royal Society B: biological sciences*, 369, 20120273.
- Goldwasser, Y., Plakhine, D., Kleifeld, Y., Zamski, E., Rubin, B. (2000). The differential susceptibility of vetch (*Vicia* spp.) to *Orobanche aegyptiaca*: anatomical studies. *Annals of botany*, 85, 257-262.
- González-Verdejo, C. I., Barandiaran, X., Moreno, M. T., Cubero, J. I., Di Pietro, A. (2006). A peroxidase gene expressed during early developmental stages of the parasitic plant *Orobanche ramosa*. *Journal of experimental botany*, 57, 185-192.
- Görkem, H. N. (2011). *Bazı Patlıcan Çeşitlerinin Antioksidan Savunma Sistemi Üzerine Canavar Otu (Phelipanche Ramosa (L.) Pomel) Parazitinin Etkilerinin İncelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Guevara-Avendaño, E., Luna-Rodríguez, M., Octavio-Aguilar, P., Iglesias-Andreu, L., Trigos, Á., Martínez-Hernández, M. d. J. (2014). Effect of rhizobacteria indole producing on the development of *Capsicum annuum* var. jalapeño M. *International Research Journal of Biological Sciences*, 3, 22-27.
- Gupta, M., Khaliq, A., Pandey, R., Shukla, R., Singh, H., Kumar, S. (2000). Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Ocimum* spp. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 7, 57-63.
- Güneş, H. (2018). *Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae familyalarına ait bazı bitkilerin arbusküler mikorhizal fungus (AMF) ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler'le ilişkisi*. Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Güvenç, İ. (2019). Türkiye'de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 57-61.
- Gworgwor, N. A., Weber, H. C. (2003). Arbuscular mycorrhizal fungi-parasite-host interaction for the control of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Mycorrhiza*, 13, 277-281.

- Habimana, S., Nduwumuremyi, A., Chinama R, J. (2014). Management of *Orobanche* in field crops: A review. *Journal of soil science and plant nutrition*, 14, 43-62.
- Hall, J. A., Peirson, D., Ghosh, S., Glick, B. (1996). Root elongation in various agronomic crops by the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12–2. *Israel Journal of Plant Sciences*, 44, 37-42.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature reviews microbiology*, 2, 43-56.
- Hassan, M. M., Abakeer, R. A. (2013). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and bacterial strains on *Orobanche crenata* Forsk, on faba bean. *Universal Journal of Applied Science*, 1, 27-32.
- Heath, R. L., Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, 125, 189-198.
- Herrera-Téllez, V. I., Cruz-Olmedo, A. K., Plasencia, J., Gavilanes-Ruíz, M., Arce-Cervantes, O., Hernández-León, S., Saucedo-García, M. (2019). The protective effect of *Trichoderma asperellum* on tomato plants against *Fusarium oxysporum* and *Botrytis cinerea* diseases involves inhibition of reactive oxygen species production. *International journal of molecular sciences*, 20, 2007.
- Hershenhorn, J., Goldwasser, Y., Plakhine, D., Herzlinger, G., Golan, S., Russo, R., Kleifeld, Y. (1996). Role of pepper (*Capsicum annuum*) as a trap and catch crop for control of *Orobanche aegyptiaca* and *O. cernua*. *Weed Science*, 44, 948-951.
- Hosamani, P. A., (2023). Effect Of Arbuscular Mycorrhizal Interactions On Growth And Chlorophyll Content Of *Lycopersicon Esculentum* Mill. *Life Sciences Leaflets*, 1-6.
- Hungria, M., Nogueira, M. A., Araujo, R. S. (2013). Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. *Biology and Fertility of Soils*, 49, 791-801.
- Idris, A. E., Abouzeid, M. A., Evidente, A., Vurro, M., Boari, A. (2003). Identification of phytotoxic metabolites of a new *Fusarium* sp. inhibiting germination of *Shiga hermonthica* seeds. *Phytopathologia Mediterranea*, 1000-1006.
- Imaizumi, S., Nishino, T., Miyabe, K., Fujimori, T., Yamada, M. (1997). Biological control of annual bluegrass (*Poa annua* L.) with a japanese isolate of *Xanthomonas campestris* pv. *poae* (jt-p482). *Biological Control*, 8, 7-14.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M., Yakışır, E., Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12, 1-19.
- Isaac, S., (1991). **Fungal-plant interactions**. Ed. Springer Science & Business Media.
- Jamshidi G, K., Moosavi, S. S., Amirmahani, F., Salehi, F., Nazari, M. (2020). Assessment of changes in growth traits, oxidative stress parameters, and enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense mechanisms in *Lepidium draba* plant under osmotic stress induced by polyethylene glycol. *Protoplasma*, 257, 459-473.
- Janzen, H., Fixen, P., Franzluebbers, A., Hattey, J., Izaurralde, R. C., Ketterings, Q., Lobb, D., Schlesinger, W. (2011). Global prospects rooted in soil science. *Soil Science Society of America Journal*, 75, 1-8.

- Jiang, L., Yang, H. (2009). Prometryne-induced oxidative stress and impact on antioxidant enzymes in wheat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72, 1687-1693.
- Joel, D. (2007). Direct infection of potato tubers by the root parasite *Orobanchae aegyptiaca*. *Weed Research*, 47, 276-279.
- Joel, D. M., Gressel, J., Musselman, L. J., (2013). ***Parasitic Orobanchaceae***. Ed. New York.
- Kaçar, B., (1984). ***Bitki besleme uygulama kılavuzu***. Ed. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Kadioğlu, İ. (2009). Canavar otunun (*Orobanchae spp.*) tanımı, zararları ve mücadelesi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2, 1-6.
- Kanchana, D., Jayanthi, M., Usharani, G., Saranraj, P., Sujitha, D. (2014). Interaction effect of combined inoculation of PGPR on growth and yield parameters of chilli var k1 (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Microbiological Research*, 5, 144-151.
- Kang, G., Li, G., Guo, T. (2014). Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 2287-2297.
- Karaca, C. (2013). Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım Politikaları: Tarım Sektöründe Atıl Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakların Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 19, 1-11.
- Karaer, M. (2020). *Farklı sulama seviyelerinin malçlı ve malçsız koşullarda yetiştirilen sofralık domatesin verim ve kalitesi üzerine etkisi*, Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Karagiannidis, N., Bletsos, F., Stavropoulos, N. (2002). Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Scientia Horticulturae*, 94, 145-156.
- Kawahigashi, H. (2009). Transgenic plants for phytoremediation of herbicides. *Current Opinion in Biotechnology*, 20, 225-230.
- Kennedy, A. C., Johnson, B. N., Stubbs, T. L. (2001). Host range of a deleterious rhizobacterium for biological control of downy brome. *Weed Science*, 49, 792-797.
- Khalid, A., Arshad, M., Zahir, Z. (2004). Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. *Journal of applied microbiology*, 96, 473-480.
- Khan, M. A., Khan, S. A., Waheed, U., Raheel, M., Khan, Z., Alrefaei, A. F., Alkhamis, H. H. (2021). Morphological and genetic characterization of *Fusarium oxysporum* and its management using weed extracts in cotton. *Journal of King Saud University-Science*, 33, 101299.
- Kıpçak, S., Ekincialp, A., Erdiñ, Ç., Kabay, T., Şensoy, S. (2019). Tuz stresinin farklı fasulye genotiplerinde bazı besin elementi içeriği ile toplam antioksidan ve toplam fenol içeriğine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29, 136-144.
- Kiracı, S., Gönülal, E., Padem, H. (2014). Farklı mikoriza türlerinin organik havuç yetiştiriciliğinde kalite özellikleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 106-113.
- Kleifeld, Y. (1999). Selective *Orobanchae* control with imidazolinone herbicides in various host crops. *Phytoparasitica*, 27, 112-113.

- Klironomos, J. N. (2002). Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. *Nature*, 417, 67-70.
- Kloepper, J., Scher, F., Laliberte, M., Tipping, B. (1986). **Iron, siderophores, and plant diseases** Emergence-promoting rhizobacteria: description and implications for agriculture. Ed. Springer: 155-164.
- Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment international*, 132, 105078.
- Krupp, A., Heller, A., Spring, O. (2019). Development of phloem connection between the parasitic plant *Orobancha cumana* and its host sunflower. *Protoplasma*, 256, 1385-1397.
- Kumar, A., Sharma, S., Mishra, S. (2010). Influence of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi and salinity on seedling growth, solute accumulation, and mycorrhizal dependency of *Jatropha curcas* L. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29, 297-306.
- Kumar, S., Shukla, V., Dubey, M. K., Upadhyay, R. S. (2021). Activation of defense response in common bean against stem rot disease triggered by *Trichoderma erinaceum* and *Trichoderma viride*. *Journal of Basic Microbiology*, 61, 910-922.
- Kumari, S., Bharat, N. K., Thakur, A. K. (2020). Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and bio-control agents (BCAs) in crop production. *International Journal of Economic Plants*, 7, 144-150.
- Kuyper, T. W., Struik, P. C. (2014). Epilogue: global food security, rhetoric, and the sustainable intensification debate. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 71-79.
- Kwon, S. Y., Jeong, Y. J., Lee, H. S., Kim, J., Cho, K., Allen, R., Kwak, S. S. (2002). Enhanced tolerances of transgenic tobacco plants expressing both superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in chloroplasts against methyl viologen-mediated oxidative stress. *Plant, Cell & Environment*, 25, 873-882.
- Labrousse, P., Arnaud, M., Serieys, H., Bervillé, A., Thalouarn, P. (2001). Several mechanisms are involved in resistance of *Helianthus* to *Orobancha cumana* Wallr. *Annals of botany*, 88, 859-868.
- Lambers, H. (2022). Phosphorus acquisition and utilization in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 73, 17-42.
- Latef, A. A. H. A., Chaoping, H. (2011). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant enzymes activity and fruit yield of tomato grown under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 127, 228-233.
- Lemanceau, P., Steinberg, C., Thomas, D., Edel, V., Raaijmakers, J., Alabouvette, C., (2000). Natural soil suppressiveness to soilborne diseases. **Book of Abstracts: Oral sessions of the 5th International Workshop on PGPR, Córdoba, Argentina, 30 October-3 November 2000.** 82-83. Cordoba, Argentina.
- Lendzemo, V., Kuyper, T. W. (2001). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on damage by *Striga hermonthica* on two contrasting cultivars of sorghum, *Sorghum bicolor*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 87, 29-35.
- Lendzemo, V., Kuyper, T. W., Kropff, M., van Ast, A. v. (2005). Field inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi reduces *Striga hermonthica* performance on cereal crops and has the potential to contribute to integrated *Striga* management. *Field Crops Research*, 91, 51-61.

- Lendzemo, V. W., Kuyper, T. W., Matusova, R., Bouwmeester, H. J., Ast, A. V. (2007). Colonization by arbuscular mycorrhizal fungi of sorghum leads to reduced germination and subsequent attachment and emergence of *Striga hermonthica*. *Plant signaling & behavior*, 2, 58-62.
- Li, R.-X., Cai, F., Pang, G., Shen, Q.-R., Li, R., Chen, W. (2015). Solubilisation of phosphate and micronutrients by *Trichoderma harzianum* and its relationship with the promotion of tomato plant growth. *PloS one*, 10, e0130081.
- Lins, R., Colquhoun, J., Mallory-Smith, C. (2006). Investigation of wheat as a trap crop for control of *Orobanche minor*. *Weed Research*, 46, 313-318.
- Liu, X.-M., Zhang, H. (2015). The effects of bacterial volatile emissions on plant abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 6, 774.
- Longo, A., Lo Monaco, A., Mauromicale, G. (2010). The effect of *Phelipanche ramosa* infection on the quality of tomato fruit. *Weed Research*, 50, 58-66.
- López-Ráez, J. A., Charnikhova, T., Fernández, I., Bouwmeester, H., Pozo, M. J. (2011). Arbuscular mycorrhizal symbiosis decreases strigolactone production in tomato. *Journal of Plant Physiology*, 168, 294-297.
- López-Ráez, J. A., Charnikhova, T., Gómez-Roldán, V., Matusova, R., Kohlen, W., De Vos, R., Verstappen, F., Puech-Pages, V., Bécard, G., Mulder, P. (2008). Tomato strigolactones are derived from carotenoids and their biosynthesis is promoted by phosphate starvation. *New Phytologist*, 178, 863-874.
- Lops, F., Disciglio, G., Carlucci, A., Gatta, G., Frabboni, L., Tarantino, A., Tarantino, E. (2017). Biological methods to control parasitic weed *Phelipanche ramosa* L. Pomel in the field tomato Crop. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 11, 264-267.
- Lops, F., Frabboni, L., Carlucci, A., Tarantino, A., Raimondo, M. L., Disciglio, G. (2022). **Tomato-From Cultivation to Processing Technology**. Management of Branched Broomrape in Field Processing Tomato Crop. Edited by Pranas Viškelis.
- Louarn, J., Carbonne, F., Delavault, P., Becard, G., Rochange, S. (2012). Reduced germination of *Orobanche cumana* seeds in the presence of arbuscular mycorrhizal fungi or their exudates. *PloS one*, 7, e49273.
- Lucas Garcia, J., Probanza, A., Ramos, B., Ruiz Palomino, N., Gutierrez Manero, F., (2000). Effects of inoculation with PGPR on seedling growth of different tomato and pepper varieties in axenic conditions. **Proceedings of the Fifth International PGPR Workshop, Cordoba, Argentina**.
- Madany, M. M., Zinta, G., Abuelsoud, W., Hozzein, W. N., Selim, S., Asard, H., Abd Elgawad, H. (2020). Hormonal seed-priming improves tomato resistance against broomrape infection. *Journal of Plant Physiology*, 250, 153184.
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 3315-3335.
- Maherali, H., Klironomos, J. N. (2007). Influence of phylogeny on fungal community assembly and ecosystem functioning. *Science*, 316, 1746-1748.
- Mauromicale, G., Monaco, A. L., Longo, A. M. (2008). Effect of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) infection on the growth and photosynthesis of tomato. *Weed Science*, 56, 574-581.
- McNeal, J. R., Bennett, J. R., Wolfe, A. D., Mathews, S. (2013). Phylogeny and origins of holoparasitism in Orobanchaceae. *American Journal of Botany*, 100, 971-983.

- Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B. H., Pala, F. (2020). Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. *Agronomy*, 10, 257.
- Mishra, S., Srivastava, S., Tripathi, R., Kumar, R., Seth, C., Gupta, D. (2006). Lead detoxification by coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) involves induction of phytochelatins and antioxidant system in response to its accumulation. *Chemosphere*, 65, 1027-1039.
- Mizgin, B., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M. (2019). Kuraklık stresi altındaki ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)’da deniz yosununun büyüme parametreleri, toplam fenolik ve antioksidan madde üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29, 496-505.
- Mohamed, I. A., Abdalla, R. M. (2023). Weed control, growth, and yield of tomato after application of metribuzin and different pendimethalin products in upper egypt. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23, 924-937.
- Monteiro, A., Santos, S. (2022). Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, 12, 118.
- Monteiro, A. L., de Freitas Souza, M., Lins, H. A., da Silva Teófilo, T. M., Júnior, A. P. B., Silva, D. V., Mendonça, V. (2021). A new alternative to determine weed control in agricultural systems based on artificial neural networks (ANNs). *Field Crops Research*, 263, 108075.
- Mortensen, A., Skibsted, L. H., Sampson, J., Rice-Evans, C., Everett, S. A. (1997). Comparative mechanisms and rates of free radical scavenging by carotenoid antioxidants. *FEBS letters*, 418, 91-97.
- Mounde, L. G., Boh, M. Y., Cotter, M., Rasche, F. (2015). Potential of rhizobacteria for promoting sorghum growth and suppressing *Striga hermonthica* development. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122, 100-106.
- Moustaine, M., Elkahkahi, R., Benbouazza, A., Benkirane, R., Achbani, E. (2017). Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and characterization for direct PGP abilities in Morocco. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2, 238708.
- Murali, M., Amruthesh, K. N. (2015). Plant Growth-promoting Fungus *Penicillium oxalicum* enhances plant growth and induces resistance in pearl millet against downy mildew disease. *Journal of Phytopathology*, 163, 743-754.
- Musa, T. S. A., (2012). *Development and Integration of Biocontrol Products in Branched Broomrape (Phelipanche ramosa) management in Tomato*. Ph. D thesis, University of Kassel, Witzenhausen, Germany.
- Mustafa, A., Naveed, M., Saeed, Q., Ashraf, M. N., Hussain, A., Abbas, T., Kamran, M., Minggang, X. (2019). Application potentials of plant growth promoting rhizobacteria and fungi as an alternative to conventional weed control methods. *Sustainable Crop Production*, 1, 1-23.
- Nakano, Y., Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology*, 22, 867-880.
- Namli, A., Mahmood, A., Sevilir, B., Özkır, E. (2017). Effect of phosphorus solubilizing bacteria on some soil properties, wheat yield and nutrient contents. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6, 249-258.
- Nawar, L., Sahab, A. (2011). Evaluation of compost fortified with *Trichoderma* spp. isolates as biological agents against broomrape of chamomile herbs. *Natural Sciences*, 9, 229-236.

- Nedim, A., Tayyar, B. (2005). Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15, 87-103.
- Nefzi, F., Trabelsi, I., Amri, M., Triki, E., Kharrat, M., Abbes, Z. (2016). Response of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to *Orobanche foetida* Poir. parasitism. *Chilean journal of agricultural research*, 76, 170-178.
- Nemat Alla, M. M., Shabana, Y. M., Serag, M. M., Hassan, N. M., El-Hawary, M. M. (2008). Granular formulation of *Fusarium oxysporum* for biological control of faba bean and tomato *Orobanche*. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 64, 1237-1249.
- Noman, A., Aqeel, M., Qasim, M., Haider, I., Lou, Y. (2020). Plant-insect-microbe interaction: A love triangle between enemies in ecosystem. *Science of the Total Environment*, 699, 134181.
- Nsibande, S., Forbes, P. (2016). Fluorescence detection of pesticides using quantum dot materials—a review. *Analytica Chimica Acta*, 945, 9-22.
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144, 31-43.
- Oleńska, E., Małek, W., Wójcik, M., Swiecicka, I., Thijs, S., Vangronsveld, J. (2020). Beneficial features of plant growth-promoting rhizobacteria for improving plant growth and health in challenging conditions: A methodical review. *Science of the Total Environment*, 743, 140682.
- Othira, J., Omolo, J., Wachira, F. N., Onek, L. (2012). Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi in protection of maize (*Zea mays* L.) against witchweed (*Striga hermonthica* Del Benth) infestation, *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 3, 37-44.
- Parker, C., Riches, C. R., (1993). ***Parasitic weeds of the world: biology and control***. Ed. CAB international. United Kingdom.
- Parker, C. (2009). Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 65, 453-459.
- Parmar, N., Dadarwal, K., (2000). Pathogenic suppressive abilities of rhizosphere bacteria from healthy chickpea plants. **Proceedings of the Fifth International PGPR Workshop, Cordoba, Argentina.**
- Pérez-de-Luque, A., González-Verdejo, C. I., Lozano, M. D., Dita, M. A., Cubero, J. I., González-Melendi, P., Risueño, M. C., Rubiales, D. (2006). Protein cross-linking, peroxidase and β -1, 3-endoglucanase involved in resistance of pea against *Orobanche crenata*. *Journal of experimental botany*, 57, 1461-1469.
- Pérez-de-Luque, A., Jorrín, J., Cubero, J., Rubiales, D. (2005). *Orobanche crenata* resistance and avoidance in pea (*Pisum* spp.) operate at different developmental stages of the parasite. *Weed Research*, 45, 379-387.
- Pérez-de-Luque, A., Lozano, M. D., Moreno, M., Testillano, P., Rubiales, D. (2007). Resistance to broomrape (*Orobanche crenata*) in faba bean (*Vicia faba*): cell wall changes associated with prehaustorial defensive mechanisms. *Annals of Applied Biology*, 151, 89-98.
- Perny, A. (1989). Branched broomrape, a new weed of rape. *Bulletin CETIOM*. 103, 17.
- Phillips, J., Hayman, D. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British mycological Society*, 55, 158-IN18.

- Piasecki, C., Rizzardi, M., Schons, J., Caverzan, A., Chavarria, G. (2018). Does the interference of GR® volunteer corn alters stress metabolism on soybean? *Planta Daninha*, 36.
- Pimentel, D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, development and sustainability*, 7, 229-252.
- Prajapati, S., Kumar, N., Kumar, S., Maurya, S. (2020). Biological control a sustainable approach for plant diseases management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9, 1514-1523.
- Prasad, R., Bhola, D., Akdi, K., Cruz, C., KVSS, S., Tuteja, N., Varma, A. (2017). Introduction to mycorrhiza: historical development. *Mycorrhiza-function, diversity state of the Art*, 1-7.
- Premachandra, G., Saneoka, H., Kanaya, M., Ogata, S. (1991). Cell membrane stability and leaf surface wax content as affected by increasing water deficits in maize. *Journal of experimental botany*, 42, 167-171.
- Pretty, J., Pervez Bharucha, Z. (2015). Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects*, 6, 152-182.
- Qasem, J., Kasrawi, M. (1995). Variation of resistance to broomrape (*Orobanche ramosa*) in tomatoes. *Euphytica*, 81, 109-114.
- Qasem, J. (1998). Chemical control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) in glasshouse grown tomato. *Crop protection*, 17, 625-630.
- Qasem, J. R. (2019). Branched broomrape (*Orobanche ramosa* L.) control in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) by trap crops and other plant species in rotation. *Crop protection*, 120, 75-83.
- Qin, L., Jiang, H., Tian, J., Zhao, J., Liao, H. (2011). Rhizobia enhance acquisition of phosphorus from different sources by soybean plants. *Plant and soil*, 349, 25-36.
- Quail, J. W., Ismail, N., Pedras, M. S. C., Boyetchko, S. M. (2002). Pseudophomins A and B, a class of cyclic lipodepsipeptides isolated from a *Pseudomonas* species. *Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications*, 58, 268-271.
- Raja, R., Nguyen, T. T., Slaughter, D. C., Fennimore, S. A. (2020). Real-time weed-crop classification and localisation technique for robotic weed control in lettuce. *Biosystems Engineering*, 192, 257-274.
- Rajapakse, S., Miller, J., J Creighton (1992). **Methods in microbiology**. 15 methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. Ed. Elsevier: 301-316.
- Rajput, V. D., Harish, Singh, R. K., Verma, K. K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F. R., Meena, M., Gour, V. S., Minkina, T., Sushkova, S. (2021). Recent developments in enzymatic antioxidant defence mechanism in plants with special reference to abiotic stress. *Biology*, 10, 267.
- Rao, V., (2000). **Principles of weed science 2nd Edition Science Publishers**. Ed. Inc Enfield, NH.
- Reid, A., Greene, S. E. (2013). How microbes can help feed the world. *Issues*, 33-37.
- Rinaudo, V., Bàrberi, P., Giovannetti, M., van der Heijden, M. G. (2010). Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. *Plant and soil*, 333, 7-20.
- Rişvanlı, M. R. (2022). *Trichoderma harzianum* Uygulanmış Patates ve Pamuk Bitkisi Üzerinde, *Spodoptera Exigua*'nın Popülasyon Performansı ve Beslenme

- Kapasitesinin Belirlenmesi*, Doktora tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Roberts, J. R., Karr, C. J., Health, C. o. E., Paulson, J. A., Brock-Utne, A. C., Brumberg, H. L., Campbell, C. C., Lanphear, B. P., Osterhoudt, K. C., Sandel, M. T. (2012). Pesticide exposure in children. *Pediatrics*, 130, 1765-1788.
- Rodriguez, A., Sanders, I. R. (2015). The role of community and population ecology in applying mycorrhizal fungi for improved food security. *The ISME journal*, 9, 1053-1061.
- Romera, F. J., García, M. J., Lucena, C., Martínez-Medina, A., Aparicio, M. A., Ramos, J., Alcántara, E., Angulo, M., Pérez-Vicente, R. (2019). Induced systemic resistance (ISR) and Fe deficiency responses in dicot plants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 287.
- Rubiales, D., Fernández-Aparicio, M. (2012). Innovations in parasitic weeds management in legume crops. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 433-449.
- Sadowski, A., Baer-Nawrocka, A. (2018). Food and environmental function in world agriculture Interdependence or competition? *Land Use Policy*, 71, 578-583.
- Saffan, M. M., Koriem, M. A., El-Henawy, A., El-Mahdy, S., El-Ramady, H., Elbehiry, F., Omara, A. E.-D., Bayoumi, Y., Badgar, K., Prokisch, J. (2022). Sustainable production of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) under low-quality irrigation water as affected by bio-nanofertilizers of selenium and copper. *Sustainability*, 14, 3236.
- Sands, D. C., Pilgeram, A. L., Zidack, N. K., Jacobsen, B. J., Tiourebaev, K. S., (2003). ***Pseudomonas syringae* and related pathogens: Biology and Genetic.** Enhancing the efficacy of bioherbicides. Springer, Netherlands. 431-441.
- Sauerborn, J., Müller-Stöver, D., Hershenhorn, J. (2007). The role of biological control in managing parasitic weeds. *Crop protection*, 26, 246-254.
- Scavo, A., Mauromicale, G. (2020). Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10, 466.
- Segarra, G., Casanova, E., Avilés, M., Trillas, I. (2010). *Trichoderma asperellum* strain T34 controls *Fusarium* wilt disease in tomato plants in soilless culture through competition for iron. *Microbial ecology*, 59, 141-149.
- Serghini, K., de Luque, A. P., Castejón-Muñoz, M., García-Torres, L., Jorrín, J. V. (2001). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to broomrape (*Orobancha cernua* Loefl.) parasitism: induced synthesis and excretion of 7-hydroxylated simple coumarins. *Journal of experimental botany*, 52, 2227-2234.
- Shabana, Y. M., Müller-Stöver, D., Sauerborn, J. (2003). Granular Pesta formulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. orthoceras for biological control of sunflower broomrape: efficacy and shelf-life. *Biological Control*, 26, 189-201.
- Sharma, K., Malhi, G. S., Gupta, G., Kaur, M. (2020). Biological weed control: a way to sustainable weed management. *Indian farmer*, 7, 853-860.
- Sherwani, S. I., Arif, I. A., Khan, H. A. (2015). Modes of action of different classes of herbicides. *Herbicides, physiology of action, and safety*, 165-186.
- Siddiqui, Z. A., Iqbal, A., Mahmood, I. (2001). Effects of *Pseudomonas fluorescens* and fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. *Applied Soil Ecology*, 16(2), 179-185.

- Sikes, B. A., Cottenie, K., Klironomos, J. N. (2009). Plant and fungal identity determines pathogen protection of plant roots by arbuscular mycorrhizas. *Journal of Ecology*, 97, 1274-1280.
- Sims, B., Corsi, S., Gbehounou, G., Kienzle, J., Taguchi, M., Friedrich, T. (2018). Sustainable weed management for conservation agriculture: Options for smallholder farmers. *Agriculture*, 8, 118.
- Singh, A., Sarma, B. K., Upadhyay, R. S., Singh, H. B. (2013). Compatible rhizosphere microbes mediated alleviation of biotic stress in chickpea through enhanced antioxidant and phenylpropanoid activities. *Microbiological Research*, 168, 33-40.
- Singh, J. N., Singh, J. N., Rai, T. (1971). Studies on the physiology of host-parasite relationship in *Orobanch*. II. Growth and mineral nutrition of host and parasite. *Physiologia Plantarum*, 25, 425-431.
- Smith, S. E., Read, D. (2008). Mineral nutrition, toxic element accumulation and water relations of arbuscular mycorrhizal plants. *Mycorrhizal symbiosis*, 145-VI.
- Song, Y. Y., Zeng, R. S., Xu, J. F., Li, J., Shen, X., Yihdego, W. G. (2010). Interplant communication of tomato plants through underground common mycorrhizal networks. *PloS one*, 5, e13324.
- Song, Y. Y., Ye, M., Li, C. Y., Wang, R. L., Wei, X. C., Luo, S. M., Zeng, R. S. (2013). Priming of anti-herbivore defense in tomato by arbuscular mycorrhizal fungus and involvement of the jasmonate pathway. *Journal of Chemical Ecology*, 39, 1036-1044.
- Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: The “secrets” of a multitasked biocontrol agent. *Plants*, 9, 762.
- Sousa, E. O., Miranda, C. M., Nobre, C. B., Boligon, A. A., Athayde, M. L., Costa, J. G. (2015). Phytochemical analysis and antioxidant activities of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis* extracts. *Industrial Crops and Products*, 70, 7-15.
- Soylu, S., Sülü, S. M., Bozkurt, İ. A. (2016). Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 103-111.
- Spatafora, J. W., Chang, Y., Benny, G. L., Lazarus, K., Smith, M. E., Berbee, M. L., Bonito, G., Corradi, N., Grigoriev, I., Gryganskyi, A. (2016). A phylum-level phylogenetic classification of zygomycete fungi based on genome-scale data. *Mycologia*, 108, 1028-1046.
- SPSS. (2021). IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows.
- Stewart, W., Roberts, T. (2012). Food security and the role of fertilizer in supporting it. *Procedia Engineering*, 46, 76-82.
- Strelyaeva, N. (1978). The germination of broomrape seeds under artificial conditions. *Sel'skol'hozyaistvennaya Biologiya*, 3, 462-463.
- Sundaramoorthy, S., Balabaskar, P. (2013). Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 1, 036-040.
- Swain, T., Hillis, W. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10, 63-68.
- Tadayyon, A., Zafarian, M., Fallah, S., Bazoubandi, M. (2018). Effects of arbuscular mycorrhizal fungal symbiosis for control of Egyptian broomrape (*Orobanch*

- aegyptiaca* Pers.) in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivation. *Weed Biology and Management*, 18, 118-126.
- Taha, S. M., Amer, M. E., Elmarsafy, A. E., Elkady, M. Y. (2014). Adsorption of 15 different pesticides on untreated and phosphoric acid treated biochar and charcoal from water. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2, 2013-2025.
- Tahat, M. M., Kamaruzaman, S., Redziah, O., Kadir, J., Masdek, M. (2009). *Mechanisms involved in the biological control of tomato bacterial wilt caused by Ralstonia solanacearum using arbuscular mycorrhizal fungi*, Ph. D thesis. Universiti Putra Malaysia.
- Tarantino, E., Lops, F., Disciglio, G., Carlucci, A., Gatta, G., Frabboni, L. (2015). Esperienze sui metodi di controllo degli attacchi di *Pheliphanche Ramosa* (*Orobanche*) su pomodoro da industria in Capitanata. *L'informatore Agrario*, 33, 68-72.
- Tateno, A., (2000). Herbicidal composition for the control of annual bluegrass. U.S. Patent No. 6,162,763. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Tepe, I., (1998). *Türkiye'de tarım ve tarım dışı alanlarda sorun olan yabancı otlar ve mücadeleleri*. Ed. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Van.
- Tepe, I. (2014). Yabancı otlarla mücadele. *Sidas Medya Ziraat Yayın*, 292.
- Tepe, I., Celebi, S. Z., Kaya, I., Ozkan, R. Y. (2017). Control of smoothseed alfalfa dodder (*Cuscuta approximata*) in alfalfa (*Medicago sativa*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 19: 199–203.
- Ter Borg, S., Van Ast, A., (1991). Soil moisture, root architecture and broomrape (*Orobanche crenata*) infestation in Faba bean (*Vicia faba*). **Proc. Int. Workshop Orobanche research, Obermarchtal, FRG. 1989: Progress in Orobanche research, K. Wegmann, LJ Musselman. Univ. Tübingen, FRG. 278-292.**
- Thomas, H., Sauerborn, J., Muller-Stover, D., Kroschel, J. (1999). Fungi of *Orobanche aegyptiaca* in Nepal with potential as biological control agents. *Biocontrol Science and Technology*, 9, 379-381.
- Tokasi, S., Bannayan Aval, M., Mashhadi, H., Ghanbari, A. (2014). Screening of resistance to Egyptian broomrape infection in tomato varieties. *Planta Daninha*, 32, 109-116.
- Torres, M. A., Jones, J. D., Dangl, J. L. (2006). Reactive oxygen species signaling in response to pathogens. *Plant Physiology*, 141, 373-378.
- Torres, M. A. (2010). ROS in biotic interactions. *Physiologia Plantarum*, 138, 414-429.
- Trognitz, F., Hackl, E., Widhalm, S., Sessitsch, A. (2016). The role of plant–microbiome interactions in weed establishment and control. *FEMS Microbiology Ecology*, 92, fiw138.
- Trouvelot, A. (1986). Measure du taux de mycorrhization d'un systeme racinaire. Recherche de methods d'estimation ayant une signification fonctionnelle. *Physiological and genetical aspects of mycorrhizae*, 217-221.
- Tsanuo, M. K., Hassanali, A., Hooper, A. M., Khan, Z., Kaberia, F., Pickett, J. A., Wadhams, L. J. (2003). Isoflavanones from the allelopathic aqueous root exudate of *Desmodium uncinatum*. *Phytochemistry*, 64, 265-273.
- Turhan, P., Demir, S. (2013). Çilekte siyah kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı bazı biyolojik mücadele elemanlarının etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4, 125-140.

- UN, (2022). United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects 2022, Summary of Results. ESA/POP/2022/TR/NO.3.
- Urashima, Y., Hori, K. (2003). Selection of PGPR [plant growth promoting Rhizobacteria] which promotes the growth of spinach. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition (Japan)*, 157-162.
- Uygur, S., Uygur, F. N. (2010). Yabancı otların biyolojik mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1, 79-95.
- Van Camp, W., Inzé, D., Van Montagu, M. (1997). The regulation and function of tobacco superoxide dismutases. *Free Radical Biology and Medicine*, 23, 515-520.
- Van der Putten, W. H., Vet, L. E., Harvey, J. A., Wäckers, F. L. (2001). Linking above- and belowground multitrophic interactions of plants, herbivores, pathogens, and their antagonists. *Trends in Ecology & Evolution*, 16, 547-554.
- Van Oosten, V. R., Bodenhausen, N., Reymond, P., Van Pelt, J. A., Van Loon, L., Dicke, M., Pieterse, C. M. (2008). Differential effectiveness of microbially induced resistance against herbivorous insects in Arabidopsis. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 21, 919-930.
- Veiga, R. S., Jansa, J., Frossard, E., van der Heijden, M. G. (2011). Can arbuscular mycorrhizal fungi reduce the growth of agricultural weeds? *PloS one*, 6, e27825.
- Verma, P. P., Shelake, R. M., Das, S., Sharma, P., Kim, J.-Y. (2019). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and fungi (PGPF): potential biological control agents of diseases and pests. *Microbial Interventions in Agriculture and Environment: Volume 1: Research Trends, Priorities and Prospects*, 281-311.
- Vural, H., Duman, İ. (2000). Güneşte kurutulmuş domates üretimi ve bu üretimin sanayi domatesi üretimindeki yeri. *TİGEM Dergisi*, 81.
- Vurro, M., Boari, A., Pilgeram, A. L., Sands, D. C. (2006). Exogenous amino acids inhibit seed germination and tubercle formation by *Orobanche ramosa* (broomrape): potential application for management of parasitic weeds. *Biological Control*, 36, 258-265.
- Vyas, M., Vyas, A. (2014). Field response of *Capsicum annuum* dually inoculated with AM fungi and PGPR in Western Rajasthan. *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 2, 21-26.
- Wang, B., Qiu, Y.-L. (2006). Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16, 299-363.
- Wangiyana, W., Aryana, I., Dulur, N. W. D. (2019). Increasing yield components of several promising lines of red rice through application of mycorrhiza bio-fertilizer and additive intercropping with soybean in aerobic irrigation system. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4, 1619-1624.
- Westwood, J. H., Depamphilis, C. W., Das, M., Fernández-Aparicio, M., Honaas, L. A., Timko, M. P., Wafula, E. K., Wickett, N. J., Yoder, J. I. (2012). The parasitic plant genome project: new tools for understanding the biology of *Orobanche* and *Striga*. *Weed Science*, 60, 295-306.
- Whitney, P., Carsten, C. (1981). Chemotropic response of broomrape radicles to host root exudates. *Annals of botany*, 48, 919-921.
- Woo, S. L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale, A., Lanzuise, S., Manganiello, G., Lorito, M. (2014). *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8, 71-126.

- Wu, S. C., Cao, Z., Li, Z., Cheung, K., Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125, 155-166.
- Xi, J., Ding, Z., Xu, T., Qu, W., Xu, Y., Ma, Y., Xue, Q., Liu, Y., Lin, Y. (2022). Maize rotation combined with *Streptomyces rochei* D74 to eliminate *Orobanche cumana* seed bank in the farmland. *Agronomy*, 12, 3129.
- Xie, X., Kusumoto, D., Takeuchi, Y., Yoneyama, K., Yamada, Y., Yoneyama, K. (2007). 2'-Epi-orobanchol and solanacol, two unique strigolactones, germination stimulants for root parasitic weeds, produced by tobacco. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8067-8072.
- Xu, M., Sheng, J., Chen, L., Men, Y., Gan, L., Guo, S., Shen, L. (2014). Bacterial community compositions of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) seeds and plant growth promoting activity of ACC deaminase producing *Bacillus subtilis* (HYT-12-1) on tomato seedlings. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30, 835-845.
- Yadav, M., Dubey, M. K., Upadhyay, R. S. (2021). Systemic resistance in chilli pepper against anthracnose (caused by *Colletotrichum truncatum*) induced by *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* and *Paenibacillus dendritiformis*. *Journal of Fungi*, 7(4), 307.
- Yahia, M. A., Hassan, M. M., Elamien, M. A., Abdalla, N. K., Rugheim, A. M., Elsalahi, R. H., Abusin, R. R., Abakeer, R. A., Ahmed, M. M., Osman, A. G. (2018). Laboratory and field studies of *Trichoderma harzianum*, bacterial strains and imazethapyr on *Orobanche crenata* Forsk infesting *Vicia faba*. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 6, 209-217.
- Yan, L., Khan, R. A. A. (2021). Biological control of bacterial wilt in tomato through the metabolites produced by the biocontrol fungus, *Trichoderma harzianum*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31, 1-9.
- Yang, C., Hu, L., Ali, B., Islam, F., Bai, Q., Yun, X., Yoneyama, K., Zhou, W. (2016). Seed treatment with salicylic acid invokes defence mechanism of *Helianthus annuus* against *Orobanche cumana*. *Annals of Applied Biology*, 169, 408-422.
- Yılmaz, S. (2015). *Tuz ve kuraklık stres koşullarına maruz bırakılan Phaseolus vulgaris L. (fasulye) bitkisinde giberellik asit uygulamasının gaba ve antioksidan savunma sistemine etkisinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Yoneyama, K., Xie, X., Kusumoto, D., Sekimoto, H., Sugimoto, Y., Takeuchi, Y., Yoneyama, K. (2007). Nitrogen deficiency as well as phosphorus deficiency in sorghum promotes the production and exudation of 5-deoxystrigol, the host recognition signal for arbuscular mycorrhizal fungi and root parasites. *Planta*, 227, 125-132.
- Yonghua, Q., Shanglong, Z., Asghar, S., Lingxiao, Z., Qiaoping, Q., Kunsong, C., Changjie, X. (2005). Regeneration mechanism of Toyonoka strawberry under different color plastic films. *Plant Science*, 168, 1425-1431.
- Zare, G., Dönmez, A. A., Dönmez, E. O. (2014). Pollen morphology and evolution in the genus *Orobanche* L. sl and its allied genera (Orobanchaceae/Orobanchaceae) in Turkey. *Plant Systematics and Evolution*, 300, 783-802.
- Zermane, N., Souissi, T., Kroschel, J., Sikora, R. (2007). Biocontrol of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk. and *Orobanche foetida* Poir.) by *Pseudomonas*

- fluorescens* isolate Bf7-9 from the faba bean rhizosphere. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 483-497.
- Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256.
- Zhang, S., Xu, B., Zhang, J., Gan, Y. (2018). Identification of the antifungal activity of *Trichoderma longibrachiatum* T6 and assessment of bioactive substances in controlling phytopathogens. *Pesticide biochemistry and physiology*, 147, 59-66.
- Zonno, M., Vurro, M. (2002). Inhibition of germination of *Orobancha ramosa* seeds by *Fusarium* toxins. *Phytoparasitica*, 30, 519-524.
- Zuccarini, P. (2007). Mycorrhizal infection ameliorates chlorophyll content and nutrient uptake of lettuce exposed to saline irrigation. *Plant soil and environment*, 53, 283.



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Enes FİDAN

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Fakülte : Ziraat Fakültesi

Bölüm : Bahçe Bitkileri

Mezuniyet Yılı : 2014

Yüksek Lisans

Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Enstitü : Fen Bilimleri Enstitüsü

Anabilim Dalı : Bahçe Bitkileri

Mezuniyet Yılı : 2017

Akademik Yayınlar

Fidan E, Tepe I, 2021. Sustainable Agriculture and Genetically Modified Organisms (GMOs) (Chap: 13): ***Agricultural and Natural Research & Reviews***. (Eds: Birhan Kunter, Nurhan Keskin) Livre de Lyon. ISBN: 978-2-38236-228-0, Ankara: 233-253.

Fidan, E., & Ekincialp, A. (2020). Bazı Sırık ve Bodur Fasulye Genotiplerinde Tuz Uygulamalarının Bitki Gelişimine Etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 8(5), 1074-1082.

Fidan, E., & Ekincialp, A. (2017). Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin farklı seviyelerdeki tuz stresine gösterdikleri tepkilerin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4), 558-568.

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih 06/12/2023

Tez Başlığı: Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF), *Trichoderma harzianum* ve Rizobakteriler (PGPR)'in Domates (*Solanum lycopersicum* L.)'in Gelişimi ve Domateste Sorun Olan Mavi Çiçekli Canavar Otu [*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel] Mücadelesi Üzerine Etkileri

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 91 (doksan bir) sayfalık kısmına ilişkin 06/12/2023 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı %10 (on) dur.

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 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match 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.

Enes FİDAN
06.12.2023

Adı Soyadı: Enes FİDAN

Öğrenci No: 17910001059

Anabilim Dalı: Bitki Koruma

Programı:

Statüsü: () Yüksek lisans

(X) Doktora

DANIŞMAN
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR