



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

BAZI HERBİSİTLERİN HEDEF DIŞI TOPRAK KÖKENLİ

BAKTERİLER VE FUNGUSLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Vasfiye ILIKPINAR SAYGILI

Birinci Danışman: Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU

İkinci Danışman: Prof. Dr. Yusuf YANAR

TOKAT- 2023



Bu tez çalışması;

**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
2021/26 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU ve Prof. Dr. Yusuf YANAR danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Bazı Herbisitlerin Hedef Dışı Toprak Kökenli Bakteriler ve Funguslar Üzerine Etkileri**” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

25/12/2023

Vasfiye ILIKPINAR SAYGILI

İmza

JÜRİ KABUL VE ONAY

Vasfiye ILIKPINAR SAYGILI tarafından hazırlanan “**Bazı Herbisitlerin Hedef Dışı Toprak Kökenli Bakteri ve Funguslar Üzerine Etkileri**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 25.12.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan): Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU

Üye: Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Üye: Prof. Dr. Doğan IŞIK

Üye: Prof. Dr. Onur KOLÖREN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri ile yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, önerilerini paylaşan, çalışmalarımda yardımcı olan ve yol gösteren danışman hocam sayın Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU başta olmak üzere, çalışmamdaki hastalık etmenleri hakkındaki bilgi ve tecrübelerini paylaşarak katkılarını sağlayan ve destek olan ikinci danışmanım Anabilim Dalı Başkanımız sayın Prof. Dr. Yusuf YANAR'a ve yine çalışmamdaki bakteri kısmıyla ilgili bilgi, tecrübe ve yardımlarını sağlayan, destek olan sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR'a teşekkür ederim. Katkı ve değerli bilgilerinden dolayı savunma sınavı jüri üyeleri Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT, Prof. Dr. Doğan IŞIK ve Prof. Dr. Onur KOLÖREN'e ve ayrıca çalışmada kullanılan bakterilerin temini için Dr. Zeliha KAYASLAN'a teşekkür ederim. Tüm hayatım boyunca yanımda olan, bugün bulunmuş olduğum konuma gelmem için beni destekleyen, her türlü fedakârlık gösteren aileme, attığım her adımda yardımlarını ve desteğini hiç esirgemeyen, anlayış ve sevgisini eksik etmeyen eşim Dr. Öğr. Üyesi İbrahim SAYGILI'ya ve varlıklarıyla en büyük destekçim oğullarım Yusuf Tuna ve Ali Ege'ye teşekkür ederim.

ÖZET

BAZI HERBİSİTLERİN HEDEF DIŞI TOPRAK KÖKENLİ BAKTERİ VE FUNGUSLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Ilıkpınar Saygılı, Vasfiye

Doktora, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU

İkinci Danışman: Prof. Dr. Yusuf YANAR

Aralık 2023, x + 80 sayfa

Bu araştırmada herbisit aktif maddeleri fluazifop-p-butyl, metribuzin ve pendimethalin'in tarım alanlarının toprak patojen havuzundaki faydalı bakteriler *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus*'a zararlı fungus *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytophthora capsici* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a ve yararlı fungus *Trichoderma harzianum*'a etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma *in vitro*, sera ve tarla koşullarında değerlendirilmiştir. Fluazifop-p-buthyl, metribuzin ve pendimethalinin artan dozları *B. cereus* ve *P. putida* 'ya *in vitro* şartlarda önemli bulunmuştur. Ayrıca, pendimethalin, fluazifop-p-buthyl'in artan dozu her iki bakterinin yoğunluğunu önemli ölçüde azaltmıştır. Öte yandan, pendimethalin'in artan dozları *P. putida*'nın yoğunluğunu azaltırken, *B. cereus*'un yoğunluğunu etkilememiştir. Serada, *B. cereus*'un yoğunluğu pendimethalin'in artan dozlarıyla artmıştır. Serada aktif maddelerin dozları arttıkça, *P. putida* bakteri yoğunluğu da artmıştır. Tarlada önerilen pendimethalin ve metribuzin dozları *B. cereus* yoğunluğunu inhibe etmezken, fluazifop-p-buthyl dozu bakteri yoğunluğunu artırmıştır. Herbisit aktif maddeleri, *in vitro* da *S. sclerotiorum*'un gelişimini engellemiş olup sera şartlarında etki göstermemiştir. Herbisit aktif maddeleri *in vitro*, sera ve tarla şartlarında *T. harzianum*'un gelişimini azaltmış fakat *T. harzianum*'un değeri toprakta hiçbir zaman sıfır olmamıştır. Herbisitler *in vitro* şartlarda *R. solani* gelişimini bütün dozlarda engellerken, sera şartlarında sadece artan dozlarda etkilemiştir. *P. capsici* gelişimini *in vitro* şartlarda pendimethalin artan dozlarda %25, fluazifop-p-buthyl %80, metribuzin ise %100 oranında engellemiştir. Sera şartlarında herbisitlerin artan dozları *P. capsici* gelişmesini azaltmıştır. Sera ve tarla da metribuzin biber bitkisine fitotoksik etki etmiş olup, *P. capsici*'nin hızlı bir şekilde yayılmasını sağlamıştır. *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* gelişimini pendimethalin ve fluazifop-p-buthyl aktif maddeleri *in vitro* şartlarda yavaşlatmış olup artan dozlarda düşmüştür. Serada ise fluazifop-p-buthyl fungus gelişimini azaltmıştır. Metribuzin *in vitro*, sera ve arazi şartlarında *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungusunu azaltıcı yönde etkilemiştir. Araştırma sonuçları, toprak kökenli fungus ve bakteri kontrolünün herbisit aktif

maddesinin türüne, herbisitinin kimyasal yapısı ve dozuna, toprak yapısına, topraktaki mikroorganizmaların varlığına, ışık, sulama, nem miktarına göre farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymuştur. Bu araştırmanın sonuçları herbisitlerin topraktaki patojen funguslar üzerinde etkili olduğunu, faydalı organizmaları tamamen ortadan kaldırmadığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Fluazifop-p-buthyl, Metribuzin, Pendimetalin, Toprak kökenli bakteri, Toprak kökenli fungus



ABSTRACT

EFFECTS OF SOME HERBICIDES ON NON-TARGET SOILBORNE BACTERIA AND FUNGI

İlkipınar Saygılı, Vasfiye

PhD, Department of Plant Protection

Advisor: Assoc. Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU

Second Advisor: Assit. Prof. Dr. Yusuf YANAR

December 2023, x + 80 pages

In this study, it was aimed to determine the effects of herbicide active ingredients fluazifop-p-butyl, metribuzin and pendimethalin on beneficial bacteria *Pseudomonas putida* and *Bacillus cereus*, harmful fungi *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytophthora capsici* and *Sclerotinia sclerotiorum* and beneficial fungi *Trichoderma harzianum* in the soil pathogen pool of agricultural fields. The study was conducted under *in vitro*, greenhouse and field conditions. Increasing doses of fluazifop-p-butyl, metribuzin and pendimethalin to *B. cereus* and *P. putida* were found significant under *in vitro* conditions. Moreover, increasing doses of pendimethalin, fluazifop-p-butyl significantly reduced the concentration of both bacteria. On the other hand, increasing doses of pendimethalin decreased the concentration of *P. putida*, but did not affect the concentration of *B. cereus*. In the greenhouse, the concentration of *B. cereus* increased with increasing doses of pendimethalin. As the doses of active substances increased in the greenhouse, the concentration of *P. putida* bacteria also increased. In the field, the recommended doses of pendimethalin and metribuzin did not inhibit *B. cereus* concentration, while the dose of fluazifop-p-butyl increased bacterial concentration. Herbicide active substances inhibited the growth of *S. sclerotiorum* *in vitro* but had no effect under greenhouse conditions. Herbicide active substances reduced the growth of *T. harzianum* under *in vitro*, greenhouse and field conditions, but the value of *T. harzianum* was never zero in soil. Herbicides inhibited *R. solani* growth at all doses under *in vitro* conditions, but only at increasing doses under greenhouse conditions. Pendimethalin inhibited *P. capsici* growth *in vitro* by 25%, fluazifop-p-butyl by 80% and metribuzin by 100% at increasing doses. Under greenhouse conditions, increasing doses of herbicides reduced the growth of *P. capsici*. In the greenhouse and field, Metribuzin was phytotoxic to pepper plants and caused rapid spread of *P. capsici*. The active substances pendimethalin and Fluazifop-p-butyl slowed down the growth of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* under *in vitro* conditions and decreased with increasing doses. Fluazifop-p-butyl reduced fungus growth in the greenhouse. Metribuzin reduced the growth of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungus *in vitro*, greenhouse and field conditions. The results of the research revealed that the control of soilborne fungi and bacteria may vary according to the type of herbicide active substance, chemical structure and dose of the herbicide, soil structure, presence of microorganisms in the soil, light, irrigation and

moisture content. The results of this study show that herbicides are effective on pathogenic fungi in the soil, but do not completely eliminate beneficial organisms.

Key words: Fluazifop-p-buthyl Metribuzin, Pendimetalin, Soilborne bacteria, Soilborne fungi



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER	i
ŞEKİLLER LİSTESİ	ii
SİMGELER.....	iii
KISALTMALAR	iv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Araştırmada kullanılan herbisit etkili maddeleri	19
3.1.2. Araştırmada kullanılan funguslar	20
3.1.3. Araştırmada kullanılan toprak bakterileri	21
3.1.4. Araştırmada kullanılan besi yerleri	21
3.1.5. Araştırmada kullanılan kültür bitkileri.....	21
3.1.6. Araştırmada kullanılan diğer malzemeler	21
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Laboratuvar çalışmaları.....	22
3.2.2. Sera çalışmaları	25
3.2.3. Tarla Çalışmaları.....	28
3.2.4. İstatistiksel Analizler.....	33
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Laboratuvar şartlarında herbisit aktif maddelerinin etkileri.....	34
4.1.1. Herbisitlerin <i>Pseudomonas putida</i> ve <i>Bacillus cereus</i> bakterilere olan etkileri	34
4.1.2. Fluazifop-p-butyl aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi	35
4.1.3. Metribuzin aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi	37
4.1.4. Pendimethalin aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi	40
4.2. Sera koşullarında Metribuzin, Pendimethalin ve Fluazifop-p-butyl'in bakterilere ve funguslara etkisi	42
4.2.1. Herbisit aktif maddelerinin <i>Bacillus cereus</i> ve <i>Pseudomonas putida</i>	42
4.2.2. Herbisit aktif maddelerinin <i>Sclerotinia sclerotium</i> olan etkisi	46
4.2.3. Herbisit aktif maddelerinin <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> , <i>Phytophthora capsici</i> ve <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye olan etkisi	47
4.2.4. Herbisit aktif maddelerinin <i>Trichoderma harzianum</i> 'a olan etkisi	55
4.3. Tarla Koşullarında Herbisit Aktif Maddelerinin Bakterilere ve Funguslara Olan Etkisi.....	58
4.3.1. Herbisit aktif maddelerinin <i>Bacillus cereus</i> ve <i>Pseudomonas putida</i> bakterilerine olan etkileri	58
4.3.2. Herbisit aktif maddelerinin <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> , <i>P. capsici</i> ve <i>R. solani</i> 'ye etkisi	60
4.3.3. Herbisit aktif maddelerinin <i>Trichoderma harzianum</i> 'a olan etkisi	66
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	68
6. KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Uygulamada kullanılan herbisitlerin özellikleri	19
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan funguslar	20
Çizelge 4.1. Herbisit etkili maddelerinin <i>Pseudomonas putida</i> ve <i>Bacillus cereus</i> yoğunluğuna etkisi ($\times 10^6$ hücre/ml)	35
Çizelge 4.2. Fluazifop-p-buthyl etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)	36
Çizelge 4.3. Metribuzin etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)	39
Çizelge 4.4. Pendimethalin etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)	42
Çizelge 4.5. Fluazifop-p-buthyl, metribuzin ve pendimethalin'in <i>B. cereus</i> ($\times 10^6$ hücre/ml) ve <i>P. putida</i> ($\times 10^8$ hücre/ml) bakterilerinin gelişimine etkisi	45
Çizelge 4.6. Farklı herbisit ve dozlarının uygulandığı <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> , <i>P. capsici</i> ve <i>R. solani</i> funguslarının hastalık şiddeti (%)	50
Çizelge 4.7. Fluazifop-p-buthyl, metribuzin ve pendimethalin dozlarının farklı günlerde <i>T. harzianum</i> 'un gelişimine etkisi ($\times 10^5$ koloni/ml)	56
Çizelge 4.8. Farklı herbisitlerin farklı günlerde <i>B. cereus</i> ($\times 10^6$ hücre/ml) ve <i>P. putida</i> ($\times 10^8$ hücre/ml) gelişimine etkisi	60
Çizelge 4.9. Herbisit aktif maddelerinin <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> , <i>P. capsici</i> ve <i>R. solani</i> hastalık şiddeti (%)	62
Çizelge 4.10. Farklı herbisitlerin <i>Trichoderma harzianum</i> 'un gelişimine etkisi ($\times 10^5$ koloni/ml)	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Dünyada 2021 yılında tarımsal alanda kullanılan toplam pestisitlerin dağılımı	2
Şekil 1.2. Türkiye'de 2021 yılında tarımsal alanda kullanılan toplam pestisitlerin dağılımı	2
Şekil 1.3. Türkiye'de 2010-2021 yılları arasında kullanılan herbisit miktarları.....	2
Şekil 3.1. Bakteri süspansiyonun hazırlanışı, yayma ekim yapılışı ve bakteri yoğunluklarının ölçümü	24
Şekil 3.2. Serada yürütülen denemeler.	26
Şekil 3.3. Tarla deneme alanından bir görüntü	29
Şekil 4.1. Fluazifop-p-buthyl farklı dozlarının <i>in vitro</i> şartlarda funguslara etkileri.	37
Şekil 4.2. Metribuzinin farklı dozlarının <i>in vitro</i> şartlarda funguslara etkileri.....	39
Şekil 4.3. Pendimethalin'in farklı dozlarının <i>in vitro</i> şartlarda funguslara etkileri.	41
Şekil 4.4. Sera şartlarında metribuzinin uygulanan saksı toprağından izole edilen <i>P.putida</i>	46
Şekil 4.5. Herbisit aktif maddelerinin <i>in vitro</i> şartlarda <i>S. Sclerotium</i> 'e etkileri.	47
Şekil 4.6. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> 'ye etkileri.	51
Şekil 4.7. Metribuzinin farklı dozlarının <i>P. capsici</i> bulaştırılmış biber bitkisindeki fitotoksik etkisinden dolayı görülen ölümler.	52
Şekil 4.8. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında <i>P. capsici</i> 'ye etkileri.	53
Şekil 4.9. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında <i>R. solani</i> 'ye etkileri.	54
Şekil 4.10. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında <i>T. harzianum</i> 'a etkileri	57
Şekil 4.11. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> 'ye etkileri	63
Şekil 4.12. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında <i>R. solani</i> 'ye etkileri.	64
Şekil 4.13. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında <i>P. capsici</i> 'ye etkileri. Pendimethalin uygulanan <i>P. capsici</i> bulaştırılmış biber bitkisi.....	65

SİMGELER

g	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
µl	Mikrolitre
m ²	Metre kare
µg	Mikrogram
mg	Miligram
mm	Milimetre
ml	Mililitre
da	Dekar
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

KISALTMALAR

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

CO₂: Karbondioksit

DNA: Deoksiriboz nükleik asit

FAO: Food and Agriculture Organization

MDA: Malondialdehit

NA: Nutrient agar

PDA: Potato Dextrose Agar

PGPR: Bitki gelişimini arttıran kök bakterileri

SCI: Çözünebilir hücre iyonu

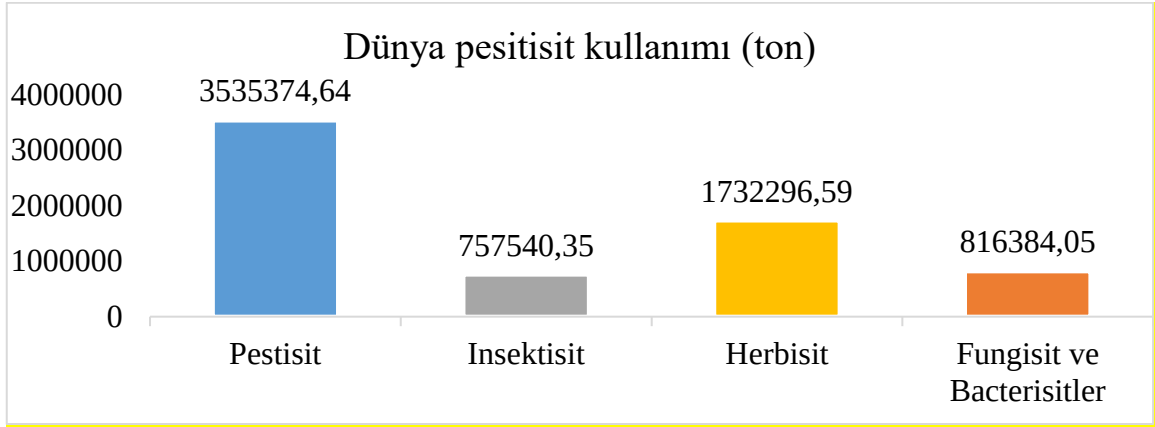
TCPC: Toplam hücre protein konsantrasyonu

2,4-D: 2,4-Diklorofenoksiasetik asit

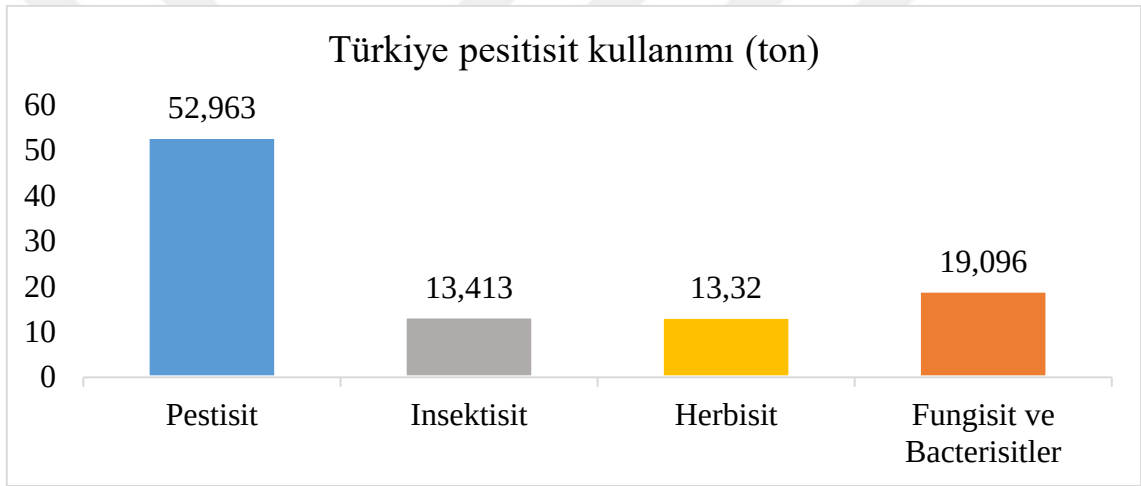
1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması, daha fazla gıda üretimini gerektirmektedir. Günümüz dünyasının tarımsal üretiminin en önemli problemlerinden birisi birim alan veriminin yetersiz olmasıdır. Birim alandan daha fazla verim alabilmek için, kültür bitkilerine daha iyi bir koruma yapılması gerekmektedir. Kültür bitkilerinin verimleri, zararlı organizmalardan koruma ve bilinçli bir tarımsal mücadeleyle kayda değer miktarda artırılabilir (Dığrak ve ark., 1998). Bitki koruma uygulamaları içerisinde, kimyasal mücadele pratik ve yaygın tercih edilen bir uygulamadır (Yavuz ve ark., 2017). Daha yüksek verim gayesi, tarımda kimyasalların kullanımını daha da artırmıştır. Etkili, düşük maliyetli ve uygulanabilirliğinin kolay olması sebebiyle üreticiler kimyasal mücadeleyi daha çok tercih etmektedirler (Güleç ve ark., 2015). Bu sebeple modern tarım sistemlerinde kimyasal girdi kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Şekil 1.3). Pestisitler tarım zararlılarını kontrol etmek için uygulansa da toprak özelliklerini, mikroorganizmaları ve konukçuları da etkilemektedir (Altman & Rovira, 1989). Yoğun şekilde pestisit kullanımı toprak ve su kirliliğine neden olurken aynı zamanda mikrofloraya ve mikrofaunaya olumsuz etkiler yapmaktadır (Kahya & Yayla, 2022). Bu sebeple toprak mikrobiyosunu bozmayan kalıcı çözümler için; tarım zararlılarını baskılayan, topraktaki yararlı organizmaları etkilemeyen ya da arttıran pestisitlerin belirlenmesi sürdürülebilir tarım ve çevre için oldukça önemlidir.

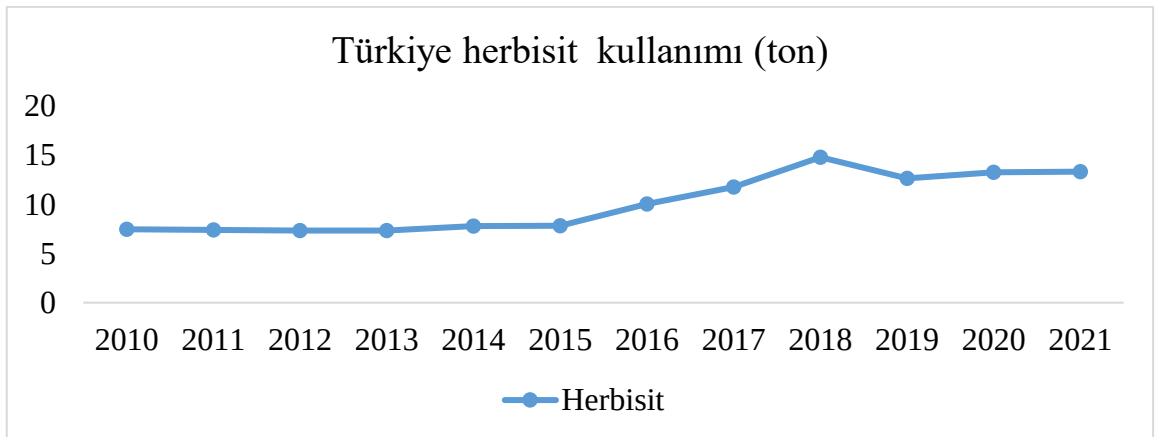
Tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan pestisitlerden biri de herbisitlerdir. Türkiye’de tarımda kullanılan pestisitler içerisinde herbisitler 2021 yılında %13’lük payı oluşturmaktadır (Şekil 1.2) ve kullanımı gün geçtikçe de yıllar içinde artmaktadır (Kitiş ve ark., 2016; FAO, 2023).



Şekil 1.1. Dünyada 2021 yılında tarımsal alanda kullanılan toplam pestisitlerin dağılımı



Şekil 1.2. Türkiye'de 2021 yılında tarımsal alanda kullanılan toplam pestisitlerin dağılımı



Şekil 1.3. Türkiye’de 2010-2021 yılları arasında kullanılan herbisit miktarları

Herbisitlerle kimyasal mücadele, yabancı otların kontrolünde uygulanan en kolay yöntem olarak kabul edilmektedir. Herbisitlerin kullanımı yıllar içinde artmakta olup düzenli olarak pazara yeni aktif maddeler girmektedir. Yabancı otlarla çok sayıda mücadele şekli olmasına rağmen, uygulamasının kolay olmasından dolayı herbisit kullanımı daha çok tercih edilmektedir (Özer ve ark., 2003). Herbisitlerle mücadele yöntemi diğer mücadele yöntemleriyle karşılaştırıldığında geniş alanlarda uygulama kolaylığı, etkili ve güvenilir olması herbisitleri ön plana çıkarmaktadır (Powles & Shaner, 2001).

Kültür bitkilerinde verim kayıplarına sebep olan en önemli etmenlerden birisi olan toprak kökenli funguslar, zarar seviyelerine göre insan, hayvan ve özellikle de bitkilerde hastalıklara sebep olurlar (Büyük, 2010). Funguslar konukçularına, bitki hastalıklarının gelişiminde rol oynayan toksinler üreterek zarar verirler (Berestetskiy, 2008). *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Armillaria* ve *Rosellinia* gibi toprak kökenli fungal patojenler, tarla ve bahçe bitkilerinde sıklıkla ölümle sonuçlanan ve önemli verim kayıplarına neden olan kök çürüklüğü hastalığına sebep olurlar (Saygı ve ark., 2019). Toprak kökenli fungal hastalıklardan *Fusarium* sp. solgunluğa, *Sclerotinia sclerotiorum* beyaz çürüklüğe, *Rhizoctonia solani* kök ve kök boğazında kahverengileşmeye, *Phytophthora* sp. ise sebzelerde fide çürüklüklerine sebep olmaktadır (Duran & Özkaya, 2016).

Tarımda biyokontrol veya biyogübre ajanları olarak kullanılan bakterilere bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) denilmektedir. Dünyanın hemen hemen her ülkesinde hem bitki gelişimini uyaran hem de hastalıkları önlemek amacıyla biyokontrol ajanı olarak kullanılan kök bakterileri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde daha çok *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine ait olduğu görülmektedir (Altın & Bora, 2005). PGPR'ler genellikle bakteriyel, fungal ve nematod gibi hastalıkları büyük ölçüde önlemekte, kök gelişimine, bitkinin sudan geniş ölçüde faydalanmasına katkı sağlamaktadır (Siddiqui, 2006). Toprak mikrobiyotasında çok fazla faydalı bakteri türü olup, *Pseudomonas* ve *Bacillus* faydalı bakterileri patojenler açısından çok iyi

antagonistik özelliklere sahip olmalarından dolayı öne çıkmaktadırlar (Altın & Bora, 2005; Torun, 2015). Faydalı toprak bakterileri olan *P. putida* ve *B. cereus* bakterileri bitki gelişimini teşvik etmeleri yanında birçok faydaları da bulunmaktadır (Çakmakçı, 2004; İmriz ve ark., 2014; Aktan & Soylu, 2020). Bu faydalarından dolayı faydalı bakterilerin de bitki koruma etmenleri ile mücadele edilirken korunması önemli bir konudur.

Herbisitler yabancı otları kontrol ederken aynı zamanda toprakta bulunan fungal patojenlere ve bakterilere de etki etmekte (Madhuri, 2012; Beker Akbulut, 2008) ve mikrobiyal büyümeyi ve çoğalmayı önemli ölçüde etkilemektedirler (Cook & Hutter, 1981). Ancak herbisitlerin toprağa hedef dışı etkileri çoğunlukla ikinci plana atılmaktadır. Bu yüzden yaygın kullanılan herbisitlerin hedef dışı etkilerinin belirlenmesi tarım alanları, çevre ve dünya için oldukça önemlidir. Herbisitlerin bilinçsiz ve tavsiye edilen dozun çok daha fazlasının kullanılması sonucunda, tarım ürünlerinde, toprakta, yer altı sularında kalıntılar olmaktadır (Şevik ve ark., 2004; Torun ve ark., 2011; Tiryaki ve ark., 2010). Bu yüzden daha sürdürülebilir bir dünya için, herbisitlerin tavsiye edilen dozda, doğaya ve toprak mikroorganizmalarına daha az zarar verenlerinin kullanımının tercih edilmesi gerekmektedir. Herbisitler, bitki patojenlerinin büyümesini, gelişmesini, çoğalmasını, dağılımını ve hayatta kalmasını çeşitli şekillerde etkileyebilir. Bu nedenle, akılcı kullanımları entegre bitki hastalıkları yönetimi programlarının hayati bir parçası olarak kabul edilmektedir (Pakdaman & Goltapeh, 2018). Bakteriler, funguslar, algler, protozoalar, aktinomisetler ve bazı nematodlar gibi toprak mikroorganizmaları toprak verimliliğinin korunmasında hayati bir role sahiptir. Toprak mikrobiyal biyokütlesi bitkiler için aktif bir besin havuzu olarak kabul edilir. Herbisitlerin yaygın kullanımı, bu besin havuzunu olumsuz yönde etkileyebilir (Anderson ve ark., 2004; Mallik & Tesfai, 1985). Toprak verimliliğinin artması bozulmamış bir mikroorganizma popülasyonuna bağlıdır ve bu yüzden kullanılacak tüm herbisitlerin doğal dengeyi bozmaması önem arz etmektedir (Gür, 1985). Bir herbisit bitki patojeni üzerindeki etki şeklinin anlaşılması için hem bitki hem de bitki ve topraktaki mikroorganizmalara etkisinin belirlenmesi gereklidir (Bode ve ark., 1986).

Tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan herbisitlerin diğer patojenlere etkisi yanında, hedef dışı etkilerinin de belirlendiği araştırmaların sayısı oldukça azdır. Özellikle de

pazara yeni giren aktif maddelerin diğerk organizmalara etkileri bilinmemekte olup, bitki üzerindeki etkileri hakkındaki bilgiler de yetersiz kalmaktadır (Tiryaki ve ark., 2010). İdeal bir herbisit, toprak mikrobiyatası üzerinde daha az toksik etki gösteren ya da toksik olmayan, hızlı bir şekilde parçalanma yeteneğine sahip olmalıdır (Araujo ve ark., 2003).

Yapılan literatür taramalarında, herbisit aktif maddeleri ile yürütölen araştırmaların büyük çoğunluğu değerkendirildiğinde, metribuzin, pendimethalin ve fluazifop-p-buthyl herbisit aktif maddelerinin bu tez araştırmasında kullanılan *Sclerotinia sclerotium*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici*, *Trichoderma harzianum* funguslarına, *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus* toprak faydalı bakterilerine etkisinin incelendiğı bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu araştırma Türkiye’de yaygın olarak kullanılan toplam 3 farklı aktif madde içerkli herbisitın üretici tarafından önerilen, 2 katı ve 3 katı dozlarının, 2 farklı faydalı bakteri, 1 tane faydalı fungus ve 4 farklı fungus patojeninin toprak ve kültür bitkisi üzerine in-vitro, sera ve tarla ortamında etkilerinin belirlenmesi edilmesi için yürütölmüştür. Çalışma ile tarım alanlarında yabancı otlara karşı yoğun olarak uygulanan fluazifop-p-butıl, metribuzin ve pendimethalin aktif maddelerinin çalışmada kullanılan toprak patojen funguslarını engelleyici ya da azaltıcı etkisini belirlemek ve faydalı toprak mikroorganizmalarına daha az zararlı olanlarını tespit etmek amaçlanmaktadır. Birkaç pestisit yerine tek bir pestisit ile hem yabancı otlardan hem fungus patojenlerinden kurtulmak ve bunu yaparkende topraktaki faydalı mikroorganizmalara zarar vermeden yapmak çalışmanın ana hedefini oluşturmaktadır. Kısaca tarımda yoğun bir kullanım alanlarına sahip fluazifop-p-butıl, metribuzin ve pendimethalin herbisit aktif maddelerinin etkili şekilde fakat en sorunsuz biçimde kullanılabilmesi amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Yabancı otların mücadelesinde kullanılan herbisitlerin hedef dışı etkilerine yönelik yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Duah-Yentumi ve Johnson (1986), pestisitlerin toprak mikroflorasına etkilerini belirlemek için bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar kullanılan herbisitlerden MCPA ve simazinin mikroflora üzerinde tespit edilebilir bir etkiye neden olmadığını, ancak tekrarlanan paraquat uygulamasının toprak mikrobiyal biyokütlesini önemli ölçüde düşürdüğünü belirtmişlerdir. Sonuçlar pestisitlerin tek veya tekrarlanan uygulamalarının toprak biyokütlesi üzerinde önemli ölçüde farklı etkileri olabileceğini göstermektedir.

Heinonen-Tanski ve ark., (1986), her yıl yaygın olarak kullanılan pestisitlerin toprak mikroorganizmaları, topraktaki pestisit kalıntıları ve havuç verimi üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Topraktaki toplam mikroorganizma sayısının elle ot temizliği yapılan parsellerde, linuron ve glyphosate uygulanan parsellere göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca mikrobiyal toplam sayının ve aerobik spor oluşturan bakteri sayısının uyarılmasının rizosfer etkisinden kaynaklanıyor olabileceğini bildirmişlerdir.

Mewatankarn ve Sivasithamparam (1987), sterilize edilmiş ve edilmemiş *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* fungusu ile bulaşık tarla toprağına diquat + paraquat, glyphosate ve trifluralin herbisitlerini uygulamışlardır. Sterilize edilmemiş tarla toprağına herbisit uygulanması sırasıyla, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* fungusunun neden olduğu hastalığı %13,0 %16,6 ve %10,8 oranında artırırken, sterilize edilmiş toprakta herbisitlerin hastalık üzerinde herhangi bir etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar steril olmayan toprağına diquat + paraquat ve glyphosate uygulamasının aktinomisetlerin sayısı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bununla birlikte, glyphosate'ın bakteri sayısını ise azalttığını belirtmişlerdir.

Tripathi ve ark., (1988)'ı fluchloralin, nitrofen, methabenzthiazuron ve 2,4-D herbisitlerinin *Rhizoctonia bataticola*, *Aphanomyces euteiches* ve *Sclerotium rolfsii* ile

bulaşık bezelye tarlasındaki etkisini incelemişlerdir. Fluchloralin aktif maddesinin *S. rolfii*'nin ve *R. bataticola*'nın büyümesini büyük ölçüde engellediğini bildirmişlerdir.

Vasilas ve ark., (1988), dört toprak işleme sistemlerinin soya fasulyesinde verime olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda sethoxydim ve metribuzin aktif maddelerinin soya fasulyesinde toprak işlemesiz bir sistemde *Phytophthora* kök çürüklüğünde %44'lük bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Eberbach ve Douglas (1989), 2,4-D, amitrole, atrazine, chlorsulfuron, diclofop-methyl, diquat, glyphosate, paraquat ve trifluralin herbisitlerinin yoncanın nodülasyonu, *R. trifolii* 'in sıvı besin ortamında büyümesi ve herbisitle muamele edilmiş inokulumun yonca bitkilerini başarılı bir şekilde nodüle etme yeteneği üzerindeki etkisi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda glyphosate (10 mg/l), paraquat (2 mg/l¹) ve chlorsulfuron (2 mg/l) herbisitlerinin *Rhizobium trifolii*'nin nutrient broth besi yerindeki büyümesi üzerinde önemli ölçüde inhibe edici etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Leach ve ark., (1991), dokuz toprak kökenli fungus *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *F. roseum*, *F. avenaceum*, *Helminthosporium solani*, *Verticillium alboatrum*, *Alternaria solani*, *Trichoderma viride* ve *Laetisaria arvalis* ve beş toprak kaynaklı bakteri *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Pseudomonas fluorescens*'in linuron, metribuzin, dinoseb, paraquat, EPTC ve dalapon herbisitlerine karşı reaksiyonlarını in vitro ve in vivo şartlarda belirlemişlerdir. Herbisitlerden sadece dinoseb 64 ppm'den düşük konsantrasyonlarda tüm fungusların radyal büyümesini önemli ölçüde azalttığını; EPTC, dalapon, linuron, paraquat ve dinoseb, 1, 10 ve 100 ppm konsantrasyonlarında herbisitli besiyerlerinde değerlendirildiğinde bakteriyel yoğunluğu ciddi şekilde engellediğini belirlemişlerdir. Dinoseb herbisitini, saksılardaki tarla toprağına uyguladıklarında, toprağın en üst 5 cm'sindeki toplam mikroorganizma popülasyonunu önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Marks ve Cerra (1991), yaptıkları araştırmada monteri çamının (*Pinus radiata*) bulunduğu toprakların *Phytophthora cinnamomi* kök çürüklüğüne elverişli olmadığı

ancak 5 yıl boyunca sürekli olarak çıkış öncesi propazin herbisit kullanıldığında, hastalığın iki yıl sonra ortaya çıktığı ve fungusitlerle kontrol altına alınmaya çalışılmasına rağmen yoğunluğunun hızla arttığını bildirmişlerdir. Bunun sebebinin herbisit *P. cinnamomi* inokulum üretimini uyaran toprak bakterilerinin sayısında artışa sebep olduğunu ve bu sebeple hastalık direncindeki azalmadan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

Teo ve ark., (1992), toprak nem potansiyelini düzenlemek için delikli plastik kapaklı 10 cm genişliğinde altı bölme olan eğimli kutu geliştirmişlerdir. Farklı potansiyelerde beş herbisit üzerinde deneyler yapmak için kullanılan kutu %90 bağıl nem oranıyla 10°C'de tutulan bir odaya yerleştirilmiştir. Çalışma sonucunda chlorsulfuron, cyanazine, triallate ve trifluralin herbisitlerinin *S. sclerotiorum*'un karpogenik çimlenmesini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Abdel-Mallek ve ark., (1994), 8 hafta boyunca fluazifop-buthyl'in 0.6, 3 ve 6 µg/g konsantrasyonlarında toprak fungus popülasyonları ve oksijen alımı üzerindeki yan etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, fluazifop-buthyl'in 0.6 µg/g fungal propagül popülasyonunda önemli bir etkiye sahip olmadığını, 3 ve 6 µg/g konsantrasyonda azalmaya neden olduğunu ve herbisit oksijen alımını etkilemediğini bildirmişlerdir.

İqbal ve ark., (1994), dicuran'nın nohutta toprak kaynaklı beş fungal patojenin (*Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum*) koloni büyümesi üzerindeki etkisi in vitro koşullar altında test etmişler ve sonuçlar uygulamanın test edilen tüm patojenlerin büyümesini azalttığını, ancak farklı boyutlarda olduğunu göstermiştir. *S. rolfsii*'nin tamamen inhibe edildiğini, *M. Phaseolina*'nın ise düşük hassasiyet gösterdiğini bildirmişlerdir.

Roger ve ark., (1994), yaptıkları bir değerlendirme araştırmasında toprağa uygulanan pestisitlerin tavsiye edilen dozlarının mikrobiyal popülasyonlar veya bunların faaliyetleri üzerinde nadiren zararlı bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Ahmad ve Malloch (1995), 1 mM glufosinatın test edilen tarım 15 tarımsal ve tarım dışı topraktaki mikroorganizmaların dağılımı üzerindeki etkileri açısından incelemişlerdir. Tarım topraklarında, 1 mM glufosinatın varlığı izole edilen fungus sayısını yaklaşık %20, bakteri sayısını ise yaklaşık %40 oranında azalttığını bulmuşlardır. Fungus izolatları arasında, bitki patojeni *Verticilium alboatrum* en dirençli olanlar arasındayken, mikoparazitik türler arasında *Trichoderma harzianum* ve *T. longipilus* glufosinatın varlığına en duyarlı olan funguslar olduğunu bildirmişlerdir.

Pathak ve ark., (1996), butachlor, thiobencarb, 2,4-D ve paraquat herbisitlerinin in vitro şartlarda *Rhizoctonia solani*'nin sklerotlarının canlılığı üzerindeki etkisini gözlemlemişlerdir. Paraquat'ın *R. solani*'nin sklerotlarının canlılığını, miselyal büyümesini ve sklerot üretimini azaltan en güçlü herbisit olduğunu, onuda thiobencarb, butachlor ve 2,4-D herbisitlerinin takip ettiğini bildirmişlerdir.

Sawicka ve ark., (1996), tarafından yapılan çalışmada imazethapyr ve linuron herbisit aktif maddelerinin baklagil yetiştirilen topraklarda bulunan mikroorganizmalar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar hem imazethapyr hem de linuronun bakteri ve aktinomisetlerin gelişimini yavaşlattığını ve fungusların büyümesini engellediğini ve ayrıca bakteri kök-nodül nitrojenaz aktivitesinde bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir.

Canlıhoş ve ark., (1998), bazı herbisitlerle pamuk tohumlarının muamele edilmesinin, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*'un neden olduğu solgunluk hastalığına karşı pamuk bitkisinin dayanıklılığını önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar prometryn, linuron ve haloxyfop herbisit aktif maddelerinin bitki gelişimini teşvik ettiğini, haloxyfop ve linuronun herbisitleri katı ve sıvı kültürde *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*'un miselyal gelişimini engellediğini belirlemişlerdir.

Heydari ve Misaghi (1998), çıkış öncesi kullanılan herbisitlerden trifluralin, pendimethalin ve prometryn aktif maddelerinin, *Rhizoctonia solani* 'nin pamuk fidesinde görülme sıklığı ve gelişimi üzerindeki etkisini iklim odasında ve tarlada araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda hem kontrollü iklim odası hem de tarla deneylerinde,

hastalık ilerleme eğrilerini değerlendirdiğinde seçilen herbisitlerin uygulanmasının hastalık gelişimi üzerinde önemli artışlara neden olduklarını bildirmişlerdir

Pastor ve March (1999), *in vitro* koşullar altında yaptıkları bir araştırmada imazethapyr, metachlor, acetochlor + imazethapyr, trifluralin ve pendimethalin herbisitlerinin, *Sclerotinia rolfii*'nin gelişimine etkisini incelemişlerdir. Test edilen herbisitler imazethapyr, metachlor ve acetochlor + imazethapyr karışımı da dahil olmak üzere trifluralin ve pendimethalin herbisitlerinin, *S. rolfii* tarafından canlı sklerot üretimini önemli ölçüde azalttıklarını bildirmişlerdir. En az inhibisyonun ise imazethapyr ile (%10) elde edildiğini vurgulamışlardır.

Fawole (2000), sera şartlarında börülce toprağında bulunan mikrobiyal popülasyon *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Arthrobacter* bakterilerine metolachlor %25+ metobromuron %25 herbisitini uygulamıştır. Bu bakteriler arasından *Bacillus* ve *Arthrobacter* 'in, (önerilen tarla dozunda) metolachlor %25 + metobromuron %25 herbisit uygulaması nedeniyle topraktan öncelikle inhibe edildiklerini bildirmiştir.

Perucci ve ark., (2000), rimsulfuron ve imazethapyr herbisit aktif maddelerinin toprak biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Herbisitleri tavsiye edilen oranda ve tavsiye edilenin 10 katı oranında uygulamışlardır. Her iki herbisit de toprak mikrobiyal biyokütlesi ve biyokimyasal özellikleri üzerinde zararlı bir etkiye neden olduğunu ancak tarla oranında iki herbisitinde toprak mikrobiyal biyokütlesi üzerinde etkisi olmadığını gözlemlemişlerdir.

Sanogo ve ark., (2000), dört soya fasulyesi çeşidinde yaygın olarak kullanılan üç herbisit (laktufen, glyphosate ve imazethapyr) *Fusarium solani* f. sp. *glycines*'in fenolojisi ve ani ölüm sendromunun gelişimi üzerindeki etkilerini iklim odası ve serada incelemişlerdir. İklim odası ve serada, imazethapyr veya glyphosate uygulamasından sonra tüm çeşitlerin köklerinde *F. solani* f. sp. *glycines*'in hastalık şiddetinde kontrol uygulamasına kıyasla önemli bir artış olduğu, laktufen uygulamasında ise tersine, *F. solani* f. sp. *glycines*'in hastalık şiddetinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Gigliotti ve Allievi (2001), bensulfuron ve cinosulfuron'un toprak mikroorganizmaları üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Cinosulfuron ve bensulfuronun, normal tarla uygulama oranında ve 100 kat daha yüksek oranda, toplam bakteri ve topraktaki solunum aktivitesi üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadıklarını ancak nitrifikasyon aktivitesini azalttıklarını bildirmişlerdir. *In vitro* toksisite testlerinde 50 mg kullanılan bensulfuron, 17 bakteri suşunun üçünde bir miktar inhibisyon ve 12 fungus suşunun neredeyse tamamında güçlü inhibisyon gösterdiğini, cinosulfuron'un bu suşların hiçbirinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Cinosulfuron ile karşılaştırıldığında, bensulfuronun toprak heterotrofik mikroorganizmaları üzerinde potansiyel olarak daha toksik olduğu, ancak sadece herbisitlerin olağan tarımsal kullanımıyla ulaşılması neredeyse imkansız olan çok yüksek konsantrasyonlarda olduğu bildirmişlerdir.

Akgül ve Canihoş (2002), trifluralin ve acetochlor herbisitlerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miselyal gelişimine etkisini incelemişlerdir. Acetochlorun fungusun koloni ve miselyal gelişimi üzerinde trifluralinden daha fazla engelleyici etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca trifluralin ve acetochlor'un uygulama dozlarının yarısının ($96 \mu\text{l}/\text{m}^2$ trifluralin ve $168 \mu\text{l}/\text{m}^2$ acetochlor) hastalığı sırasıyla %62.4 ve %55 oranlarında azalttıkları ve herbisitlerin normal uygulama dozlarında ($192 \mu\text{l}/\text{m}^2$ ve $336 \mu\text{l}/\text{m}^2$) hastalık oluşumunu azalttığı ancak iki katı dozlarda ise ($384 \mu\text{l}/\text{m}^2$ ve $672 \mu\text{l}/\text{m}^2$) hastalığı arttırdığını bildirmişlerdir.

Hua ve ark., (2002), oxyfluorfen, butachlor, acetochlor, cinmethylin ve oxadiazon herbisitlerinin (inhibisyon konsantrasyonları sırasıyla 2.01, 4.16, 8.12, 11.97 ve 22.01 mg l^{-1}) *Rhizoctonia solani*'nin patates sükröz agar (PSA) ortamında misel büyümesini ve sklerot çimlenmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Oksiflorfen, asetoklor, sinmetilin ve oksadiazon herbisitleri tarafından sklerot çimlenmesinin 100 mg l^{-1} 'de inhibe edildiğini bildirmişlerdir.

Pakdaman ve ark., (2002), şeker pancarı tarlalarında yaygın olarak kullanılan beş herbisit *Bipolaris* sp., *Ceratocystis radicola*, *Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *Gaeumannomyces graminis*, *Macrophomina phaseolina*, *Phytophthora* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Talaromyces*

flavus, *Trichoderma koningii*, *T. longibrachiatum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *Trichoderma* sp. ve *Verticillium dahliae* funguslarına olan etkilerini incelemişlerdir. 2,4-D, desmedipham ve diclofop-methyl herbisitlerinin en geniş antifungal etki gösterdiklerini, clodinafop ve tralkoxydium herbisitlerinin ise diğer herbisitlere göre daha az antifungal etki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Girvan ve ark., (2004), iyi tarım uygulaması (GAP), gübreleme ve veziküler arbusküler mikoriza (VAM) ile aşılama gibi farklı yönetim uygulamalarına tabi tutulan ekilebilir bir buğday tarlasındaki aktif mikrobiyal (bakteriyel ve fungal) toprak topluluğunu bir yıl boyunca beş kez incelemişlerdir. Pestisit (metsulfuron, imidacloprid, tebuconazol, azoxystrobin) uygulamasının kontrole kıyasla bakteri sayısında ve kalıtımında önemli bir değişiklik oluşturmadığını ancak topraktaki bakteri biyoçeşitliliğinde değişmeye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ismail ve Shamsuddin (2005), alachlor ve metolachlor herbisitinin bakteri ve fungus popülasyonu ve biyokütlesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İki herbisit etkisini ortam koşullarında 70 gün boyunca izlemişler ve metolachlorun bakteri sayısında fungus popülasyonuna göre daha fazla azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Metolachlor (2µg/g) ile muameleden sonraki 14 gün içinde bakteri sayısında yaklaşık %75, alachlor herbisiti (2µg/g veya üzeri) ile muameleden 7 ve 14 gün sonra bakteri sayısında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Ayansina ve Oso (2006), atrazin ve atrazin + metolachlorun herbisit aktif maddelerinin tavsiye edilen oranı ve bir buçuk katı ile muamele edildiği bir araştırmada herbisit uygulamalarının mikrobiyal sayımda azalmaya neden olduğunu, daha yüksek konsantrasyonlarında çok daha düşük mikrobiyal sayımlarla sonuçlandığını bildirmişlerdir.

Bünemann ve ark., (2006), yaptıkları bir araştırmada pestisitler arasında, herbisitlerin toprak organizmaları üzerinde çok az önemli etkisi olduğunu, insektisitlerin ve fungusitlerin olumsuz etkilerinin daha yaygın olduğunu bildirmişlerdir.

Ratcliff ve ark., (2006), yürüttükleri araştırmada glyphosate herbisit aktif maddesini tavsiye edilen tarla oranlarında killi balçık ve kumlu balçık orman toprağına uygulamışlardır. Çalışma sonucunda glyphosate herbisitinin mikrobiyal topluluk yapısında çok az değişiklik meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Pakdaman ve Mohammadi Goltapeh (2007), trifluralin, ethalfluralin, cycloxydim ve sethoxydim uygulanan konola (*Brassica napus* var. *oleifera*) tarlalarında aktif maddelerin kanola beyaz kök çürüklüğü hastalığına neden olan fungus *Sclerotinia sclerotiorum*'a ve altı *Trichoderma* türü izolatına etkilerini incelemişlerdir. Dinitroanilin herbisitlerinin (trifluralin ve etalfluralin) in vitro da en yüksek antifungal aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Cycloxydim herbisitinin, *Trichoderma* sp.'ye karşı en fazla toksisiteye sahip olduğunu, en az zararlı etkiyi ise sethoxydim herbisitinin verdiğini bildirmişlerdir.

Praveena ve ark., (2007), paraquat, pretilachlor, glyphosate herbisitleri ve 2, 4-D Na tuzu ve bir herbisit karışımının anilofos + 2, 4-D EC *Fusarium pallidroseum*'un büyümesi ve sporlanması üzerindeki etkisini in vitro koşullar altında değerlendirmişlerdir. Pretilachlor (1.0, 0.25, 0.06 ve 0.02 kg ai ha⁻¹), 2, 4-D (1.0 ve 0.25 kg ai ha⁻¹) ve 2, 4-D+ anilofos (0.4 ve 0.1 kg ai ha⁻¹) fungal büyümeyi ve sporlanmayı tamamen engellediklerini paraquat ve glyphosate'ın ise (0.01 kg ai ha⁻¹) daha az oranda engellediğini bildirmişlerdir. Daha düşük dozlarda paraquat (0.05 ve 0.01 kg ai ha⁻¹), glyphosate (0.8, 0.2, 0.06 ve 0.02 kg ai ha⁻¹), 2, 4-D (0.06 ve 0.02 kg ai ha⁻¹) ve anilofos + 2, 4-D (0.6 ve 0.02 kg ai ha⁻¹) ise *F. pallidroseum* büyümesini desteklediğini bildirmişlerdir.

Ayansina ve Oso (2008), 2,4-Dichlorophenoxy-acetic acid (2,4-D), atrazine, atrazine + metolachlor ve paraquat herbisit aktif maddelerinin tavsiye edilen dozu ve tavsiye edilen dozun yarısı uygulanan toprakların mikroflorasındaki organik maddelere etkisini belirlemek için bir araştırma yürütmüşlerdir. Kanatlı gübresi (%0.05), üre (0.1 M) ve glikoz (0.1 M) herbisit uygulanmış topraklarda mikrobiyal biyokütlede artışlar tespit etmişlerdir. Kontrol topraklarından *Bacillus* spp. (%39.1), *Pseudomonas* spp. (%30.4), *Flavobacterium* spp. (%8.7), *Actinomycetes* (%5.8) ve *Proteus* spp. (%4.3) izole edilirken; herbisit uygulanmış topraklardan en sık *Bacillus* (%42.3) ve *Pseudomonas*

(%50.9) türleri izole etmişlerdir. Organik maddelerin eklenmesinin, önemli ölçüde mikrobiyal biyokütlede artışa ve pestisit bozunmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Devi ve ark., (2008), sulak çeltik topraklarında 2,4-D'nin kalıcılığını ve bunun sonucunda mikrobiyal popülasyonlarda meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için tarla şartlarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma 2,4-D'nin uygulamadan 30 günden sonra çeltik tarlasında kalıcı olmadığını göstermiştir. 2,4-D uygulaması toprak funguslarına fayda sağlarken, bakteri popülasyonlarını başlangıçta baskılamıştır. Ancak ilaçlamadan 30 gün sonra, ilaçlanmış ve ilaçlanmamış tarlalardaki popülasyonlar benzer olmuş ve bu dönemin topraktaki 2,4-D kalıntılarının kaybolmasıyla aynı zamana denk geldiğini bildirmişlerdir.

Karaboz ve Meriçli-Yapıcı (2008), dünyada geniş çapta kullanılan herbisit sınıflarından birisi olan ALS inhibe edici herbisitlerin (tribenuron metil, tifensulfuron metil, florasulam ve flumetsulam), toprakta azot bağlayan bakterilerden *Azotobacter* üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Herbisit konsantrasyonu 15 g/l düzeyine dek tüm izolatların dirençli olduğu görülmüştür. 20 g/l konsantrasyonunda 18 izolatın, 35 g/l konsantrasyonunda 12 izolatın ve 50 g/l düzeyinde ise 2 izolatın denenen her üç herbisite tolerant olduğunu, tarım alanlarında uygulanan normal herbisit dozlarının *Azotobacter* üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Sebiomo ve ark., (2011), yürüttükleri bir araştırmada *Bacillus licheniformis*, *B. megaterium*, *Flavobacterium aquantile*, *Pseudomonas putida*, *P. stutzeri*, *Serratia marcescens* ve *Alcaligenes eutrophs*'in, atrazin ve Primextra (atrazin ve metolaklorun kombine bir formülasyonu) ile muamele edilmiş toprakta yoğun bir şekilde çoğalabildiklerini bildirmişlerdir. İncelenen tüm bakteri türlerinin tek karbon kaynağı olarak herbisitler üzerinde büyüdüklerini ve *B. subtilis*'inen yüksek büyümeyi sergilediğini belirtmişlerdir.

Sebiomo ve ark., (2011) atrazin, primeextra, paraquat ve glyphosate herbisitlerinin toprak mikrobiyal popülasyonu, toprak organik maddesi ve dehidrojenaz aktivitesi üzerindeki etkilerini altı haftalık bir süre boyunca değerlendirmişlerdir. Bakteriyel, fungal ve

aktinomiset popölasyonları, herbisitlerle muamele edildikten sonra kontrole göre azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca herbisitler toprağa uygulandıktan sonra organik madde yüzdesinde önemli bir azalma olduğu, uygulamanın ikinci haftasından altıncı haftasına kadar devam eden uygulamadan sonra ise organik maddenin arttığını belirtmişlerdir. Herbisit uygulamasının kontrole göre dehidrojenaz aktivitesinde ise önemli bir düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

El Hussein ve ark., (2012), *in vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlardaki oksifluorfen herbisit aktif maddesinin iki toprak türünde toprak mikroflorasının ana gruplarının sayısı ve çeşitliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar oxyfluorfenin toprak mikroorganizmalarını farklı konsantrasyonlarda inhibe ettiğini, etkinin mikroorganizma grubuna ve toprak türüne bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre fungusların, organik ve inorganik azot kullanıcılarının büyümesinin düşük oksifluorfen konsantrasyonlarında arttığı, *Mycobacterium*'un büyümesinin ise test edilen tüm konsantrasyonlarda engellendiği rapor edilmiştir.

Abdel-Mageed ve ark., (2013), herbisit bulaştırılmış 11 topraktan 45 rizofungal izolatu tanımlamış ve karakterize etmişlerdir. İzolatlar arasında, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. tamarii*, *A. flavus*, *Penicillium verruculosum*, *P. spinulosum*, *P. spiculisporus*, *Alternaria tenuissima*, *Bipolaris spicifera* fungus türlerinin herbisit toleransında güçlü ve umut verici türler olduğunu kanıtlamışlardır. Herbisitler, fungus DNA'sı ve proteini üzerinde ciddi ve dramatik bir etki ve modölasyon sergilemiş, toplam çözünebilir hücre iyonu (SCI) ve toplam hücre protein konsantrasyonu (TCPC) oranlarında ciddi kayıplar tespit etmişlerdir. Pendimethalin herbisitinden, *A. tenuissima*'nın (%54.01), diklofopmetilden, *P. spiculisporus* (%74.20)'un etkilendiği görölmüştür. Toplam hücre proteini yüzdesi'nin glyphosate tarafından kaybedilmesiyle, *A. tenuissima* (%64.71) en çok etkilenen fungus olmuş, bunu *P. spiculisporus* (%57.14) izlemiştir.

Bera ve Ghosh (2013), şeker kamışındaki yabancı otlara karşı yürüttükleri bir araştırmada toprağa 0.5, 1, 2, 4 kg/ha dozlarda atrazine ve 2 kg/ha ametryn uygulamışlardır. Tüm uygulamalardan hemen sonra toprak mikroflorası (toplam bakteri, aktinomiset ve fungus) üzerinde zararlı etki kaydedilmiştir. Ancak araştırmacılar herbisitlerin kalıcılık

sürelerinden sonra toprak mikroflorasının popülasyonlarının iyileştiğini ve hatta bazılarının ilk sayılarından daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Zain ve ark., (2013), paraquat, glyphosate, glufosinate-ammonium ve metsulfuron-methyl herbisitlerinin Afrika yağ palmiyesi plantasyonundaki toprak mikrobiyal popülasyonları üzerindeki etkisi değerlendirmişlerdir. İn vitro ve arazi ortamında fungus popülasyonuna glyphosate, paraquat, glufosinate-ammonium ve metsulfuron-methyl tavsiye edilen dozlarının 0.5, 1 ve 2 katı uygulama oranlarını uygulamışlardır. Herbisit uygulamalarının topraktaki mikrobiyal popülasyonların gelişimini önemli ölçüde engellediğini ve inhibisyon derecesinin uygulama oranlarıyla yakından ilişkili olduğunu ve herbisit türlerine göre değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca herbisitler hem in vitro hem de inkübe edilen toprakta fungal büyümenin önemli ölçüde engellenmesine neden olduğu, fungus gelişiminin artan herbisit oranlarıyla düştüğünü bildirmişlerdir.

Shrivastava (2015), alachlor, butachlor, metribuzin, pretilachlor, metolachlor, pendimethalin, oxadiargyl, oxyflurfen ve fluchloralin herbisitlerinin *Trichoderma* sp. ve *Sclerotium rolfsii*'nin radyal büyümesi üzerindeki etkilerini 0.5, 1, 2 katı dozlarında değerlendirmiştir. *S. rolfsii*'nin radyal büyümesinin, in vitro koşullarda pendimethalin tarafından 1 ve 2 katı konsantrasyonlarında, metolachlorun ise 0.5 konsantrasyonunda uyarıldığını bildirmiştir. Oxadiargyl herbisitinin yüksek konsantrasyonlarının ise düşük konsantrasyonlarına göre *Trichoderma* sp.'nin radyal büyümesini daha çok engellediğini belirtmiştir. Alachlor herbisitinin *Trichoderma* sp.'nin toplam misel büyümesini uyardığını ve *S. rolfsii*'nin misel büyümesini ise azalttığını bildirmiştir.

Trimurtulu ve ark., (2015), pendimethalin, oxyflurfen, pursuit ve pethalachlor gibi herbisitlerin tarla şartlarında rizosfer toprak mikroflorası üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Rizosfer toprağında herbisitlerin uygulanmasıyla toplam bakteri, mantar, aktinomiset ve rhizobia gibi mikrobiyal grupların popülasyonunda kademeli bir artış gözlemişlerdir. Tüm herbisitler arasında oxyflurfen, kontrole kıyasla tüm mikroflora gruplarında en yüksek popülasyonu gösterdiğini bildirmişlerdir. Herbisitlerin mikrobiyal popülasyonlar üzerindeki bu artışın, mikrobiyal büyüme için substrat olarak herbisit

molekölünün doğrudan etkisinden veya rizosfer toprağında kök eksudatlarının artan salınımının dolaylı etkisinden kaynaklanıyor olabileceğini bildirmişlerdir.

Tomkiel ve ark., (2015), 150 cm³'lük cam beherlere, 2 mm gözenekli elekten geçirilmiş 100 g kuru toprak doldurmuşlar ve toprak örneklerine 0.264 (önerilen doz), 5.280 (önerilen dozdan 20 kat daha yüksek), 10.560 (40 kat daha yüksek), 21.180 (80 kat daha yüksek) ve 42.240 (160 kat daha yüksek) dozlarda carfentazone-ethyl herbisit uygulaması yapmışlardır. Toprak numunelerini 25°C'de 160 gün boyunca inkübe etmişler ve çalışmayı 20, 40, 80 ve 160. günlerde sonlandırmışlar. Carfentazone-ethyl herbisitinin, toplam oligotrofik ve organotrofik bakteriler üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olduğunu, azotobacter, funguslar, spor oluşturan oligotrofik bakteriler ve aktinobakterilerin büyümesini engellediğini bildirmişlerdir.

Gökçe ve Kotan (2016), PGPR bakterileri kullanılarak kontrollü şartlarda yaptıkları bir çalışmada bakterilerin bazılarının hem hastalığı baskılamada hem de bitki gelişiminde etkili olduğu, bu bakteri izolatlarından hazırlanan sıvı formülasyonlardan bazılarının (*Bacillus megaterium*, *Brevibacillus choshinensis* ve *Bacillus pumilus*) hem buğday kök çürüklüğü hastalığını kontrolünde biyopestisit ve hem de buğday yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mutlu ve Üstüner (2017), tepraloxym herbisit aktif maddesinin yüksek dozunun *Rhizoctonia solani*'nin koloni gelişimini kontrole göre %89 oranı ile yüksek düzeyde engellediğini bildirmişlerdir. Yine yüksek dozda fluazifop-p-buthyl herbisitinin *R. solani*'nin koloni gelişimini tamamen engellediğini, fakat düşük dozda *Rhizopus stolonifer*'in koloni gelişimini artırdığını belirlemişlerdir.

Dennis ve ark., (2018), glyphosate, glufosinat, paraquat ve paraquat-diquat'ın tek seferlik uygulamalarının toprak mikrobiyal çeşitliliği ve fonksiyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tüm herbisitler önerilen dozda toprağa eklenmiş ve 60 gün boyunca laboratuvar koşullarında inkübe edilmiştir. Herbisitlerin hiçbirinin bakteriyel ve arkeal toplulukların zenginliğini, düzgünlüğünü ve bileşimini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir.

Erguven ve Nuhoglu (2020), tarla toprak örneklerinden *Brevibacterium macrolides*, *Bacillus macrolides*, *Microbacterium chocolatum*, *Bacillus subtilis*, *Ochrobactrum thiophenivorans*, *Sphingomonas melonis* ve *S. aquatilis* bakterileri izole etmişlerdir. On beş steril cam kavanoza 2, 5, 10, 20 cm³ homojenize bakteri karışımı (10⁹ cfu/cm³), ardından steril tarla toprağı ve her kavanoza 60 µg fluazifop-p-butyl (sıvı formda) eklenmişlerdir. *Brevibacterium macrolides*, *Bacillus macrolides*, *Microbacterium chocolatum*, *Bacillus subtilis*, *Ochrobactrum thiophenivorans*, *Sphingomonas melonis* ve *S. aquatilis* gibi bakterilerin fluazifop-p-buthyl herbisit etken maddesini toprakta parçaladıklarını fakat asla değerinin sıfır olmadığını böylelikle ilaçtan etkilenmediklerini bildirmişlerdir.

Singh ve ark., (2021), *in vitro* şartlarda farklı herbisitlerle yaptıkları bir araştırmada pendimethalin etken maddesinin *Pseudomonas fluorescens* üzerinde diğer herbisitlere göre en düşük inhibasyon zonuna sahip olduğunu, uzun süreli maruziyette bile (96 saat) 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm ve 25 ppm konsantrasyonlarda popülasyonun sırasıyla %8.33, %18.75, %25.00 ve %43.75 oranında bir azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada kullanılan herbisit etkili maddeleri

Araştırmada metribuzin, pendimethalin ve fluazifop-p-buthyl aktif maddeli üç herbisit kullanılmıştır. Herbisitler piyasadan temin edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Uygulamada kullanılan herbisitlerin özellikleri

Ticari Adı	Aktif Madde Adı ve Yüzdesi	Formülasyon Şekli	Tavsiye dozu	Kullanıldığı kültür bitkileri	Etkili Olduğu Yabancı Otlar
Fusilade forte	Fluazifop-p-buthyl, 150	EC	100 ml/da	Domates, patates, pamuk, şeker pancarı, kanola, bağ, soğan, kırmızı ve yeşil mercimek	Dar yapraklı yabancı otlar
Senkron WP 70	Metribuzin, 70	WP	50 g/da	Domates, patates, soya	Geniş yapraklı yabancı otlar
Stomp 330 E	Pendimethalin, 330	EC	500 ml/da	Soğan, pamuk, mısır, domates, ayçiçeği, sarımsak	Yıllık çimlen ve geniş yapraklı yabancı otlar

Fluazifop-p-buthyl

Fluazifop-p-buthyl çoğunlukla çıkış sonrası uygulanan, dar yapraklı yabancı otlara karşı kullanılan bir herbisittir. Herbisit bitkinin floem ve ksilemi ile taşınmaktadır. Bitkide sürgün ve kök gelişimi durur, yapraklarda renk değişikliği (morlaşma veya kırmızılaşma) görülür, sonunda da bitkide gitgide ilerleyen bir nekroz şeklinde etki gösterir. Fluazifop-p-buthyl bitkilerde lipid biyosentezinde görev alan acetyl-coenzyme A carboxylase (ACCCase) enzimini inhibe ederler ve bu lipidlerin yokluğunda hücre bütünlüğü bozulur, yeni gelişme olmaz ve sonunda bitki ölür (Elibüyük, 2023).

Metribuzin

Çalışmada çıkış sonrası kullanılan Metribuzin, bazı kültür bitkilerinde ekim veya dikimden önce de kullanılmaktadır. Bu herbisit Fotosistem II'yi etkileyerek uygulandığı bitkilerin karbondioksit (CO₂) alımını düşürür ve birkaç gün içerisinde herbisit belirtileri yapraklar üzerinde görünmeye başlar. Bu herbisitler genellikle sadece ksilem içerisinde hareket ettiklerinden dolayı, çok yıllık yabancı otların mücadelesinde topraktan uygulamalar daha iyi sonuç vermektedir. Bu gruba giren herbisitlerin toprakta kalma ömürleri, toprak, iklim ve uygulama miktarına bağlı olmakla birlikte bir ay ile iki yıl arasında değişmektedir (Kahramanoğlu, 2008).

Pendimethalin

Pendimethalin, çeşitli tarımsal bitkilerde çıkış öncesi ve çıkış sonrası kullanılan bir herbisittir. Herbisit çıkış öncesi dar ve geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmesi bitkilerin mikrotübül yapısını etkilemektedir. Pendimethalin herbisit aktif maddesi yabancı otların kök ve gövdelerinin büyümesini engelleyerek etkisini göstermektedir. En son olarak bitkiler bodurlaşabilir ve besin maddesi eksikliğine benzer veya susuzluk belirtileri gösterir (Gülbüz, 2007).

3.1.2. Araştırmada kullanılan funguslar

Araştırmada kullanılan funguslar (Çizelge 3.2) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki stok kültürlerden temin edilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan funguslar

Fungus	İzole edildiği bitki
<i>Sclerotinia sclerotium</i>	Hıyar
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Domates
<i>Rhizoctonia solani</i>	Patates
<i>Phytophthora capsici</i>	Biber
<i>Trichoderma harzianum</i>	Ticari

3.1.3. Araştırmada kullanılan toprak bakterileri

Araştırmada Tokat ili biber üretim alanlarından elde edilen fosforu çözüme ve azotu bağlama özellikleri yüksek olan biyokimyasal testler ve MALDI-TOF tekniğı ile tanımlanan *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus* bakterileri kullanılmıştır (Kayaaslan, 2021). Kullanılan bakteri izolatları bölümümüz Fitopatoloji laboratuvarında, buzdolabında -20 °C’de, Nutrient broth ve gliserol içerisinde stok kültür olarak bulunmakta olup, araştırmalar esnasında Nutrient Agar besi yerinde çoğaltılmıştır.

3.1.4. Araştırmada kullanılan besi yerleri

Bakterilerin çoğaltılması için; Nutrient agar (NA; Merck), funguslar için ise Potato Dextrose Agar (PDA; Merck), su agarı (WA; Merck) kullanılmıştır.

3.1.5. Araştırmada kullanılan kültür bitkileri

Araştırmada domates (Falcon), biber (Demre) fideleri ile patates (İlkmor) yumruları kullanılmıştır.

3.1.6. Araştırmada kullanılan diğerk malzemeler

Araştırmada otoklav, petri kabı (90 mm), steril kabin, spektrofotometre, inkübatör, buzdolabı, derin dondurucu, erlenmayer, etil alkol, sera araştırmaları için gerekli olan 5 nolu saksı (ebat: 16 cm x 14.5 cm), steril torf, perlit, gübre, domates ve biber fidesi, patates yumrusu, etiketler, el pompası, tarla çalışmalarını için gerekli olan 18 ltlik (236 mm x 236 mm) teneke kutu, etiket ve sırt pülverizatörü gibi malzemeler kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında yürütülmüştür.

Herbisit içeren besi yerlerinin hazırlanması

Funguslar için PDA, bakteriler için NA besi yerleri her bir uygulama için petri (90 mm) başına 20 ml olarak hazırlanmış ve kapaklı cam şişede otaklav (121°C'de 1.5 atmosfer basınç altında 15 dakika) edilmiştir. Daha sonra 400 ml hazırlanan besiyerlerine sıvı oranına göre belirlenen konsantrasyonlarda herbisitler (metribuzin 0.7 g/da, pendimethalin 6.7 ml/da, fluazifop-p-butyl 1.3 ml/da) tavsiye edilen doz hesaplanarak hazırlanmıştır. Hazırlanan herbisitler tavsiye edilen dozu (N), iki katı dozu (2N) ve üç katı dozu (3N) besi yeri yaklaşık olarak 40 °C sıcaklığa geldiğinde cam şişeye ilave edilmiş ve ilaç karışana kadar çalkalanmıştır. Daha sonra steril kabinde petri kaplarına eşit şekilde (20 ml/petri) dökülmüş ve katılaşmaya bırakılmıştır. Kontrol grubu besi yeri olarak bakteriler için herbisit etkili maddelerinin ilave edilmediği Nutrient agar (NA) ve funguslar için Patates Dekstrose Agar (PDA) kullanılmıştır.

Bakteri kültürlerinin hazırlanması

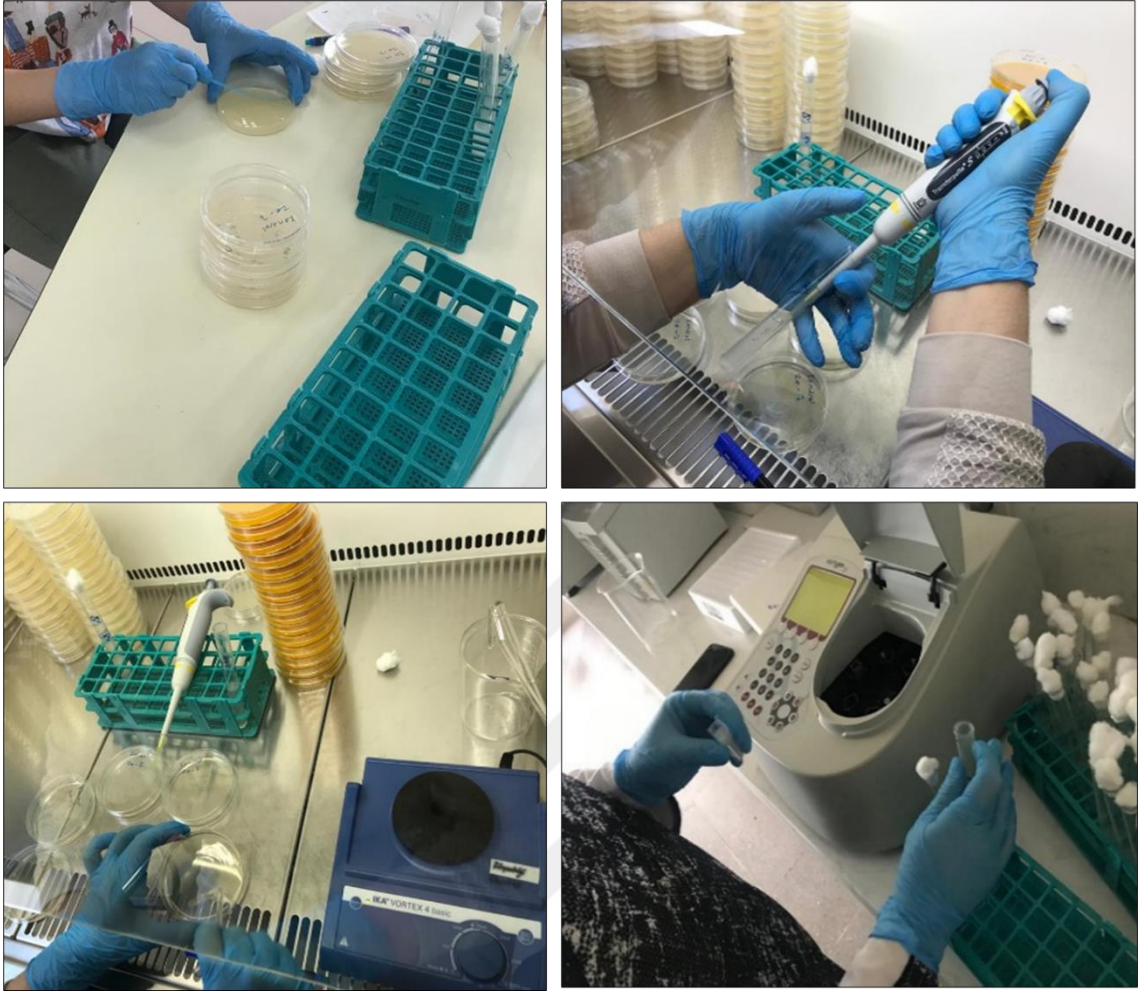
Fitopatoloji laboratuvarında stok kültür halinde bulunan *P. putida* ve *B. cereus* bakteri kültürleri NA besi yerine çizilerek 24 saat 25±2 °C'de geliştirilmiştir. Gelişen bakteri kültürlerinden tuzlu su (%0.85 NaCl g/l) içerisinde süspansiyon hazırlanmış ve bu süspansiyonlar spektrofotometrede (Şekil 3.1.) 600 nm dalga boyunda 0.3 absorbans değerine (A₆₀₀:0.3) ayarlanmıştır. Bu süspansiyonlardan seyreltme serileri hazırlanmış ve her bir seriden 100 µl bir pipet yardımı ile alınarak NA besi yerine yayılmıştır. Daha sonra 24 saat 25±2 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda besi yerinde gelişen bakteri kolonileri sayılmış ve 1 x 10⁸ hücre/ml bakteri yoğunluğuna ayarlanarak çalışmalarda kullanılmıştır (Belgüzar ve ark., 2019).

Fungus kültürlerinin hazırlanması

Fitopatoloji laboratuvarında stok kültür halinde bulunan *R. solani*, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *P. capsici* ve *S. sclerotiorum* fungus kültürlerinden mantar delici ile misel diskler alınarak PDA besi yerine inokule edilmiştir. Denemelerde kullanılacak olan *T. harzianum* granül formülasyon şeklinde ticari olarak (T-22 PLANTER BOX) önerildiği dozda (50 g/100 lt su) sulandırılarak süspansiyon hazırlanmış ve su agarında inkübasyona bırakılmıştır. Fungus kültürlerinin gelişimi için petriler 25±2 °C’de sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır.

Laboratuvar şartlarında herbisitlerin faydalı toprak bakterilerine olan etkileri

Tuzlu su (saline buffer) içerisinde 1×10^8 hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan *P. putida* ve *B. cereus* bakteri süspansiyonlarından herbisit ilave edilen (tavsiye edilen dozu N, iki katı dozu (2N) ve üç katı dozu (3N)) NA besi yerlerine ve kontrol grubu besi yerlerine ekim yapılmıştır. Bakteri süspansiyonlarından bir pipet yardımı ile 100 µl alınarak besi yerlerine cam baget ile yayma ekim yapılmıştır. Uygulama yapılan petriler 24 saat 25±2 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Süre bitiminde besi yerlerinde gelişen bakteri kolonileri toplanarak saline buffer içerisine alınmış ve spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda bakteri yoğunluğu ölçülmüştür (Şekil 3.1). Kontrol besi yerlerinde ölçülen bakteri yoğunluğu ile etkili maddelerin ilave edildiği besi yerlerindeki bakteri yoğunluğu kıyaslanarak etki oranı hesaplanmıştır (Belgüzar ve ark., 2019). Çalışma 5 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve 2 kez tekrar edilmiştir.



Şekil 3.1. Bakteri süspansiyonun hazırlanışı, yayma ekim yapılışı ve bakteri yoğunluklarının ölçümü

Laboratuvar şartlarında herbisitlerin funguslara olan etkileri

Herbisit aktif maddelerini içeren ve içermeyen kontrol grubu PDA besi yerlerine, fungusların aktif olarak gelişen kenar kısımlarından mantar delici ile alınan 5 mm çapındaki diskler besi yerinin orta kısmına gelecek şekilde yerleştirilmiş ve 25 ± 2 °C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. Fungus kontrol grubu gelişmeye başladıktan sonra 2 günde bir digital kumpas ile fungus çapı ölçülmüştür. Fungus kontrol grupları besi yerlerini tamamen kapladığı zaman denemeler sonlandırılmış ve digital kumpas ile ölçülen uygulamalardaki fungus çapları kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuş olup iki kez tekrarlanmıştır. Herbisitlerin funguslara olan etki oranları ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Pandey ve ark., 1982).

$$I=100\times(dc-dt)/dc$$

I; Engelleme oranı

dc; Kontroldeki miselyum çapı

dt; Uygulamalardaki miselyum çapı

3.2.2. Sera çalışmaları

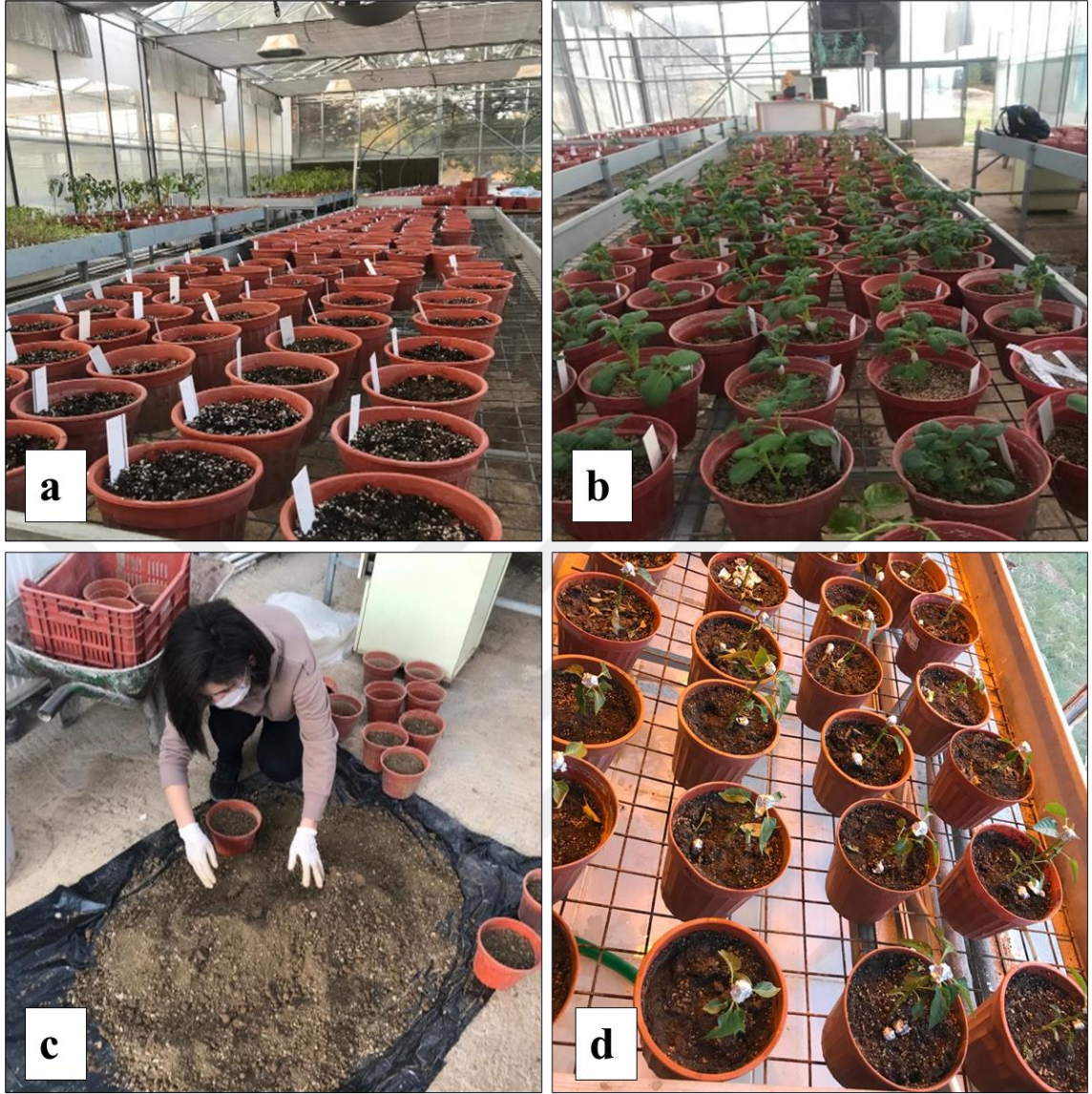
Sera çalışmaları, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü serasında yürütülmüştür. Sera çalışmalarında 5 (ebat 160 mm x 145 mm) numaralı plastik saksılar kullanılmıştır.

R. solani, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve *P. capsici* fungus inokulumları için elenmiş, steril edilmiş tarla toprağı + torf + perlit (2:1:1) homojen olacak şekilde karıştırılmış ve saksılara doldurulmuştur. Saksılara domates biber fideleri ile patates yumruları her bir saksıya bir adet olacak şekilde dikim işlemi gerçekleştirilmiş ve gerek görüldükçe sulanmıştır (Şekil 3.2.a, b).

S. sclerotiorum 'un daha önce laboratuvarında geliştirilen sclerotları saksı toprağının 5 cm altına bir tül torba içinde her biri 20 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Gerekli olduğu zamanlarda sulama yapılmıştır. Burada herhangi bir kültür bitkisi kullanılmamıştır.

T. harzianum için saksılara fungusun ticari (T-22 PLANTER BOX) olarak satılan granül formülasyonu tavsiye edilen (50 g/100 lt su) talimatlara göre sulandırılarak süspansiyon olarak hazırlanmış ve steril toprak ile karıştırılarak saksılara doldurulmuştur. Saksılara herhangi bir kültür bitkisi dikilmemiştir.

Bakteri inokulumları için saksılar *P. putida* ve *B. cereus* kültürlerinden hazırlanan 1×10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyon ile bulaştırılmış ve homojen olarak karıştırılmış steril toprak ile doldurulmuştur (Belgüzar ve ark., 2016) (Şekil 3.2.c). Saksılara herhangi bir kültür bitkisi dikilmemiştir. Sera denemeleri 5 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve iki kez tekrar edilmiştir. Sera denemesi kurulduktan sonra ilaçlama için el pompası kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Serada yürütülen denemeler. **a** ve **b**: Sera çalışmalarında kurulan saksı denemeleri, **c**: Bakteri süspansiyonu karıştırılmış toprak **d**: Sera çalışmalarında fungus inokulasyonu yapılmış bitkiler

Sera koşullarında herbisitlerin faydalı toprak bakterilerine olan etkisi

Saksı denemelerinde toprağa bakteri süspansiyonundan sonra 1 m² alan için herbisitler hesaplanmış (metribuzin 0.05 g/da, pendimethalin 0.5 ml/da, fluazifop-p-butyl 0.1 ml/da) ve herbisitlerin tavsiye edilen dozu (N), iki katı dozu (2N) ve üç katı dozu (3N) şeklinde uygulama yapılmıştır. Herbisit uygulaması yapılan ve yapılmayan kontrol gruplarındaki *P. putida* ve *B. cereus* 'un bakteri yoğunluğunu belirlemek için 15'er gün ara ile 60 gün boyunca toprak örnekleri alınmıştır. Bir spatula yardımı ile her bir saksı toprağının 10 cm

derinliğinden toprak örneği alınmış, alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında bir gün kurutulduktan sonra 2 mm elekten elenmiştir. Elenmiş toprak örneklerinden 10 gr alınarak içerisinde 90 ml Nutrient broth besi yeri bulunan erlenmayerlere konularak oda sıcaklığında 100 dev/dak.'da çalkalayıcıda iki saat çalkalanmıştır. Çalkalanan süspansiyonlardan 1 ml alınarak içerisinde 9 ml fizyolojik tuzlu su (saline buffer- %0.85 NaCl) bulunan tüpe ilave edilmiş ve bu işlem 6 kez tekrarlanmıştır. Bu şekilde -6'ya kadar seyreltme serileri hazırlanmıştır. Hazırlanan serilerin -4, -5 ve -6 seyreltmelerden 100 µl alınarak 2 tekrarlı olarak Nutrient Agar besi yerine ekimler yapılmış ve 25±2 °C'de 24 saat inkübatörde inkübasyondan sonra petriyelerdeki bakteri koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir (Klement ve ark., 1990).

Sera koşullarında herbisitlerin funguslara olan etkisi

Saksı denemelerinde, patates bitkisi için *R. solani*, domates bitkisi için *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve biber bitkisi için *P. capsici* fungus inokulumları bitkiler 5-6 yapraklı döneme geldiğinde bitkinin gövdesine yaralama yapılarak misel diskleri bitkiye bulaştırılmış ve parafilmle kapatılmıştır (Şekil 3.2. d). Fungus inokulasyonlarından sonra 1 m² alan için herbisitler hesaplanmış (metribuzin 0.05 g/da, pendimethalin 0.5 ml/da, fluazifop-p-butyl 0.1 ml/da) ve herbisitlerin tavsiye edilen dozu (N), iki katı dozu (2N) ve üç katı dozu (3N) şeklinde uygulama yapılmıştır. Patates bitkisindeki *R. solani*, domates bitkisindeki *F. oxysporum* ve biber bitkisindeki *P. capsici* hastalık şiddeti, kontrol bitkilerinde hastalık gözlenip bitkiler solmaya başladığında 0-5 skalası (Yao ve ark., 2002) kullanılarak belirlenmiştir.

0: Hastalık yok,

1: Kök boğazından itibaren 3 mm'den az lezyon,

2: 3-10 mm lezyon,

3: 11-20 mm lezyon,

4: 20 mm'den fazla lezyon,

5: Lezyonla birlikte bitki ölümü

Elde edilen hastalık skala değerleri kullanılarak çeşitlerin % hastalık şiddeti, Tawsend-Heuberger formülüne göre belirlenmiştir.

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\text{Toplam (n x v)}}{V \times N} \times 100$$

n: Skalada değeriindeki örnek miktarı,

v: Skala değeri,

V: En yüksek skala değeri,

N: Gözlem yapılan toplam örnek sayısı ile hesaplanmıştır (Townsend & Heuberger, 1943).

S. sclerotiorum canlılığını belirlemek için yaklaşık iki ay gibi bir süre sonunda (herbisit aktif maddelerinin etki süresi göz önünde bulundurularak) *S. sclerotiorum*'un sklerotları topraktan çıkarılmıştır. Topraktan çıkarılan sklerotlar laboratuvarda yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonunun ardından sklerotlar bistüri ile ortadan ikiye ayrılarak hazırlanan PDA ortamına yerleştirilmiş, inkübasyona bırakılarak canlılıklarının devam edip etmediği tespit edilmiştir.

T. harzianum'un fungus süspansiyonunun topraktaki varlığını belirlemek için 15 gün arayla 60 gün boyunca alınan toprak örneklerinden 10 g tartılarak 50 ml steril saf su içerisinde süspanse edilmiş ve 200 rpm'de 30 dk. çalkalanmıştır. Bu süspansiyondan 1 ml alınarak 9 ml steril saf su bulunan tüpe aktarılmış ve süspansiyon 45 sn vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Süspansiyondan 1 ml alınarak diğer tüpe aktarılmış ve bu işlem 5 x 1:9 ml olacak şekilde bir seri seyreltme yapılmıştır. Bu şekilde -5'e kadar seyreltme serileri hazırlanmıştır. Hazırlanan serilerin -4 ve -5 seyreltmelerden 100 µl alınarak 2 tekrarlı olarak su agarı besi yerine ekimler yapılmış ve 25±2 °C'de inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra petrilerdeki *T. harzianum* koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir. (Askew & Laing, 1993).

3.2.3. Tarla Çalışmaları

Tarla çalışması, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Tarla çalışması 12 m x 15 m alanda kurulmuştur. Kültür bitkilerinden domates fidesi sıra-üzeri 40 cm, biber fidesi sıra

üzeri 30 cm, patates yumrusu ise sıra üzeri 40 cm olacak şekilde dikilmiş ve gerek görüldükçe sulanmıştır.



Şekil 3.3. Tarla deneme alanından bir görüntü

Tarla denemelerinde *T. harzianum* için 18 l'lik (236 mm x 236 mm) teneke kutulara fungusun ticari (T-22 PLANTER BOX) olarak satılan granül formülasyonu tavsiye edilen talimatlara (50 g/ 100 lt su) göre sulandırılarak tarla toprağı ile karıştırılmıştır. *T. harzianum* karışımı toprağı herhangi bir kültür bitkisi dikilmemiştir.

Bakteri inokulumları için (herbisitlerin etkilerini tam görebilmek adına) 18 lt'lik (236 mm x 236 mm) teneke kutular *P. putida* ve *B. cereus* kültürlerinden hazırlanan 1×10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyon ile bulaştırılmış tarla toprağı ile doldurulmuştur (Belgüzar ve ark., 2018). Bakteri karışımı toprağı herhangi bir kültür bitkisi dikilmemiştir. Deneme tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuş olup 2 kere tekrar edilmiştir. Deneme sırasında ilaçlar 3 atm basınçlı yelpaze huzmeli sırt pülverizatörü ile uygulanmıştır.

Tarla koşullarında herbisitlerin faydalı toprak bakterilerine olan etkisi

Tarla şartlarına uygun olarak gömülen 18 lt'lik (236 mm x 236 mm) teneke kutular *P. putida* ve *B. cereus* kültürlerinden hazırlanan 1×10^8 hücre/ml yoğunluğundaki süspansiyon ile bulaştırılmış tarla toprağı ile doldurulmuştur. Her teneke kutuya yaklaşık olarak 15 kg toprak doldurulmuş ve toprağı gömülmüştür. Daha sonra 1 m² alan için herbisitler hesaplanmış (metribuzin 0.05 g/da, pendimethalin 0.5 ml/da, fluazifop-p-butyl 0.1 ml/da) ve tavsiye edilen dozu (N) şeklinde 30 lt su hesabı ile ilaç uygulaması yapılmıştır. Kontrol olarak belirlenen topraklara herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Her bir uygulama 2 teneke olacak şekilde kurulmuş ve örnekleme sırasında her uygulamadan tesadüfi olarak 4 örnek alınmıştır. Bir kürek yardımı ile her bir teneke toprağının 20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmış, alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında bir gün kurutulduktan sonra 2 mm elekten elenmiştir. Elenmiş toprak örneklerinden 10 gr alınarak 90 ml NB bulunan erlenmayerlere konulmuş ve 100 dev./dak.'da iki saat çalkalanmıştır. Çalkalanan süspansiyonlardan -6'ya kadar seyreltme serileri hazırlanmış ve -4, -5 ve -6 seyreltmelerden 100 µl alınarak 2 tekrarlı olarak NA besisi yerine ekimler yapılmış ve 25±2 °C'de 24 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra petrillerdeki bakteri koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir.

Tarla koşullarında herbisitlerin funguslara olan etkisi

Domates patates ve biber fideleri deneme alanına dikildikten sonra fungus inokulumları bitkiler 5-6 yapraklı döneme geldiğinde bitkinin gövdesinden yaralama yapılarak patates bitkisine *R. solani*, domates bitkisine *F. oxysporum* ve biber bitkisine *P. capsici* misel diskleri bulaştırılmıştır. Funguslar bitkilere bulaştırıldıktan sonra her bir blok 2 m² olarak hesaplanmış ve (metribuzin 0.1 g/da, pendimethalin 1 ml/da, fluazifop-p-butyl 0.2 ml/da) herbisitlerinin tavsiye edilen dozu (N) şeklinde 30 litre su hesabı ile ilaç uygulaması yapılmıştır. Uygulama için sera dışına alınan saksılar ilaçlama aletinin iş genişliğine göre ayarlanarak dizilmiş ve tüm bitkilere eşit miktarda ilaç gelecek şekilde uygulama gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı gerekli görüldükçe sulanmıştır. Sadece patojenin olduğu kontrol sıralarına herhangi bir herbisit uygulaması yapılmamıştır. Domates ve

biber bitkilerinde *F. oxysporum* ve *P. capsici* hastalık şiddeti, kontrol bitkilerinde hastalık gözlemlendiğinde 0-5 skalası (Yao ve ark., 2002) kullanılarak belirlenmiştir.

- 0: Hastalık yok,
- 1: Kök boğazından itibaren 3 mm'den az lezyon,
- 2: 3-10 mm lezyon,
- 3: 11-20 mm lezyon,
- 4: 20 mm'den fazla lezyon,
- 5: Lezyonla birlikte bitki ölümü

Elde edilen hastalık skala değerleri kullanılarak çeşitlerin % hastalık şiddeti, Tawsend-Heuberger formülüne göre belirlenmiştir.

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\text{Toplam (n x v)}}{V \times N} \times 100$$

- n: Skalada değerindeki örnek miktarı,
- v: Skala değeri,
- V: En yüksek skala değeri,
- N: Gözlem yapılan toplam örnek sayısı ile hesaplanmıştır (Townsend & Heuberger, 1943).

Patates bitkilerindeki *R. solani* hastalık şiddeti, bitkiler hasat olgunluğu dönemine girerken yapılmıştır. Toprakta çıkarılan yumrular incelenmiş ve yumru üzerinde oluşan sklerotlar dikkate alınarak 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Brewer & Larkin, 2005).

- 0: Sklerot yok,
- 1: Yumru yüzeyinin % 1'i sklerotla kaplı
- 2: Yumru yüzeyinin % 2-5'i sklerotla kaplı
- 3: Yumru yüzeyinin % 5-10'u sklerotla kaplı
- 4: Yumru yüzeyinin % 10-15'i sklerotla kaplı
- 5: Yumru yüzeyinin % 15'den fazlası sklerotla kaplı

Elde edilen hastalık skala değerleri kullanılarak uygulamaların % etkisi Abbott'a göre değerlendirilmiştir.

$$\text{Hastalık Yüzdesi} = \frac{\text{Toplam (n x v)}}{Z \times N} \times 100$$

n: Değişik zarar gruplarına giren yumru sayısı

V: Gruplara ayrılmış olan zarar dereceleri seviyeleri

N: Kontrole tabi tutulan yumru toplam sayısı

Z: En yüksek skala değeri

T. harzianum ise granül formülasyonu tavsiye edilen dozda (50 g/ 100 lt su) sulandırılarak süspansiyon hazırlanmış ve 18 lt'lik (236 mm x 236 mm) teneke kutulara tarla toprağına karıştırma yöntemi ile uygulanarak toprağa gömülmüştür. Topraklar tenekelere doldurulduktan sonra teneke kutunun yüzey alanı hesaplanmış ve çalışmada kullanılan metribuzin, pendimethalin, fluazifop-p-butyl herbisitlerin tavsiye edilen dozu (N) şeklinde ilaç uygulaması yapılmıştır. *T. harzianum*'un topraktaki varlığını belirlemek için 15 gün arayla 60 gün boyunca tesadüfi olarak 20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinden 10 g tartılarak 50 ml steril saf su içerisinde süspanse edilmiş ve 200 rpm'de 30 dk. alkalanmıştır. Bu süspansiyondan 1 ml alınarak 9 ml steril saf su bulunan tüpe aktarılmış ve süspansiyon 45 sn vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Süspansiyondan 1 ml alınarak diğer tüpe aktarılmış ve bu işlem 5 x 1:9 ml olacak şekilde bir seri seyreltme yapılmıştır (Askew & Laing, 1993). Seyreltme yapıldıktan sonra inkübasyona bırakılan *T. harzianum*'un koloni sayımları yapılarak yoğunlukları belirlenmiştir.

S. sclerotiorum fungusu için sera denemelerinden sonra canlılıklarının hala devam ettiği belirlenmiş olup herbisitlerin herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle tarla çalışmasında tekrardan herbisitlerin *S. sclerotiorum* fungusu üzerine etkisine bakılmamıştır.

3.2.4. İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler deneme planına uygun şekilde deneme Mstat-C paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki olarak önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenen ortalamalar arasındaki farklar LSD testinde %5 önem seviyesine göre gruplandırılmıştır.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Laboratuvar şartlarında herbisit aktif maddelerinin etkileri

4.1.1. Herbisit aktif maddelerinin *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus* bakterilerine olan etkileri

Nutrient Agar besi yerine eklenen herbisit aktif maddelerinin *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus* bakterilerinin yoğunluğuna (hücre/ml) etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Metribuzin *B. cereus* bakterisini olumsuz yönde etkilemiştir. Herbisitin N dozunda bakteri yoğunluğu bir miktar azalırken, 2N ve 3N dozlarında bakteri yoğunluğu daha da azalmıştır. Bunun aksine metribuzin *P. putida*’nın yoğunluğunu ise N dozda etkilemezken 2N ve 3N dozlarda bir miktar arttırmıştır. Kotan ve Tozlu (2021), 7 farklı etken maddeli herbisit 7 patojen olmayan bakteri izolatları *Brevibacillus brevis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. fluorescens*, *Pantoea agglomerans* ve 2 farklı patojen bakteri izolatı *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* karşı önerilen dozlarını kullanarak bakteriyosidal etkilerini test etmişlerdir. Metribuzin etken maddesinin bu bakterilere bakterisidal etki göstermediğini belirlemişlerdir. Bu çalışma, önerilen dozda elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir. Fluazifop-p-butyl herbisiti *B. cereus* bakterisinin yoğunluğunu azaltırken, *P. putida* bakteri yoğunluğunu doz artışına bağlı olarak arttırmıştır. Pendimethalin herbisiti ise kontrolle karşılaştırıldığında *B. cereus* üzerinde olumlu veya olumsuz etki göstermemiştir. Kontrolle aynı grupta yer almıştır. Pendimethalin *P. putida* bakterisinin yoğunluğunda ise arttırıcı yönde bir etki etmiştir (Çizelge 4.1). Singh ve ark., (2021), *in vitro* şartlarda farklı herbisitlerle yaptıkları bir araştırmada pendimethalin etken maddesinin *Pseudomonas fluorescens* üzerinde diğer herbisitlere göre en düşük inhibasyon zonuna sahip olduğunu, uzun süreli maruziyette bile (96 saat) popülasyonun sırasıyla 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm ve 25 ppm konsantrasyonlarda sırasıyla %8.33, %18.75, %25.00 ve %43.75 oranında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Pendimethali’nin *P. putida* bakterisine etkisi bu çalışmadaki etkiyle benzer olabilir sonucu çıkarılmıştır.

Çizelge 4.1. Herbisit etkili maddelerinin *Pseudomonas putida* ve *Bacillus cereus* yoğunluğuna etkisi (x 10⁶ hücre/ml)

Herbisit	Doz	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
Metribuzin	Kontrol	2.044 a	1.713 b
	N	1.682 b	1.800 ab
	2N	0.398 c	1.919 a
	3N	0.445 c	1.856 a
Fluazifop-p-butyl	Kontrol	2.044 a	1.713 c
	N	1.699 b	1.725 c
	2N	1.608 b	1.851b b
	3N	1.755 b	2.028 a
Pendimethalin	Kontrol	2.044 ^{öb}	1.713 b
	N	2.084	2.271 a
	2N	2.058	2.196 a
	3N	2.115	2.218 a

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{öb}: önemli değil.

4.1.2. Fluazifop-p-butyl aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi

Fluazifop-p-butyl aktif maddesinin funguslar üzerindeki etkisi Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Fluazifop-p-butyl'in *R. solani* üzerine olan etkisine bakıldığında normal dozda %76 oranında gelişimi engellenirken artan 2N ve 3N dozlarında hiçbir gelişme gözlenmemiş olup etkili maddenin %100 oranında fungusu engellediği görülmüştür. Mutlu ve Üstüner (2017), *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmada fluazifop-p-butyl aktif maddesinin yüksek doz uygulamasında (2x10⁻³ molar) *R. solani*'nin koloni gelişimini tamamen (%100 oranında) engellediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlar *in vitro* çalışmaları ile uygunluk göstermektedir. Fluazifop-p-butyl herbisiti *T. harzianum* ve *S. sclerotium* funguslarını artan dozlarda benzer şekilde etkilemiş olup *T. harzianum* %83.94, *S. sclerotium* %97.17 oranında engellemiştir. Gveroska (1999), napropamid herbisitinin *T. harzianum* üzerindeki *in vitro* etkisini incelenmiş ve farklı dozlar ve yöntemler test etmiştir. Radyal büyümenin engellenmesinin, uygulanan herbisit dozunun artmasıyla orantılı olarak arttığını bildirmiştir. Bu çalışmadaki etki elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

İlk alınan gözlemlerde *P. capsici* hiç gelişme göstermemiş olup, sonraki gözlemlerde fungus gelişmeye başlamıştır. En son alınan gözlemlerde herbisit N dozu fungus gelişimini etkilemezken 2N dozu %52.64, 3N dozu ise %80.27 oranında fungusu inhibe

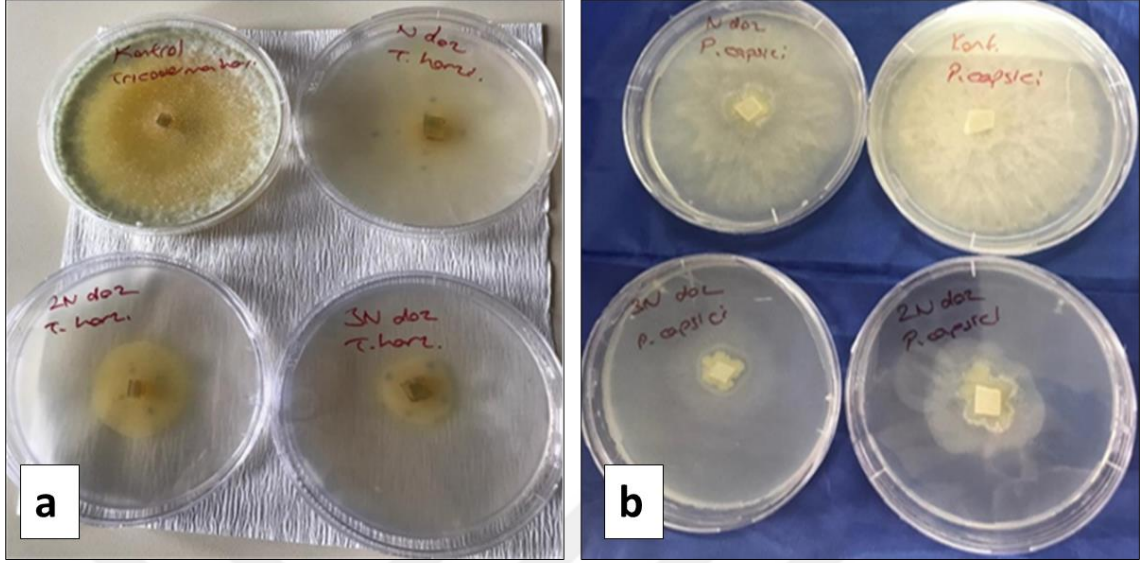
etmiştir. Doğrudan fluazifop-p-buthyl herbisitinin *P. capsici* 'ye etkisi üzerine yapılan çalışmalar mevcut olmamakla birlikte Kortekamp (2008), gluphosinate ammonium herbisit aktif maddesinin, özellikle beslenme açısından zayıf koşullar altında test edildiğinde, *P. infestans* ve *Pythium ultimum*'un *in vitro* büyümesini ve çoğalmasını engellediğini bildirmiştir.

F. oxysporum f. sp. *lycopersici* üzerinde fluazifop-p-buthyl'in N ve 2N dozu etki etmemiş olup, 3N dozu ise %15 oranında fungus gelişimini durdurmuştur (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1). Abdel-Mallek ve ark., (1994), fluazifop-butyl'in 0.6 µg/g dozunun herhangi bir etkiye sahip olmadığını ama 3 ve 6 µg/g dozlarının *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Alternaria alternate*, *Cunninghamella echinulate*, *Fusarium solani* funguslarının yayılma popülasyonlarını azalttığını bildirmişlerdir. Fluazifop-p-buthyl'in *in vitro* çalışmasında artan dozda (3N) fungusu inhibe etmesi bu çalışmadaki benzer durumdan kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 4.2. Fluazifop-p-buthyl etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)

Funguslar	Dozlar	1. Gözlem	2. Gözlem	3. Gözlem
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 c	0.00 b
	N	46.29 b	5.62 c	0.00 b
	2N	46.42 b	37.83 a	0.00 b
	3N	100.00 a	79.31 b	15.68 a
<i>Phytophthora capsici</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 c	0.00 c
	N	100.00 a	74.70 b	0.00 c
	2N	100.00 a	100.00 a	52.64 b
	3N	100.00 a	100.00 a	80.27 a
<i>Rhizoctonia solani</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 c	0.00 c
	N	82.73 b	76.54 b	76.54 b
	2N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	3N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 d	0.00 d
	N	67.93 b	30.28 c	30.28 c
	2N	100.00 a	71.64 b	71.64 b
	3N	100.00 a	97.17 a	97.17 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 c	0.00 c
	N	65.28 b	50.85 b	50.85 b
	2N	83.21 a	77.51 a	77.51 a
	3N	82.33 a	83.94 a	83.94 a

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir.



Şekil 4.1. Fluazifop-p-buthyl farklı dozlarının *in vitro* şartlarda funguslara etkileri. **a:** *T. harzianum* **b:** *P. capsici*

4.1.3. Metribuzin aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi

Metribuzin aktif maddesinin funguslar üzerindeki etkisi Çizelge 4.3’de verildiği gibidir. Metribuzin’in *R. solani*, *P. capsici* ve *S. sclerotium* fungusları üzerine etkisine bakıldığında ilk alınan gözlemede, son alınan gözlemde de herhangi bir gelişme olmayıp metribuzin aktif maddesinin N, 2N ve 3N dozları bu fungusların gelişimini %100 oranında durdurmuştur. Casale ve Hart (1986), benzer şekilde *in vitro* şartlarda metribuzinin $500 \mu\text{g mL}^{-1}$ dozunda *S. sclerotium*’un misel büyümesini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada ise Pakdaman ve ark., (2002) tarafından yürütülmüş olup *in vitro* şartlarda clodinafop-propargyl aktif maddesinin *Ceratocystis radicola*, *Gaeumannomyces graminis*, *Rhizoctonia solani*, *S. sclerotium*, *Verticillium dahlia*’ya karşı doğrudan antifungal aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Modiri ve Montazeri (2013), *in vitro* şartlarda yürüttükleri araştırmada *R. solani*’nin 2500 veya 5000 ppm metribuzin içeren PDA üzerindeki büyümesini kontrol ile karşılaştırdığında, metribuzinin patojenin miselyal büyümesini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Benzer bir araştırmada, Hill ve Stratton (1991), metribuzin aktif maddesinin *Alternaria solani*’ye karşı 1.0 ila 10 ppm’den yüksek konsantrasyonlarda büyümede önemli bir

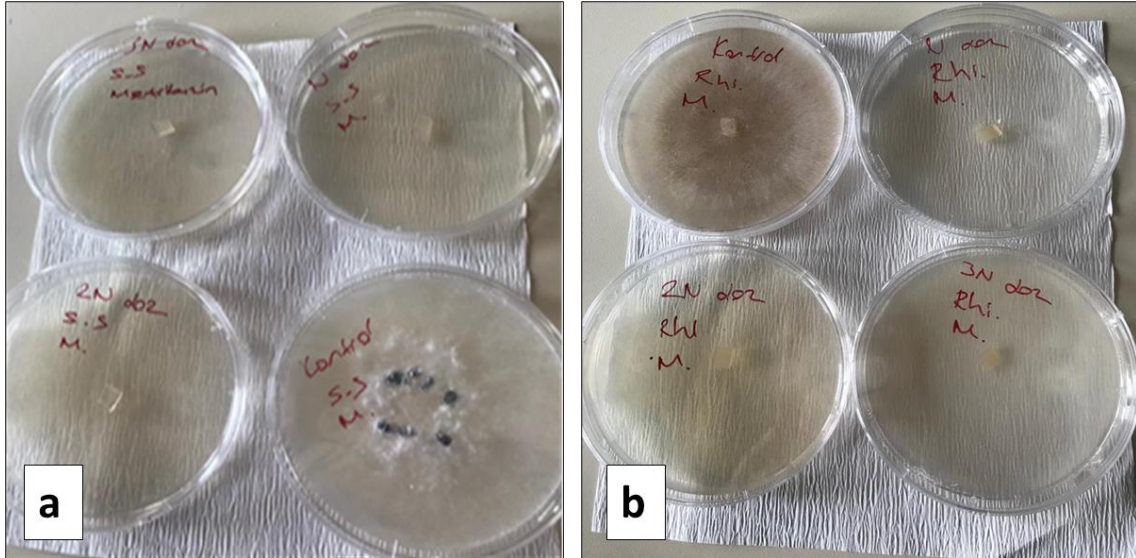
inhibisyona neden olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlar bu araştırmadaki *in vitro* sonuçları destekler niteliktedir.

Metribuzin aktif maddesinin *T. harzianum* üzerine olan etkisine bakıldığında N dozda %88.07, 2N dozda %88.58, 3N dozda ise %89.56 oranında fungus gelişimini engellemiştir. Shrivastava (2015), tarafından yapılan *in vitro* denemede, on farklı çıkış öncesi (alachlor, butachlor, anilophs, metribuzin, pretilachlor, metolachlor, pendimethalin, oxadiargyl, oxyflurfen) ve ekim öncesi (fluchloralin) herbisitlerinin 0.5X, 1X ve 2X dozlarının, *Trichoderma* sp. ve *S. rolfsii*'nin radyal büyümesi üzerindeki etkileri araştırılmış ve metribuzinin 2X dozunun *Trichoderma* sp. sporülasyonunu azalttığı, pendimethalinin 1X dozunun ise sporulasyonu çok etkilemediği bildirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Metribuzin'in *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye olan etkisine bakıldığında ilk alınan gözlemlerde fungus gelişimi olmayıp herbisit fungus gelişimini %100 oranında engellemiştir. Fakat ilerleyen günlerde fungus gelişmeye başlamış olup N dozu %64.90, 2N dozu %67.34, 3N dozu ise %63.04 oranlarında fungus gelişimini inhibe etmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.3. Metribuzin etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)

Funguslar	Dozlar	1. Gözlem	2. Gözlem	3. Gözlem
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 c
	N	100.00 a	77.16 a	64.90 ab
	2N	100.00 a	78.02 a	67.34 a
	3N	100.00 a	80.21 a	63.04 b
<i>Phytophthora capsici</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	2N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	3N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
<i>Rhizoctonia solani</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	2N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	3N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	2N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
	3N	100.00 a	100.00 a	100.00 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 b	0.00 b
	N	100.00 a	88.07 a	88.07 a
	2N	100.00 a	88.58 a	88.58 a
	3N	100.00 a	89.56 a	89.56 a

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir.

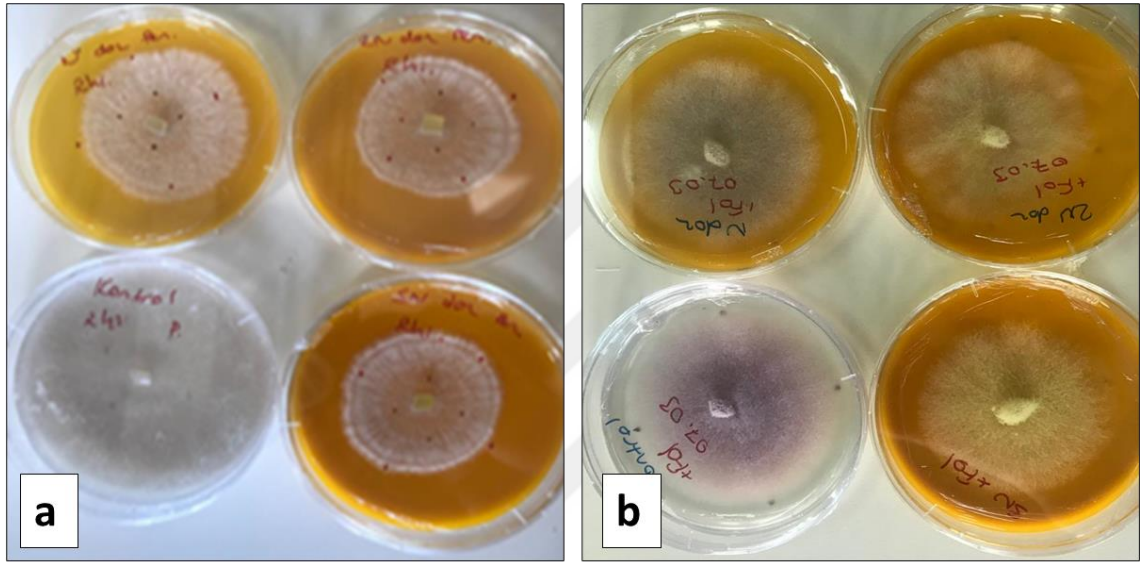


Şekil 4.2. Metribuzinin farklı dozlarının *in vitro* şartlarda funguslara etkileri. **a:** *S. sclerotiorum*, **b:** *R. solani*

4.1.4. Pendimethalin aktif maddesinin funguslar üzerine etkisi

Pendimethalin'in funguslar üzerindeki etkisi Çizelge 4.4'de verildiği gibidir. Pendimethalinin artan dozlarında birinci gözlemde *P. capsici* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungusların gelişimi yüksek oranda engellenirken son yapılan gözlemlerde fungusların gelişimi yavaşlamış olup, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'yi sırasıyla %22.07 %17.37 %16.29 oranlarında *P. capsici*'yi ise %19.34 %21.67 %25.55 oranlarında engellemiştir. Yapılan literatür taramalarında pendimethalin herbisitinin *P. capsici* fungusuna etkileri üzerine doğrudan yapılmış araştırmalar mevcut olmayıp, bazı herbisitlerin *Phytophthora* sp.'ye etkilerine yönelik araştırmalar vardır. Pakdaman ve ark., (2002), *in vitro* şartlarda gerçekleştirdikleri araştırmalarda diclofop-methyl, desmedipham, 2,4-D, clodinafop ve tralkoxydium aktif maddelerinin *Phytophthora* sp. 'nin büyümesini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada El-Raheem ve ark., (1995), *in vitro* şartlarda pendimethalin ve metribuzinin *Pseudomonas solanacearum* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin büyümesini engellediğini, büyüme inhibisyonunun derecesinin herbisit konsantrasyonu ile orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Olajire ve Oluyemisi (2009), yaptıkları *in vitro* çalışmasında iki aktif bileşen metolachlor ve motobromuron'un ticari olarak temin edilebilen formüle edilmiş karışımı olan herbisidal ürün Galex'in *F. oxysporum* dahil olmak üzere birkaç bitki patojeni fungusun büyümesini engellediğini bildirmişlerdir. Pendimethalin doz artışına bağlı olarak *R. solani* ve *T. harzianum* funguslarının gelişimini birinci ve ikinci gözlemlerde azaltmıştır. Son alınan 3. gözlemde fungusların gelişimi sabit kalmıştır. Pendimethalin *R. solani*'yi artan dozlarda sırasıyla %47.77, %52.44, %50.36 oranlarında *T. harzianum*'u ise %18.37, %22.66, %26.93 oranlarında inhibe etmiştir. Harikrishnan ve Yang (2001), yaptıkları bir araştırmada mevcut çalışma sonuçlarına benzer veriler elde etmişlerdir. Glyphosate, imazethapyr ve pendimethalin herbisit aktif maddelerinin *in vitro* şartlarda *R. solani* izolatlarının (AG-1, AG-2-2 ve AG-4) misel büyümesi, sklerot üretimi ve canlılığı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada pendimethalin aktif maddesinin, her üç izolatın da miselyal büyümesini önemli ölçüde azalttığı sonucunu elde etmişlerdir. Black ve ark., (1996), yaptıkları bir araştırmada pendimethalinin de aralarında bulunduğu 6 tane herbisit aktif maddesinin laboratuvarında *R. solani* misel büyümesi ve sklerot / mikrosklerot üretimi üzerindeki etkileri açısından değerlendirmişler

ve tüm herbisitlerin *R. solani*'nin koloni yarıçapını azalttığını bildirmişlerdir. *S. sclerotium* fungusunda ise birinci gözlemlerde artan dozlarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında herbisit fungus gelişimini yavaşlatmış ve artan dozlarda sırasıyla %23.06, %34.30, %30.21 oranına kadar engellemiştir. Ancak son alınan gözlemlerde tamamen azalmış olup pendimethalin aktif maddesinin *S. sclerotium* gelişimine etkisi olmamıştır (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.4).



Şekil 4.3. Pendimethalin'in farklı dozlarının in vitro şartlarda funguslara etkileri. a: *R. solani*, b: *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Çizelge 4.4. Pendimethalin etkili maddesinin fungusları engelleme oranı (%)

Funguslar	Dozlar	1. Gözlem	2. Gözlem	3. Gözlem
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 c	0.00 c
	N	40.56 a	16.92 b	22.07 a
	2N	49.12 a	24.04 ab	17.37 ab
	3N	52.57 a	32.09 a	16.29 b
<i>Phytophthora capsici</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 c	0.00 b
	N	14.87 b	17.12 b	19.34 a
	2N	27.51 b	35.99 a	21.67 a
	3N	46.72 a	39.72 a	25.55 a
<i>Rhizoctonia solani</i>	Kontrol	0.00 b	0.00 c	0.00 c
	N	46.19 a	47.77 b	47.77 b
	2N	44.43 a	52.44 a	52.44 a
	3N	43.66 a	50.36 ab	50.36 ab
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Kontrol	0.00 c	0.00	0.00
	N	23.06 b	0.00	0.00
	2N	34.30 a	0.00	0.00
	3N	30.21 ab	0.00	0.00
<i>Trichoderma harzianum</i>	Kontrol	0.00 c	0.00 c	0.00 c
	N	25.13 b	18.37 b	18.37 b
	2N	44.14 a	22.66 ab	22.66 ab
	3N	42.55 a	26.93 a	26.93 a

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir.

4.2. Sera koşullarında Metribuzin, Pendimethalin ve Fluazifop-p-butyl'in bakterilere ve funguslara etkisi

4.2.1. Herbisit aktif maddelerinin *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas putida* bakterilerine olan etkileri

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre fluazifop-p-butyl etkili maddesinin üç dozu da kontrolle karşılaştırıldığında 15. ve 60. günlerde *B. cereus* bakterisinin yoğunluğunu azaltırken, 30. gün de ise herbisitün üç dozu bakteri yoğunluğunu kontrole göre arttırmıştır. Sonraki 45. günde ise her üç dozda kontrole göre önemli bulunmamıştır. Genel olarak ortalamada bakteri yoğunluğuna bakıldığında ise fluazifop-p-butyl aktif maddesinin üç dozu da kontrole göre önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5). Metribuzin aktif maddesinin 15. ve 30. günlerde her üç dozu da kontrolle karşılaştırıldığında bakteri yoğunluğuna etkisi önemli bulunmamıştır. Kırkbeşinci günde N dozu bakteri yoğunluğunu etkilemezken 2N ve 3N dozlarının bakteri yoğunluğunu azalttığı yönde

etkisi olduğu belirlenmiştir. Altmışıncı günde ise N ve 3N dozları kontrole göre önemli bulunmazken herbisit 2N dozu bakteriyi azaltıcı yönde etkilemiştir. Genel ortalamaya bakıldığında Metribuzin aktif maddesinin üç dozu da kontrole karşılaştırıldığında *B. cereus* bakterisinin yoğunluğuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5).

Pendimethalin aktif maddesinin N dozunun uygulandığı saksı toprağında bakteri yoğunluğu 15. güne kadar kontrole aynı iken, 2N ve 3N dozlarının uygulandığı topraklarda bakteri yoğunluğunda artış görülmüştür. Herbisit 30. gün N ve 2N dozları kontrole karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemli değilken 3N dozu bakteri yoğunluğunu arttırmıştır. Kırkbeşinci ve 60. günlerde ise pendimethalinin her üç dozu da önemli bulunmamıştır. Genel olarak ortalamalara bakıldığında Pendimethalin aktif maddesinin N dozu kontrole karşılaştırıldığında önemli bulunmazken 2N ve 3N dozlarında ise bakteri yoğunluğu artırıcı yönde etkilemiştir (Çizelge 4.5). Avarseji ve ark., (2021), pendimethalin'in (125 mg/L) *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Escherichia coli* (10^7 hüce/ml) bakterilerine etkilerini *in vitro*da araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, her üç bakteri üremesinin de pendimethalin ile geliştirilmiş besiyerine inokulasyonundan yedi gün sonra arttığını bildirmişlerdir. Herbisitli besi yerinde bakterilerin büyüme yoğunluğu ile kontroldeki bakteri yoğunluğu karşılaştırdığında, bakterilerin herbisit varlığında daha hızlı büyüdüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Zhang ve ark., (2013), metribuzin ile bulaştırılmış topraktan *Bacillus* sp. N1 suşunu izole etmişler ve *Bacillus* sp. N1 suşunun toprakta metribuzinin parçalanma oranının önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları metribuzinin *B. cereus* bakterisine etkisinin önemli olmamasını açıklamaktadır.

Araştırmadan elde edilen verilere göre 15. gün *P. putida* bakterisine fluazifop-p-butyl herbisitinin N dozu ve 2N dozunun etkisi kontrole karşılaştırıldığında aralarında bir fark olmadığı görülmüş olup, 3N dozu ise bakteri yoğunluğunu arttırmıştır. Otuzuncu günde ise herbisit 2N dozu bakteri yoğunluğunu kontrole göre azaltmıştır. Kırkbeşinci gün herbisit dozları kontrole göre önemli değilken, 60. gün N ve 3N dozları ile kontrol grubu arasında fark görülmemiş olup 2N dozu bakteri yoğunluğunu kontrole göre arttırmıştır.

Genel olarak ortalamaya bakıldığında fluazifop-p-butyl etkili maddesinin N dozu ile kontroldeki *P. putida* bakterisinin yoğunluğu arasında bir fark olmayıp, diğer 2N ve 3N dozlarda bakteri yoğunlukları kontrole göre artmıştır (Çizelge 4.5).

Metribuzin aktif maddesinin *P. putida* bakteri yoğunluğuna etkisini belirlemek için 15. gün alınan toprak örneklerinde artan dozları kontrole karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Sonraki 30., 45. ve 60. günlerde metribuzin aktif maddesinin üç dozu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Genel ortalamaya bakıldığında herbisit N dozu bakteri yoğunluğunu kontrole göre azaltırken, diğer 2N ve 3N dozları ve kontrol arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4). Ahemad ve Khan (2012), dört herbisit (quizalafop-p-ethyl, clodinafop, metribuzin ve glyphosate) önerilen (1X), iki katı (2X) ve üç katı (3X) oranlarda *P. putida*'nın *in vitro* şartlardaki bitki büyümesini teşvik edici (PGP) etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar seçilen herbisitler arasında, *P. putida*'nın en yüksek toleransı metribuzine karşı gösterdiğini bildirmişlerdir. Metribuzinin *P. putida*'ya olan etkisi bu çalışmadaki etkisiyle paralellik göstermektedir.

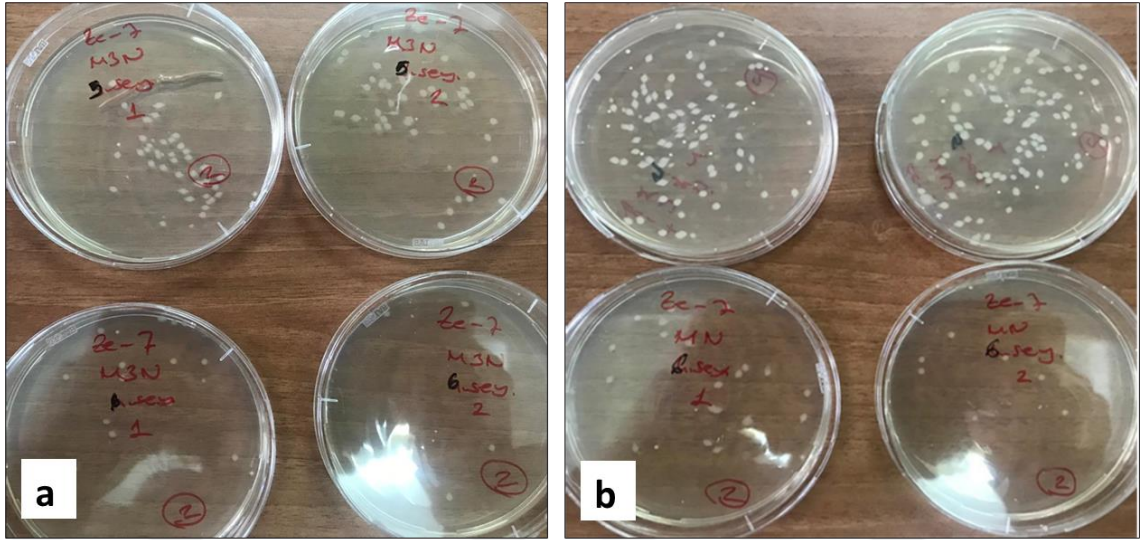
Pendimethalinin 15. ve 60. günlerde kontrole karşılaştırıldığında bakteri yoğunluğuna etkisi önemli bulunmamıştır. Otuzuncu gün pendimethalinin N dozu bakteri yoğunluğunu arttırırken, 2N dozu kontrole kıyaslandığında aralarında fark olmadığı görülmüştür. Herbisit 3N dozu ise bakteri yoğunluğunu azaltmıştır. Kırkbeşinci gün 2N dozu bakteri yoğunluğunu arttırırken diğer dozlar kontrole kıyaslandığında aralarında fark olmadığı görülmüştür. Genel ortalamada pendimethalin etkili maddesinin N ve 2N dozları kontrole göre *P. putida* bakterisinin yoğunluğunu arttırmış olup 3N dozu kontrole göre istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5). Maheswari ve ark., (2016), *Rhizobium* türlerinin herbisit toleransını belirlemek için üç farklı baklagil türüne atrazine, paraquat dichloride ve pendimethalin herbisitlerini %0.1, %0.2 ve %0.3'lük konsantrasyonlarında kullanmışlardır. Paraquat dichloride'de (0.3 ml/100 ml) maksimum, atrazin'de (0.3 ml /100 ml) orta derecede, pendimethalin'de (0.3 ml/100 ml) ise minimum inhibisyon zonu gözlemlemişlerdir. Bu çalışma elde pendimethalin herbisitinin etkisiyle paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak çalışmada kullanılan herbisit aktif maddelerinin hiç biri bakteri yoğunluklarını sera şartlarında topraktan tamamen elemine etmemişlerdir. Bakteri yoğunluklarını belirlemek için 15 günde bir alınan toprak örnekleri tesadüfi olarak seçilmiş olup dozlar arasındaki farklar bundan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ortalama olarak etkisi belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Fluazifop-p-buthyl, metribuzin ve pendimethalin'in *B. cereus* ($\times 10^6$ hücre/ml) ve *P. putida* ($\times 10^8$ hücre/ml) bakterilerinin gelişimine etkisi

Herbisitler	Dozlar	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	Ortalama
<i>Bacillus cereus</i>	Kontrol	13.70 a	4.00 b	6.00 ^{OD}	5.76 a	7.37 ^{OD}
	N	5.76 b	10.76 a	3.26	2.76 c	5.64
	2N	5.50 b	6.76 ab	5.76	4.00 b	5.51
	3N	7.00 b	11.00 a	3.00	2.50 c	5.88
	Kontrol	13.76 ^{OD}	4.00 ^{OD}	6.00 a	5.76 a	7.38 ^{OD}
	N	10.26	5.50	6.76 a	5.50 a	7.01
	2N	12.00	6.00	3.76 b	2.50 b	6.07
	3N	27.60	6.26	4.26 b	4.76 ab	10.77
	Kontrol	13.70 c	4.00 b	6.00 ^{OD}	5.76 ^{OD}	7.38 b
	N	10.50 c	5.76 b	7.76	2.76	6.70 b
	2N	64.50 a	8.50 b	7.00	2.00	20.50 a
	3N	46.26 b	22.00 a	7.00	8.26	20.88 a
<i>Pseudomonas putida</i>	Kontrol	1.75 b	3.00 a	4.25 ^{OD}	2.00 bc	2.75 b
	N	2.75 b	1.25 c	4.00	0.75 c	2.19 b
	2N	0.75 b	2.25 b	6.25	7.50 a	4.19 a
	3N	8.00 a	1.75 bc	5.25	3.25 b	4.56 a
	Kontrol	1.75 ab	3.00 ^{OD}	4.25 ^{OD}	2.00 ^{OD}	2.75 a
	N	0.75 b	1.25	3.75	1.50	1.81 b
	2N	0.50 b	2.00	2.75	3.00	2.06 ab
	3N	2.75 a	1.75	4.50	1.50	2.63 ab
	Kontrol	1.75 ^{OD}	3.00 b	4.25 b	2.00 ^{OD}	2.75 c
	N	3.75	4.00 a	7.00 b	0.75	3.88 b
	2N	4.50	2.75 b	12.50 a	0.75	5.13 a
	3N	4.50	1.75 c	6.00 b	1.75	3.50 bc

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{OD}: önemli değil.

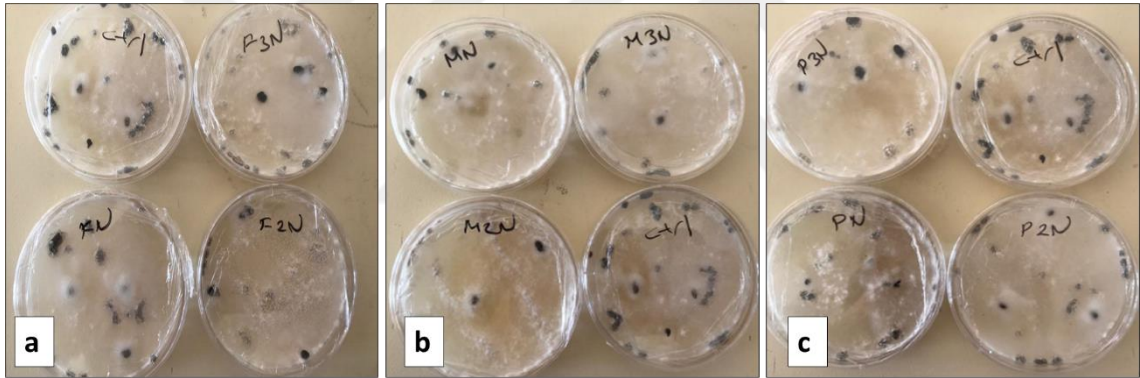


Şekil 4.4. Sera şartlarında metribuzinin uygulanan saksı toprağından izole edilen *P.putida*

4.2.2. Herbisit aktif maddelerinin *Sclerotinia sclerotium* olan etkisi

Sera çalışmaları sonucunda iki ay sonra topraktan çıkarılan *S. sclerotium*'un sklerotları laboratuvara getirilerek PDA besi yerinde canlılıkları test edilmiştir. *S. sclerotium*'un sklerotlarının pendimethalin, metribuzin ve fluazifop-p-buthyl herbisit aktif maddelerinden etkilenmediği ve canlılıklarının hala devam ettiği tespit edilmiştir. Sera çalışmalarında uygulanan herbisit aktif maddelerinin her üç dozunun da *S. sclerotium* fungus gelişimini durdurmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.5). Radke ve Grau (1986), incelediği 9 herbisitten trifluralin, pendimethalin, metribuzin, simazin ve atrazin aktif maddelerinin, *S. sclerotium*'un karpogenik çimlenmesini uyardığını bildirmiştir. Bu araştırma verileri sera çalışmalarıyla benzer etkinliğe sahip olabilir. Hungerford ve Pitts (1953), *S. sclerotium* fungusunun canlılığını devam ettirmesinde ve bir sonraki yıla geçmesinde kalın çeperli dinlenme formu olan sklerotiumları olduğunu ve sekiz yıla kadar toprakta canlılıklarını kaybetmeden kalabildiklerini belirtmiştir. Benzer şekilde Yanar (2005), farklı uygulamaların dört farklı toprak derinliğinde (0, 2, 5, 10 cm) *S. sclerotium*'un sklerotiumlarının canlılıkları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü araştırmada hiçbir uygulama yapılmadan toprağı gömülen *S. sclerotium*'un sklerotiumlarının canlılıklarını hala devam ettirdiğini bildirmiştir. Bu araştırmalar elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermiş olup herbisitlerin *S. sclerotium*'un sklerotiumlarına kalın çeperleri sayesinde herhangi bir etki etmediği sonucuna varılabilir.

S. sclerotiorum'un sklerotiumlarının kalın bir tohum tabakasına sahip olması ve bu kalın, sertleşmiş yapının kendini korumaya alması hastalığın sonraki yıllara yayılmasında rol oynadığı düşünülebilir. Yapılan literatür taramalarında farklı herbisitlerin tarla şartlarında *S. sclerotiorum* fungusunu engellediği yönünde araştırmalar da mevcuttur. Gawel ve ark., (2004), sethoxydim'in antifungal aktivitesinin mekanizması üzerine yaptıkları bir araştırmada, herbisit uygulanan *S. sclerotiorum*'un biyokütlesinde artan malondialdehit (MDA) seviyeleri sergilediğini ve MDA'nın fungal hücresel membranların parçalanmasını sağladığını bildirmişlerdir. Bu gibi sonuçlardan bazı herbisitlerin *S. sclerotiorum*'un yapısında bazı değişiklikler yaparak veya bozarak hastalık şiddetini azaltabileceğini söyleyebiliriz.



Şekil 4.5. Herbisit aktif maddelerinin in vitro şartlarda *S. Sclerotium*'e etkileri. **a:** Fluazifop-p-buthyl uygulanan saksı toprağından çıkarılan *S. sclerotium* sklerotları, **b:** Metribuzin uygulanan saksı toprağından çıkarılan *S. sclerotium* sklerotları, **c:** Pendimethalin uygulanan saksı toprağından çıkarılan *S. sclerotium* sklerotları

4.2.3. Herbisit aktif maddelerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytophthora capsici* ve *Rhizoctonia solani*'ye olan etkileri

Domates bitkisine bulaştırılan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin sera gözlemlerinde kontrol grubunda tamamen hastalık şiddeti görüldüğünde (ilacın etki süresinde dikkate alınarak) veriler alınmış ve istatikselsel olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6). İstatikselsel analiz sonucu fluazifop-p-buthyl herbisitinin fungusu etkilediği, N, 2N ve 3N dozlarının kontrol ile karşılaştırıldığında etkinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır

(Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6). Yapılan literatür taramalarında fluazifop-p-butyl aktif maddesinin domatestte *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* hakkında doğrudan çalışmalar mevcut olmayıp, Canihoş ve ark., (1998), yaptıkları benzer bir araştırmada Çukurova Bölgesi pamuk ekim alanlarında fluazifop-p-butyl ile aynı kimyasal gruptan olan haloxyfop aktif maddesinin, katı ve sıvı kültürde *Fusarium*'un miselyal gelişimini engellediğini bildirmişlerdir. Mutlu ve Üstüner (2017), serada yürüttükleri araştırmada, domates bitkilerine fluazifop-p-butyl, tepraloxym ve metribuzin aktif maddelerinin önerilen dozlarının %50 fazlasını uygulamışlar ve uygulama sonucunda herbisitlerin *Alternaria alternata* spor oluşumunu sırasıyla 1.8×10^2 , 1.2×10^2 ve 2.8×10^2 spor/ml oranında inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan fluazifop-p-butyl ve metribuzin herbisitlerinin etkisi sera çalışmasıyla uygunluk göstermektedir. Sapoundjieva ve Kouzmanova (1987), fluazifop-butyl'in funguslar üzerindeki etkisinin uygulama oranlarına bağlı olduğunu bazı artan dozlarda fungus büyümesini arttırabileceğini bildirmişlerdir. Sera çalışmalarında artan dozlarda hastalık şiddetinin N doza göre fazla olmasının sebepleri bundan kaynaklanıyor olabilir. Pendimethalin etken maddeli herbisit N, 2N ve 3N dozlarının *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'yi engellemediği istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Kulshrestha ve ark., (2000) topraktan pendimethalini parçalayan mikropları izole etmişler ve en etkili funguslardan birinin *Fusarium oxysporum* olduğunu bulmuşlardır. Pendimethalinin *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'yi engellememesinin sebebi fungusun pendimethalini parçalayarak etkinliğinin kaybolmasından dolayı kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmadaki sonuç bulgularla paralellik göstermektedir. Metribuzin herbisitinin normal dozu ve artan dozları kontrol ile kıyaslandığında aradaki farkın önemli olduğu ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungusunu etkilediği belirlenmiştir. Dwivedi (2015), metribuzin ve 2, 4- D herbisitlerinin *F. solani* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye karşı etkinliğini *in vitro* şartlarda 100, 200, 400 ppm konsantrasyonlarda değerlendirilmiştir. Metribuzin herbisitinin 400 ppm konsantrasyonda *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve *F. solani*'nin misel gelişimini sırasıyla %75 ve %62,50 oranında inhibe ettiğini bildirmiştir. Bu çalışmadaki metribuzinin *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* 'ye etkisi çalışmadaki bulguları desteklemektedir.

Sera çalışmasında, metribuzin biber bitkisine fitotoksik etki etmiş olup, *P. capsici* hastalık şiddetini arttırmış ve çok hızlı bir şekilde yayılmasını sağlamıştır. Bundan dolayı bir hafta içinde metribuzinin sera şartlarında her üç dozu biber bitkilerinin çok hızlı bir şekilde ölmesine neden olmuştur. Metribuzinin *P. capsici* üzerine fitotoksik etki etmesi üzerine çalışma 4 kez tekrar edilmiş ve her defasında aynı etki görüldüğü için sonuç alınamamıştır (Şekil 4.7). Bu etki, bazı herbisitlerin bazı patojenlere ters etki yaparak hastalık şiddetini arttırmamasından dolayı kaynaklanıyor olabilir. Yapılan literatür taramalarında herbisitlerin bitki hastalıklarını artırdığını gösteren araştırmaların da olduğu görülmüştür. Metribuzinin de aralarında bulunduğu 12 herbisit (bentazon, acifluorfen, chlorimuron, fluazifop, diclofop, sethoxydim, imazaquin, metribuzin, oryzalin, thidiazuron, diaminozide ve mefluidide) dört bitki patojeninin (*Alternaria cassiae*, *Colletotrichum coccodes*, *C. truncatum* ve *Fusarium lateritium*), herbisitlerden en az birinin konukçu bitkideki hastalık şiddetini artırdığı, ancak bu etkilerin mekanizmalarının ortaya çıkarılmadığı bildirilmiştir (Caulder ve ark., 1987). Bu araştırmadaki metribuzin aktif maddesinin funguslara olan etkisi, metribuzinin biberde gösterdiği etkiye benzer bir etki olabilir. Pendimethalinin *P. capsici* 'ye olan etkisine baktığımızda N ve 2N dozları kontrol ile aynı grupta yer alırken, 3N dozu hastalığın gelişmesini bir miktar engellemiş olup önemli çıkmıştır. Dissanayake ve ark., (1998), pendimethalin ve atrazinin *Pythium arrhenomanes*'in miselyal büyümesini engellediğini ancak şeker kamışında kök çürüklüğü şiddetini azaltmadığını bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgular ile bu araştırmadaki etki benzer faktörlerden kaynaklanıyor olabilir. Fluazifop-p-butyl etken maddesi ise kontrol ile karşılaştırıldığında N dozu *P. capsici* hastalığının gelişmesini etkilemezken 2N ve 3N dozu hastalığın gelişmesini engellemiş olup istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.8).

Patates bitkisinde *R. solani*'ye metribuzin, pendimethalin ve fluazifop-p-butyl aktif maddelerinin etkisi Çizelge 4.7'de verildiği gibidir. Pendimethalin'in tavsiye edilen normal dozu ve 2N dozu kontrolle karşılaştırıldığında aradaki farkın önemli olmadığı, 3N dozunun ise önemli olduğu yani herbisit iki üst dozunun *R. solani*'yi etkilediği belirlenmiştir. Metribuzin'in normal dozu ve artan dozları kontrol ile kıyaslandığında önemli bir etki yapmadığı görülmüştür. Fluazifop-p-buthyl etkili madde içeren herbisit normal dozunun ise etkili olmadığı, 2N ve 3N dozlarının ise hastalığı azaltmada etkili

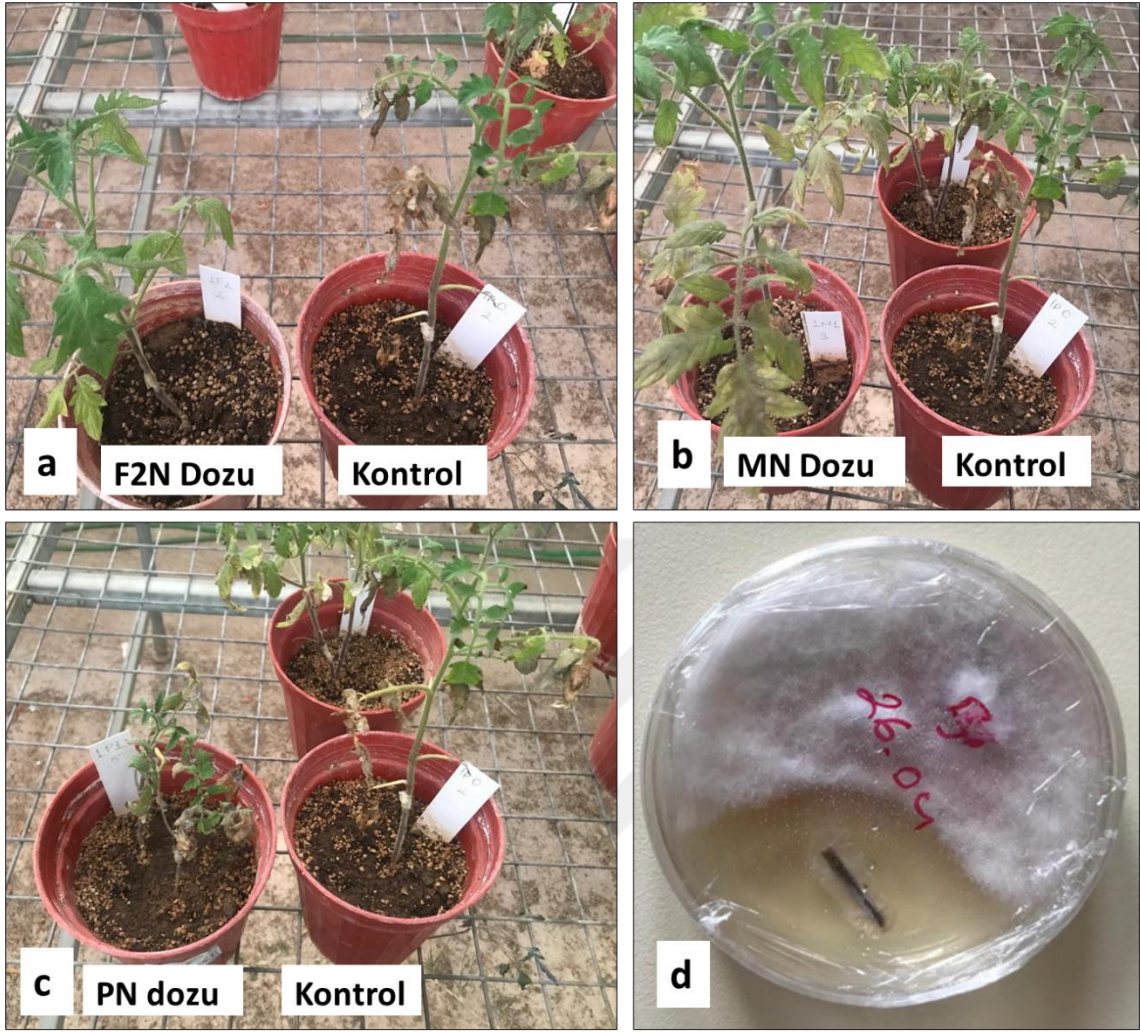
olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.9). Bowman ve Sinclair (1989), *R. solani* ile bulaşık fideler yetiştirilen toprağa metribuzin ve pendimethalinin de aralarında bulunduğu herbisitleri kullanmışlar ve bu herbisitlerin fide gelişiminin hiçbir yönünü önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlar *R. solani*'de elde edilen bulguları desteklemektedir.

Çizelge 4.6. Farklı herbisit ve dozlarının uygulandığı *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *P. capsici* ve *R. solani* funguslarının hastalık şiddeti (%)

Funguslar	Dozlar	Fluazifop-p-butyl	Metribuzin	Pendimethalin
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Kontrol	45.2 a	45.2 a	45.2 ^{ÖD}
	N	16.0 b	26.4 b	36.4
	2N	30.1 b	23.6 b	35.2
	3N	25.2 b	21.2 b	35.2
<i>Phytophthora capsici</i>	Kontrol	25.0 a	-	25.0 a
	N	15.0 ab	-	13.8 ab
	2N	8.8 bc	-	15.0 ab
	3N	3.8 c	-	11.3 b
<i>R. solani</i>	Kontrol	35.2 a	35.2 ^{ÖD}	35.2 a
	N	27.2 ab	28.0	29.6 ab
	2N	24.8 b	28.8	24.8 ab
	3N	25.6 b	26.4	23.0 b

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{ÖD}: önemli değil.

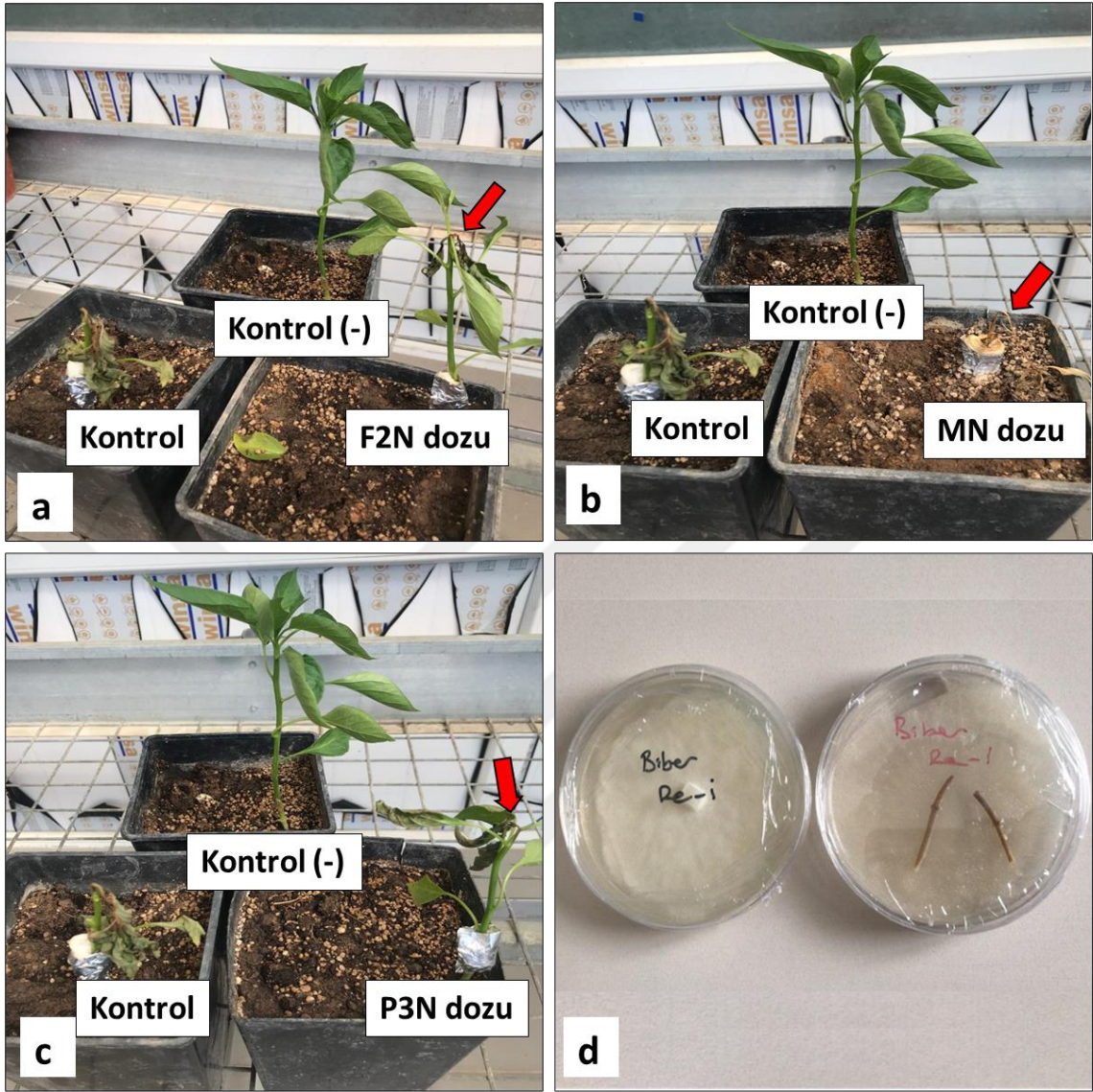
-: İlacın fitotoksik etkisinden dolayı bitkide görülen ölümler.



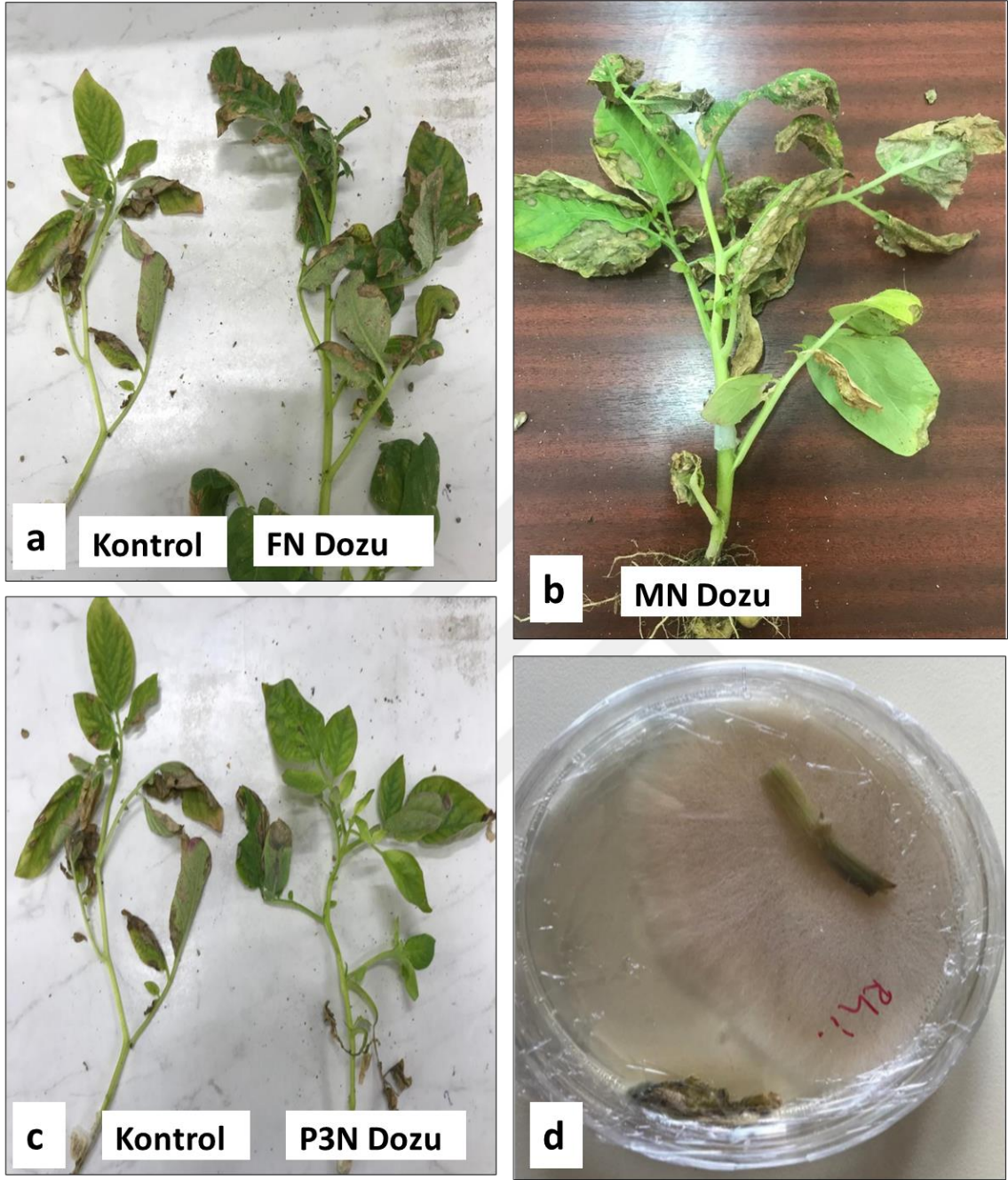
Şekil 4.6. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye etkileri. **a:** Fluazifop-p-buthyl 2N dozu uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi, **b:** Metribuzin N dozu uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi, **c:** Pendimethalin N dozu uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi, **d:** re-izolasyon yapılarak MN dozu uygulanan bitkiden elde edilen *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* izolatu,



Şekil 4.7. Metribuzinin farklı dozlarının *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisindeki fitotoksik etkisinden dolayı görülen ölümler.



Şekil 4.8. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında *P. capsici*'ye etkileri. **a:** Fluazifop-p-buthyl 2N dozu uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi, **b:** Metribuzin N dozu uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi, **c:** Pendimethalin 3N dozu uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi, **d:** re-izolasyon yapılarak F2N dozu uygulanmış bitkiden elde edilen *P. Capsici* izolatu



Şekil 4.9. Herbisit aktif maddelerinin sera şartlarında *R. solani*'ye etkileri. **a:** Fluazifop-p-buthyl uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates bitkisi ile kontrolün karşılaştırılması, **b:** Metribuzin uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates bitkisi ile kontrolün karşılaştırılması, **c:** Kontrol bitkisi ve pendimetlin uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates bitkisi, **d:** FN dozu uygulanan patates bitkisinden re-izolasyon yapılarak elde edilen *R. solani*,

4.2.4. Herbisit aktif maddelerinin *Trichoderma harzianum*'a olan etkisi

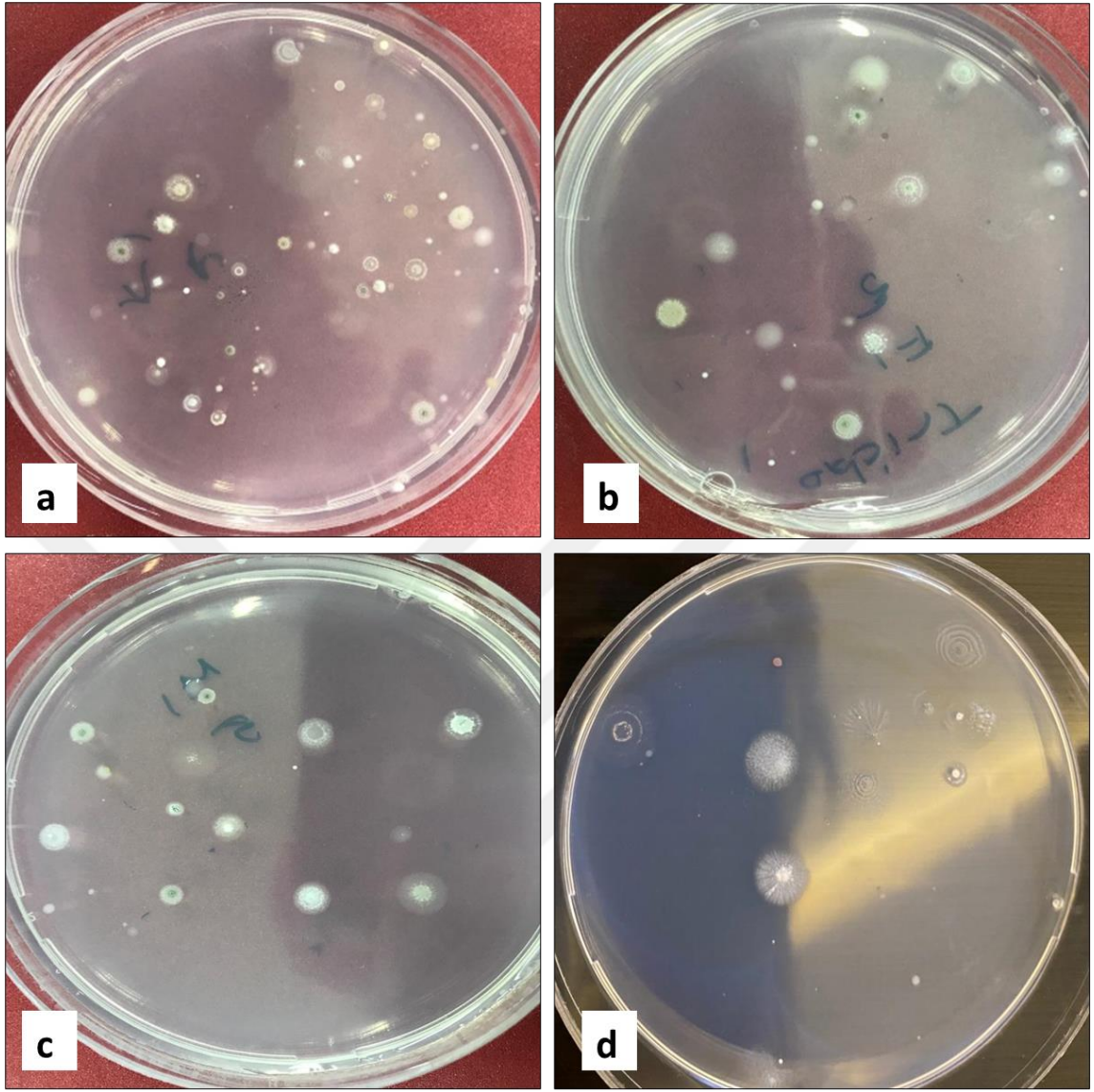
Fluazifop-p-butyl ve metribuzin aktif maddelerinin *T.harzianum* fungusunun 15., 30., 45. ve 60. günlerde gelişimine olan etkisine bakıldığında her üç dozu da fungus gelişimini azaltıcı yönde etki etmiştir. Genel ortalamada da fluazifop-p-butyl ve metribuzin aktif maddelerinin ikisi de her üç dozunda *T. harzianum*'un gelişimini etkilemiş olup azaltıcı yönde etki etmiştir. Gveroska (1999), napropamid herbisitinin *T. harzianum* gram toprak başına koloni oluşturan birimler üzerindeki *in vivo* etkisini incelenmiş ve farklı dozlar ve yöntemler test etmiştir. Radyal büyümenin engellenmesinin, uygulanan herbisit dozunun artmasıyla orantılı olarak arttığını bildirmiştir. Bu çalışmadaki bulgular artan dozlarda *T. harzianum*'un gelişiminin azalmasını açıklar niteliktedir. (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.10). Sera çalışmasında 15. günde yapılan izolasyonlarda elde edilen yoğunluğa göre pendimethalin herbisitinin her üç dozu da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Otuzuncu, 45. ve 60. günlerde N dozu fungus yoğunluğunu etkilemezken 2N ve 3N dozları fungus yoğunluğunu azaltıcı yönde etki etmiştir. Genel ortalamaya bakıldığında pendimethalin aktif maddesinin tavsiye edilen dozu (N) kontrolle karşılaştırıldığında *T. harzianum*'un gelişimini etkilemezken 2N ve 3N dozları fungus gelişimine azaltıcı yönde etki etmiştir (Çizelge 4.7).

Kotan ve Tozlu (2021), pendimethalinin yararlı gram pozitif ve gram negatif bakterilerinin topraktaki varlığını azalttığı için riskli bir herbisit olduğunu belirtmişlerdir. Bu bilgi artan dozlardaki fungus azalaşını desteklemektedir. Shrivastava (2015), ise pendimethalinin daha yüksek konsantrasyonda *Trichoderma* sp. fungusu için uyarıcı bir etkisi olduğunu bunun da *Trichoderma* sp.'nin pendimethalini bir besin kaynağı olarak kullanma etkinliğinden kaynaklanıyor olabileceğini bildirmiştir. Bu çalışma ile, pendimethalin herbisitinin 3N dozunun 2N dozundan daha yüksek olması *T. harzianum*'un toprakta artışı açıklar niteliktedir. Saksılardan alınan toprak örnekleri tesadüfi olarak alınmış olup, günler arasındaki farklar bu sebepten dolayı kaynaklanmaktadır. Bu nedenle genel ortalama alınmıştır

Çizelge 4.7. Fluazifop-p-buthyl, metribuzin ve pendimethalin dozlarının farklı günlerde *T. harzianum* 'un gelişimine etkisi (x 10⁵ koloni/ml)

Herbisitler	Dozlar	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	Ortalama
Fluazifop-p-buthyl	Kontrol	27.0 a	31.5 a	26.5 a	27.5 a	28.3 a
	N	8.0 b	10.5 b	7.0 b	11.0 b	9.1 b
	2N	9.5 b	8.5 b	7.5 b	4.5 c	7.5 b
	3N	9.0 b	11.5 b	9.0 b	10.0 bc	9.9 b
Metribuzin	Kontrol	27.0 a	31.5 a	26.5 a	27.5 a	28.1 a
	N	14.5 b	10.0 b	11.5 b	7.5 bc	10.9 b
	2N	8.0 b	8.5 b	9.5 b	3.5 c	7.4 b
	3N	10.5 b	9.5 b	6.5 b	14.0 b	10.1 b
Pendimethalin	Kontrol	27.0 ab	31.5 a	26.5 a	27.5 ab	28.1 a
	N	37.0 a	24.0 ab	30.0 a	38.0 a	32.3 a
	2N	17.5 b	12.0 b	11.5 b	10.5 c	12.9 b
	3N	19.5 b	17.0 b	15.0 b	17.0 bc	17.1 b

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir.



Şekil 4.10. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında *T. harzianum*'a etkileri **a:** saksılardaki topraktan izole edilen *T. harzianum* kontrol grubu, **b:** Fluazifop-p-buthyl'in N dozu uygulanan topraktan izole edilen *T. harzianum*, **c:** Metribuzin'in N dozu uygulanan topraktan izole edilen *T. harzianum* **d:** Pendimethalin'in 3N dozunun uygulandığı topraktan izole edilen *T. harzianum*

4.3. Tarla Koşullarında Herbisit Aktif Maddelerinin Bakterilere ve Funguslara Olan Etkileri

4.3.1. Herbisit aktif maddelerinin *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas putida* bakterilerine olan etkileri

Pendimethalin ve fluazifop-p-butyl aktif maddeleri kontrolle karşılaştırıldığında 15. günde *B. cereus* bakterisinin yoğunluğunu arttırırken metribuzin herbisitinin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Metribuzin ve fluazifop-p-butyl 30. gün *B. cereus* bakterisinin yoğunluğunu azaltırken pendimethalin aktif maddesi ise önemli bulunmamıştır. Fluazifop-p-butyl 45. gün *B. cereus* bakterisinin yoğunluğunu arttırırken, metribuzin ve pendimethalinin kontrol ile aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. *B. cereus* bakterisinin toprakta bulunan yoğunluğuna bütün herbisitlerin tavsiye edilen dozları 60. günde kontrolle karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Genel ortalamaya bakıldığında fluazifop-p-buthyl etkili maddelerinin uygulandığı topraklarda *B. cereus* bakterisinin yoğunluğu kontrole göre daha fazla olduğu belirlenirken, metribuzin ve pendimethalin uygulanan topraklarda ise bakteri yoğunluğu kontrolle benzerdir. (Çizelge 4.8). Tarladan 15. ve 30. günlerde alınan toprak örneklerinden pendimethalin, metribuzin ve fluazifop-p-butyl aktif maddeleri kontrolle karşılaştırıldığında *Pseudomonas putida* bakterisinin yoğunluğuna etkilerinin önemli olmadığı bulunmuştur. Kullanılan aktif maddelerin hepsi 45. gün *P. putida* bakteri yoğunluğunu azaltmıştır. Metribuzin *P. putida* bakteri yoğunluğunu 60. gün alınan toprak örneklerinde arttırdığı tespit edilmiş olup, pendimethalin ve fluazifop-p-buthyl ise önemli bulunmamıştır. Genel ortalama *P. putida* bakterisinin olduğu topraklara uygulanan metribuzin ve fluazifop-p-buthyl aktif maddeleri kontrolle karşılaştırıldığında aralarındaki fark önemli bulunmamış olup, pendimethalin aktif maddesi *P. putida* bakterisinin yoğunluğunu azaltmıştır. Teneke kutulardan alınan toprak örnekleri tesadüfi alınmış olup, günler arasındaki farklar bu sebepten dolayı kaynaklanmaktadır. Deneme sonunda alınan toprak örneklerindeki bakteri sayımında *B. cereus* ve *P. putida* bakterilerinin canlılığının hala devam ettiği sonucuna varılmıştır. Güven ve Koç (2020), bazı pestisitlerin toprakta hedef olmayan organizmalara olan etkilerini araştırmışlar ve pendimethalin etken maddesinin topraktaki hedef olmayan bakteri sayısında azalışa sebep

olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmadaki sonuçlar ile çalışmadaki bulgular paralellik göstermektedir.

Başka bir benzer araştırmada Ergüven (2019), *Bacillus subtilis* bakterisi ile metribuzin herbisitinin biyoislahımı yapay tarla düzeneğinde araştırmış ve buna göre Elazığ'da domates yetiştiriciliği yapılan alanlardan izole edilen *B. subtilis* bakterisinin metribuzin etken maddeli herbisiti yüksek bir oranla parçalayıp bu herbisitten etkilenmediğini vurgulamıştır. Zaid ve ark., (2014), bezelye (*Pisum sativum*) tarlasına çıkış öncesi herbisitleri uygulayarak, toprak mikroflorası ve azot sabitleyici bakteriler üzerinde meydana gelen etkilerini araştırmışlar ve herbisit uygulamasından 1 hafta sonra toprak örnekleri almışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre carbetamide herbisit etken maddesinin aksine metribuzin etken maddesinin toprak bakteri popülasyonunu arttırdığını belirlemişlerdir. Yapılan literatür taramalarında *Bacillus* sp.'un metribuzin herbisit aktif maddesini yüksek oranda parçaladığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2013; Tamilselvan ve ark., 2014; Xiao, 2023). Yapılan araştırmalardaki bulgular, bu araştırmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Pendimethalin ile yapılan başka bir tarla çalışmasında, herbisitten önce ve sonra deneme alanından rastgele toprak örnekleri alınmış ve pendimethalinin tavsiye edilen oranlarda uygulanan alanda topraktaki mikrobiyal popülasyonu düşürdüğü, yüksek konsantrasyonda ise bu etkinin daha da arttığı belirlenmiştir. Herbisit uygulanmış topraklardan yapılan izolasyonlarda bakterilerden *Bacillus* ve *Pseudomonas* sp. türlerine, funguslardan da rastlandığı, *Aspergillus*, *Rhizopus* ve *Penicillium* sp. türlerine sık rastlandığı rapor edilmiştir (Oyeleke ve ark., 2011). Raghavendra ve ark., (2017), bazı herbisitlerin faydalı toprak mikroflorasının ve nohutun (*Cicer arietinum* L.) farklı büyüme evrelerindeki nodülasyon ve verim parametreleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tavsiye edilen dozda uygulanan pendimethalinin, elle yabancı ot temizliği yapılan ve yabancı ot temizliği yapılmayan otlu parsellere kıyasla *Azotobacter*, *Rhizobium* ve *Pseudomonas striata* popülasyonlarını azalttığını gözlemlemişlerdir. Hattori (1973), bazı mikrobiyal türlerin belirli bir herbisite karşı hassas olabileceğini ve bu durumun sayılarında ve aktivitelerinde azalmalara neden olabileceğini bildirmiştir. Bu çalışmalar mevcut çalışma bulgularını destekler niteliktedir. Benzer şekilde Darine ve ark., (2015), fluazifop-p-buthyl uygulamasının işlenmemiş toprakta bakteri zenginliğini ve yapısını önemli ölçüde etkilemediğini, ancak işlenmiş toprakta bakteri yoğunluğunu arttırdığını belirlemişlerdir.

Ergüven ve Nuhoglu (2020), *Brevibacterium macrolides*, *Bacillus macrolides*, *Microbacterium chokolatum*, *Bacillus subtilis*, *Ochrobactrum thiophenivorans*, *Sphingomonas melonis* ve *Sphingomonas aquatilis* gibi bakterilerin fluazifop-p-buthyl etken maddesini toprakta parçaladıklarını fakat asla değerinin sıfır olmadığını böylelikle ilaçtan etkilenmediklerini belirtmişlerdir. Uçan ve Dıgırak (2001), trifluralin'in %20 nem kısıntısı yapılan topraktaki mikrofloranın herbisitten olumsuz etkilenmediği, hatta bazı mikroorganizmaların teşvik edildiğini ortaya koymuşlardır. Başka bir araştırmada Allievi ve Gigliotti (2001), sülfonilüre herbisitlerin önerilen tarla oranının genellikle toprak mikrobiyal sayısı ve aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan araştırmalardaki bulgular bu araştırmada belirlenen sonuçları açıklamakta ve desteklemektedir.

Çizelge 4.8. Farklı herbisitlerin farklı günlerde *B. cereus* ($\times 10^6$ hücre/ml) ve *P. putida* ($\times 10^8$ hücre/ml) gelişimine etkisi

Bakteriler	Herbisitler	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	Ortalama
<i>Bacillus cereus</i>	Kontrol	4.75 b	5.00 ab	2.50 b	4.75 ^{OD}	4.25 bc
	Fluazifop-p-butyl	13.00 a	2.25 b	13.75 a	3.75	8.19 a
	Metribuzin	3.25 b	2.25 b	2.00 b	3.25	2.69 c
	Pendimethalin	11.00 a	8.25 a	2.50 b	6.00	6.94 ab
<i>Pseudomonas putida</i>	Kontrol	4.50 ^{OD}	4.50 ^{OD}	5.00 a	2.00 b	4.00 a
	Fluazifop-p-butyl	4.25	4.00	2.00 b	1.75 b	3.00 ab
	Metribuzin	4.50	5.25	1.50 b	3.25 a	3.63 ab
	Pendimethalin	5.25	3.50	1.25 b	1.50 b	2.88 b

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{OD} : önemli değil.

4.3.2. Herbisit aktif maddelerinin *F.oxysporum f. sp. lycopersici*, *P. capsici* ve *R. solani*'ye etkisi

Metribuzin, Pendimethalin, Fluazifop-p-butyl herbisitlerinin tavsiye edilen dozunun (N) uygulandığı *F.oxysporum f. sp. lycopersici* fungusu ile bulaştırılmış domates bitkileri kontrol bitkileri ile kıyaslandığında, metribuzinin önemli şekilde hastalığı azalttığı görülmüştür (Çizelge 4.9). Pendimethalin ve fluazifop-p-butyl ise *F. oxysporum f. sp. lycopersici* 'nin gelişimini etkilememiştir (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.11.). Yapılan literatür taramalarında metribuzinin etkisine yönelik yapılmış araştırmalar mevcut olmayıp Rattanakreetakul ve ark., (1990), atrazinin, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum* ve *Aspergillus* türleri üzerinde inhibitör etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan

Çalışma bu araştırmada belirlenen sonuçlarla paralel olup metribuzinin göstermiş olduğu etki atrazin ile benzer olabilir. El-Khadem ve ark., (1984)'da tarla koşullarında trifluralin, dinitramin, flumeturon, diuron, dalapon ve prometryn herbisitlerinin toprağa karıştırılmasının bir sonucu olarak *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* hastalığının insidansının azaldığını kaydetmişlerdir. Ayrıca sonuç olarak fluazifop-butyl herbisitinin tarla dozunda kullanıldığında fungus popülasyon sayıları ve test edilen diğer mikrobiyal faaliyetler üzerinde özel bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuç bulguları bizim tarla verilerimizle uygunluk göstermektedir.

Metribuzin, pendimethalin, fluazifop-p-butyl herbisitlerinin uygulandığı *R. solani* bulaştırılmış patates bitkilerinden elde edilen sonuçlara göre, uygulanan herbisit aktif maddelerinin N dozu kontrol ile kıyaslandığında, *R. solani* fungusunun gelişimini etkilememiş olup istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (izelge 4.9 ve şekil 4.12). Herbisit aktif maddelerinin topraktan çıkarılan yumrular incelendiğinde hastalık gelişimini durdurmadığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan her üç herbisitte *R. solani* fungusunu tarla şartlarında engellememiş olup bu durumu Tsrer ve Peretz-Alon (2005), bitkide *R. solani* hastalık inokulum oranının yüksek olduğu zamanlarda kimyasalların etkisinin azalmasından dolayı kaynaklanıyor olabileceğini bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada Aydın ve ark., (2011), patates yumrusu, kök boğazı ve stolonları üzerindeki sklerot oluşumunun genellikle bitkinin son dönemlerinde meydana geldiğini ve bu sebepten dolayı uygulanan ilaçların bu dönemlere etkinliğini kaybedeceğini bildirmişlerdir. Bu araştırmadaki bulgular tarla çalışmalarını destekler niteliktedir. Black ve ark., (1996), yaptıkları bir araştırmada tarla şartlarında, acifluorfen,alachlor, glufosinate, glyphosate, paraquat ve pendimethalin'in hastalık şiddeti düşük olduğunda *R. solani* hastalık şiddetini etkilediği, ancak hastalık baskısı yüksek olduğunda yalnızca paraquat aktif maddesinin hastalık şiddetini azalttığı bildirilmiştir.

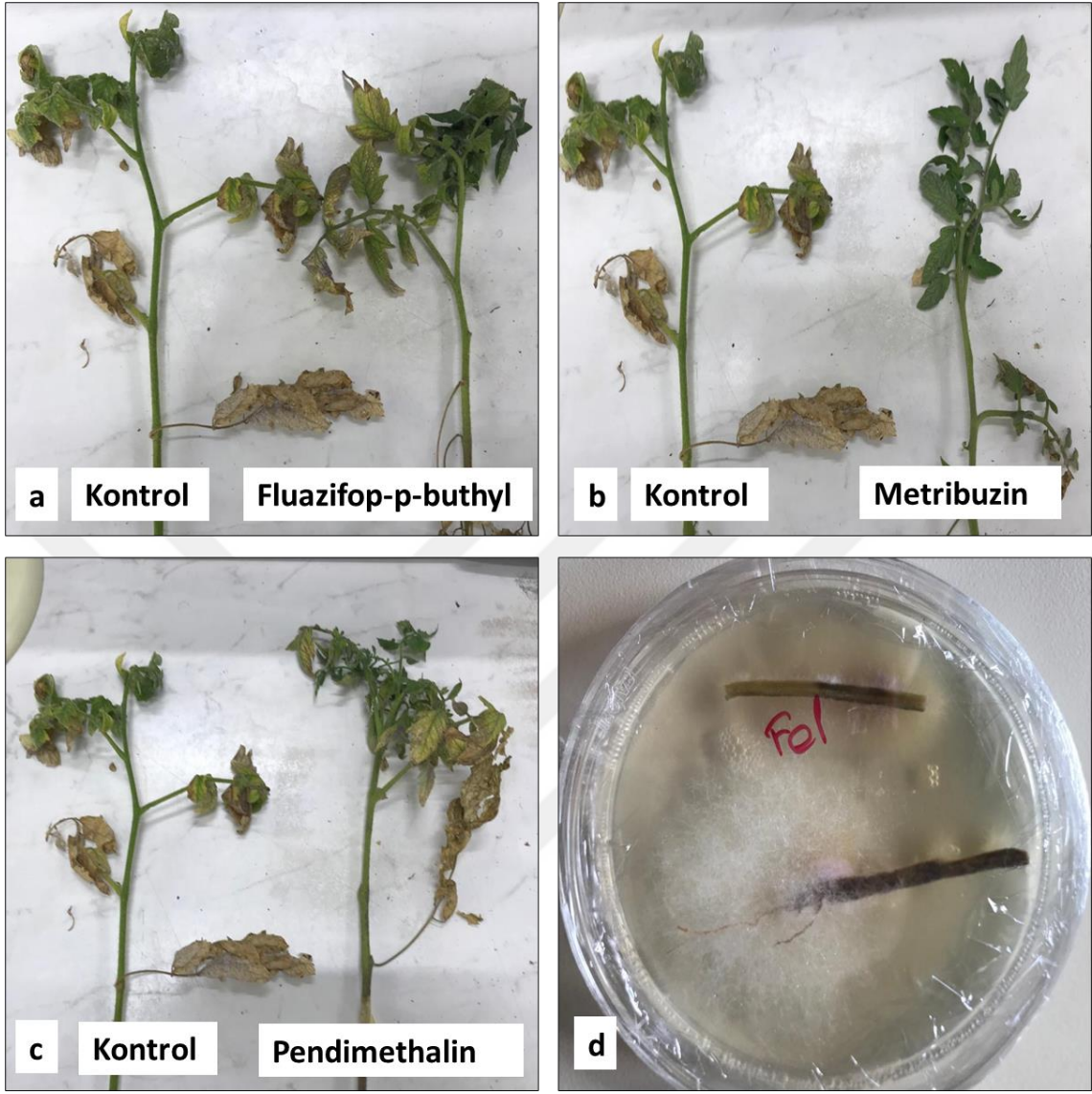
Metribuzin, pendimethalin, fluazifop-p-butyl herbisitlerinin tavsiye edilen dozu (N) uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkilerinden elde edilen sonuçlara göre, pendimethalin ve fluazifop-p-buthyl aktif maddelerinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Metribuzin aktif maddesi ise biber bitkisinde fitotoksik etki göstermiş olup hastalık şiddetinin artmasına sebep olmuştur. *P. capsici* hastalık

yoğunluğunun artması, biber bitkilerinin hızlı bir şekilde hastalanmasına sebep olmuştur. İlerleyen günlerde biber bitkilerinin tamamı hastalanmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.13c). Genel olarak kontrol ile aralarındaki fark önemli bulunmamıştır.

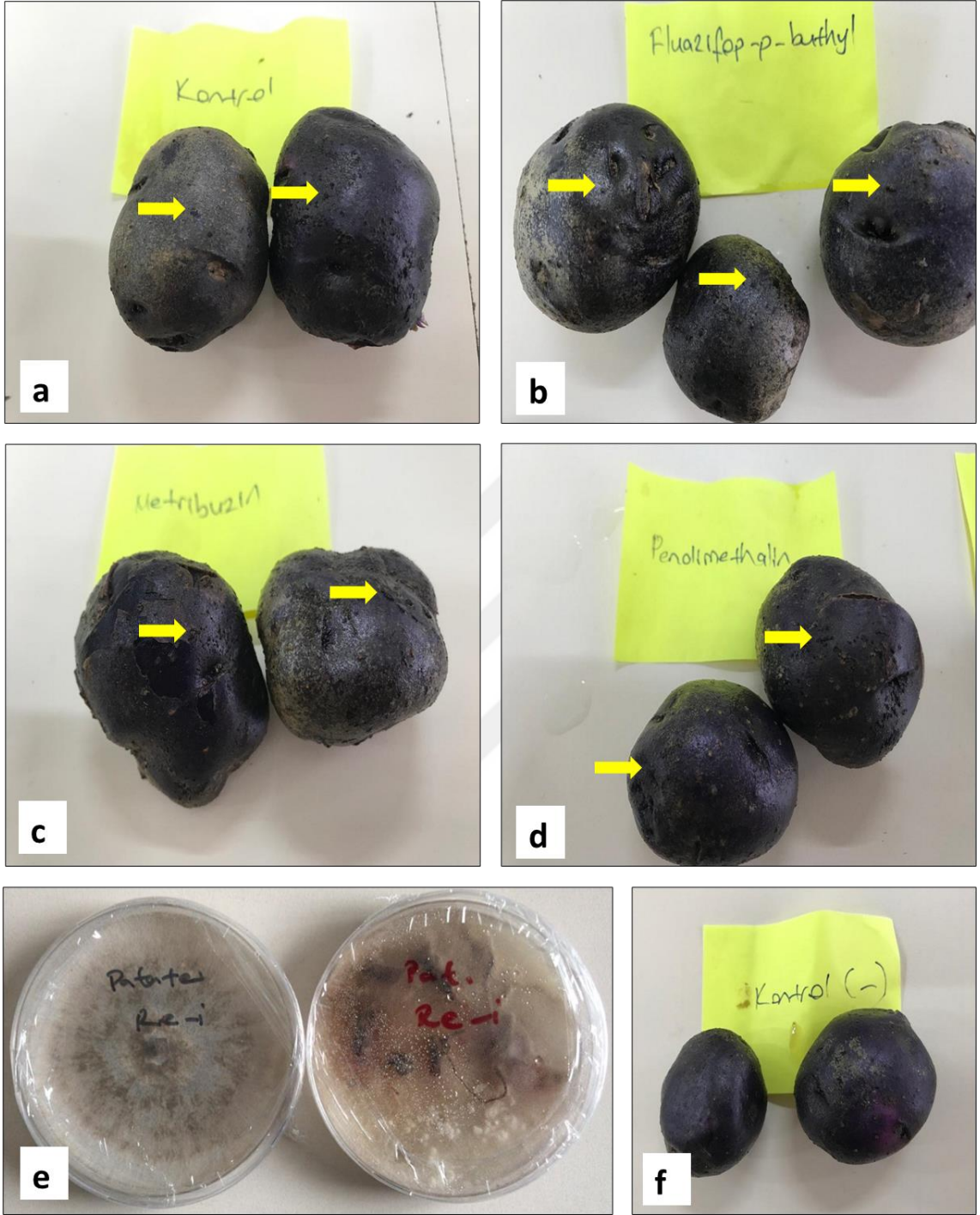
Çizelge 4.9. Herbisit aktif maddelerinin *F.oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *P. capsici* ve *R. solani* hastalık şiddeti (%)

Funguslar	Herbisitler	Hastalık şiddeti (%)
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Kontrol	31.3 a
	Fluazifop-p-butyl	25.4 ab
	Metribuzin	20.0 b
	Pendimethalin	26.2 ab
<i>Phytophthora capsici</i>	Kontrol	24.0 ^{ÖD}
	Fluazifop-p-butyl	21.3
	Metribuzin	-
	Pendimethalin	21.7
<i>Rhizoctonia solani</i>	Kontrol	68.5 ^{ÖD}
	Fluazifop-p-butyl	64.9
	Metribuzin	67.1
	Pendimethalin	66.2

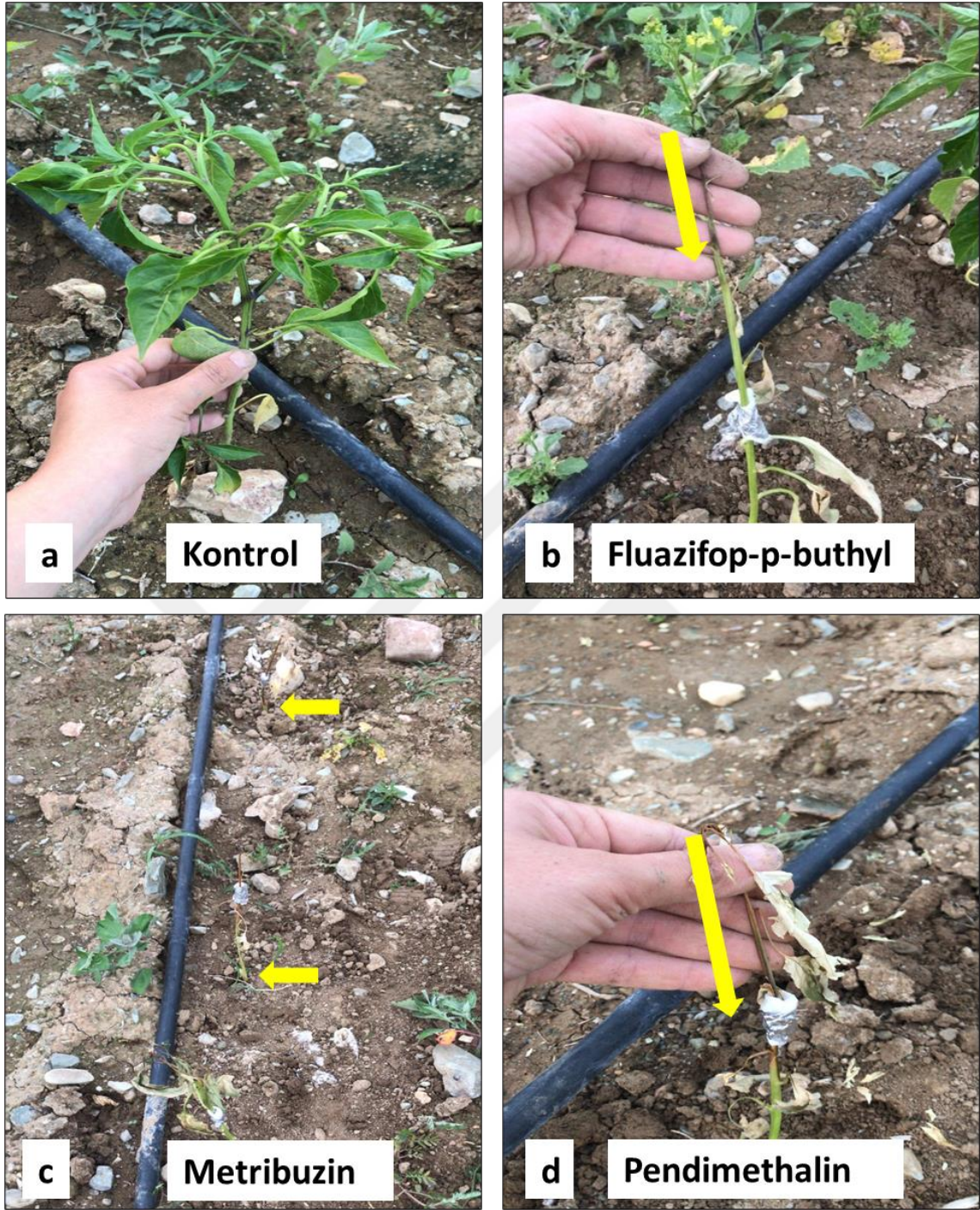
Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{ÖD}: Önemli değil.
-: İlacın fitotoksik etkisinden dolayı bitkide görülen ölümler.



Şekil 4.11. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'ye etkileri **a:** Fluazifop-p-buthyl uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi, **b:** Metribuzin uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi, **c:** Pendimethalin uygulanan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* bulaştırılmış domates bitkisi **d:** Tarlada re-izolasyon yapılarak pendimethalin uygulanan bitkiden elde edilen *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* izolatu



Şekil 4.12. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında *R. solani*'ye etkileri. **a:** herbisit uygulanmayan pozitif kontrol grubu patates yumrusu **b:** Fluzifop-p-buthyl uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates yumrusu, **c:** Metribuzin uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates yumrusu, **d:** Pendimethalin uygulanan *R. solani* bulaştırılmış patates yumrusu, **e:** tarlada re-izolasyon yapılarak fluzifop-p-buthyl uygulanan bitkiden elde edilen *R. solani* izolatu **f:** uygulama yapılmayan negatif kontrol grubu patates yumrusu



Şekil 4.13. Herbisit aktif maddelerinin tarla şartlarında *P. capsici*'ye etkileri. **a:** herbisit uygulanmayan biber bitkisi, **b:** Fluazifop-p-buthyl uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi, **c:** Metribuzin uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi, **d:** Pendimethalin uygulanan *P. capsici* bulaştırılmış biber bitkisi

4.3.3. Herbisit aktif maddelerinin *Trichoderma harzianum*'a olan etkisi

Tarla çalışmasında, herbisit uygulaması yapıldıktan 15 gün sonra *Trichoderma harzianum* için teneke kutulardan toprak örnekleri alınmış ve seyreltme yapıldıktan sonra *T. harzianum*'un gelişip gelişmediğine bakılmıştır. Pendimethalin, fluazifop-p-butyl, metribuzin herbisit aktif maddelerinin tavsiye edilen dozları (N) kontrolle karşılaştırıldığında 15. ve 45. günlerde *T. harzianum*'un gelişimini önemli şekilde azaltmışlardır. Pendimethalin ve fluazifop-p-butyl herbisitleri *T. harzianum* yoğunluğunu kontrole göre 30. günde azaltmış olup, metribuzin arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Son olarak 60. günde alınan toprak örneklerinde kontrol ve herbisit aktif maddeleri arasındaki fark önemli çıkmamıştır. Genel olarak ortalamaya bakıldığında bütün herbisitler *T. harzianum*'un gelişimini azaltıcı yönde etki etmiştir (Çizelge 4.10). Elde edilen verilere benzer şekilde Lalremruatpuui ve Banik (2022), iki fungusit, iki insektisit ve iki herbisit (pendimethalin ve metribuzin) *Trichoderma*'nın toprakta domates bitkileri ile birlikte hayatta kalması üzerindeki etkisini görmek için yürüttükleri araştırmada metribuzin ve pendimethalinin bu araştırmada biyokontrol ajanı *Trichoderma* ve domates bitkisi üzerinde genel olarak engelleyici etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Abdel-Mallek ve ark., (1994), fluazifop-butyl'in *T. harzianum* fungusunun toprakta yayılma popülasyonunu incelemişler ve herbisit 0.6 µg/g dozlarının fungusun yayılma popülasyonları üzerinde etkisinin olmadığını, fakat 3 ve 6 µg/g dozlarının ise fungusun yayılma popülasyonlarını azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmanın sonuçları bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Kullanılan bütün herbisitler *T. harzianum*'u tarla şartlarında toprakta azaltmıştır. Farklı bir herbisit kullanan Ahmad ve ark., (1995), glufosinat amonyumun birincil hedefi olan amino asit biyosentezinin, herbisit varlığında glutamin sentetazın inhibisyonunu sağlayarak, nitrojen metabolizmasının ve hiphal protein içeriğinin azalmasına ve dolayısıyla çeşitli *Trichoderma* türlerinin sınırlı büyümesine yol açtığını bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada, Islam ve ark., (2008), *Trichoderma* türlerinin çay tarımı yapılan alanlarda kullanılan herbisitlerden etkilendiğini, test edilen herbisitler arasında *Trichoderma*'nın büyümesini tamamen engelleyen tek herbisit bimaister (Glyphosate Isopropylamine + 2,4-D isopropylamine) olduğunu, glyphosate, paraquat ve butachlor gibi diğer herbisitlerin de ortamdaki fungal büyümeyi olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Yine benzer

şekilde Verma ve Mckenzie (1985), herbisitlerin yüksek dozlarda uygulandığında toprak mikroorganizmalarının faaliyetlerini engellediğini bildirmişlerdir. Yapılan literatür taramalarında elde edilen bulgular herbisitlerin *Trichoderma* türünü toprakta azalttığını bildirmektedir. Bu sonuçlar, bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.10. Farklı herbisitlerin *Trichoderma harzianum* 'un gelişimine etkisi (x 10⁵ koloni/ml)

Herbisitler	15. gün	30. gün	45. gün	60.gün	Ortalama
Kontrol	32.50 a	21.50 a	46.50 a	24.50 ^{OD}	31.25 a
Fluazifop-p-butyl	19.00 b	11.50 b	22.50 b	26.50	19.88 b
Metribuzin	13.5 b	21.5 a	31.5 b	24.5	22.8 b
Pendimethalin	17.50 b	7.50 b	34.00 b	11.00	17.50 b

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar LSD testi %5 hata payına göre önemli değildir. ^{OD} : önemli değil.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kimyasal mücadelede pestisitler vazgeçilmez bir unsur olup, uzun yıllar daha tarımda kullanılmaya devam edilecektir. Bu nedenle pestisitlerin zararını ne kadar aza indirirsek tarım ürünlerinden de o derece sağlıklı şekilde faydalanabiliriz. Bu sebeple birkaç pestisit yerine tek bir pestisit ile birden fazla zararlıdan kurtulmak mümkün olabilir. Üretimde verim ve kaliteyi artırmak için çevreyi koruyan, zararlı patojenleri ortadan kaldıran veya hastalık şiddetini yavaşlatan, faydalı bakterilere zarar vermeyen herbisitlerin kullanılmasının çok fazla getirisi mevcuttur. Tarımsal üretimde verim artışı için yabancı ot mücadelesinde yoğun olarak kullanılan herbisitlerin toprağa faydalı mikroorganizmalar üzerindeki etkisi, toprak verimliliğinin korunmasında ve bitki patojenlerine karşı baskılayıcı olmasında büyük önem taşımaktadır. Bazı herbisitlerin toprak muamelesi yoluyla fungusların popülasyonu üzerindeki engelleyici etkisi, *in vitro* şartlarda doğrudan maruz kalma ile karşılaştırıldığında daha düşük olabilir. Bu durum, topraktaki herbisitlerin bazı doğal süreçlerden (biyolojik, kimyasal ve fiziksel) geçebileceği ve herbisitlerin fungus popülasyonu üzerindeki toksisitesini azaltabileceği ile açıklanabilir (Wilkinson & Lucas, 1969). Herbisitlerin funguslar üzerindeki etkileri, uygulama oranlarına bağlı olarak herbisitler arasında farklılık göstermektedir (Sebiomo ve ark., 2011). Herbisitlerin fungus gelişimi üzerindeki etkileri, herbisit türüne ve dozuna, mikrobiyal türlere ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Hattori, 1973). Herbisit türüne bağlı olarak, funguslar herbisitleri parçalayabilir veya herbisitlerden olumsuz etkilenebilir (Abdel-Mallek & Moharram, 1986). Ecevit ve ark., (1999), herbisitlerin bazı hastalık etmenlerinin artışına, bazılarının ise azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Herbisitlerin pazara girmeden önce toprak mikrobiyal toplulukları üzerine olan etkileri oldukça önemlidir. Ancak bazı herbisitlerin farklı gruplardaki mikroorganizmalara olan etkilerinin değerlendirilmesinin kolay olmadığı bilinmektedir.

Tarım alanlarında yabancı otlarla mücadelede yoğun olarak kullanılan pendimethalin, fluazifop-p-butyl, metribuzin herbisit aktif maddelerinin tarım alanlarının toprak patojeni *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytophthora capsici* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a, yararlı fungus *Tricoderma harzianum*'a ve faydalı bakteriler

Pseudomonas putida ve *Bacillus cereus*’a olan olumlu ve olumsuz etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada,

Sonuç olarak;

-Metribuzin aktif maddesi sera ve tarla şartlarında domateste *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungus patojenini engellemiştir.

-Pendimethalin ve fluazifop-p-butyl aktif maddelerinin tarlada tavsiye edilen dozu kullanıldığında tarla şartlarında domateste *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* fungus patojenine etki etmemiştir.

-Pendimethalin, metribuzin ve fluazifop-p-butyl aktif maddelerinin tavsiye edilen dozu tarla şartlarında biber bitkisinde zarar oluşturan *P. capsici* patojenine etki etmemiştir.

-Metribuzin biber bitkisinde fitotoksik etki yaptığından dolayı toprağa biber dikilmeden önce yabancı ot ilacı olarak metribuzin kullanılmaması gerekmektedir.

-Pendimethalin, metribuzin ve fluazifop-p-butyl aktif maddelerinin tavsiye edilen dozu tarla şartlarında patateste *R. solani* patojenini engellememiştir. Ancak herbisit aktif maddelerinin artan dozları kullanılarak benzer araştırmalar yürütülebilir.

-Kullanılan bütün herbisit aktif maddeleri *Trichoderma harzianum*’u tarla şartlarında tavsiye edilen dozlarda azaltmışlardır. Fakat *T. harzianum*’un değeri toprakta asla sıfır olmamıştır. Bu sebeple herbisitlerin kullanılmasında *T. harzianum* için sakınca görülmemektedir.

-Pendimethalin, fluazifop-p-buthyl, metribuzin aktif maddeli herbisitler yine tarımda bitki gelişimini destekleyici olarak kullanılan ve daha birçok faydası bulunan *P. putida* ve *B. cereus* faydalı bakterilerin varlığını tarla şartlarında tavsiye edilen dozlarda bir miktar azaltmış ya da arttırmıştır. Fakat bakterilerin değerleri asla sıfır olmamıştır. Bu nedenden dolayı herbisitlerin kullanılmasında toprak faydalı bakteriler açısından sakınca bulunmamaktadır.

-Pendimethalin, fluazifop-p-butyl ve metribuzin herbisit aktif maddelerinin fungal hastalıkların azaltılmasında ya da baskılanmasında ve yabancı ot kontrolünde önerilen dozlarda alternatif bir mücadele yöntemi olarak güvenle kullanılabilir.

Bu araştırmadan elde edilen veriler, toprak kökenli fungus ve bakteri kontrolünün herbisit aktif maddesinin türüne, herbisit kimyasal yapısı ve dozuna, toprak yapısına, topraktaki mikroorganizmaların varlığına, sıcaklığına, ışık, sulama, nem miktarına göre farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymuştur. Bu araştırmadan elde edilen veriler ile herbisitlerin topraktaki patojen funguslar üzerinde etkili olduğu ve faydalı organizmaları tamamen ortadan kaldırmadığı ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Herbisitlerin toprak kökenli funguslar ve faydalı toprak bakterileri üzerine olan etkileri açısından yapılan araştırmalar Türkiye’de az sayıdadır. Konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması ve herbisitlerin etkinliğinin daha detaylı araştırılması çok fazla getiri sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Mageed, A., Areej, A.A.S., Eman. A. ve Sholkamy, E., 2013. In vitro detection of herbicide-tolerant fungi isolated from pesticide polluted soil. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 3, 960–972.
- Abdel-Mallek, A. Y. ve Moharram, A. M., 1986. Effect of the herbicide ametryn on cellulose-decomposing fungi in Egyptian soil. *Folia microbiologica*, 31, 375-381.
- Abdel-Mallek A. Y., Abdel-Kader M. I. A. ve Omar S. A., 1994. Effect of the herbicide fluazifop-p-butyl on fungal populations and activity in soil. *Water air soil pollut.*, 86, 151-157.
- Ahemad, M. ve Khan, M. S., 2012. Evaluation of plant-growth-promoting activities of rhizobacterium *Pseudomonas putida* under herbicide stress. *Annals of microbiology*, 62(4), 1531-1540.
- Ahmad, I. ve Malloch, D., 1995. Interaction of soil microflora with the bioherbicide phosphinothricin. *Agriculture, ecosystems & environment*, 54(3), 165-174.
- Ahmad, I., Bissett, J. ve Malloch, D., 1995. Effect of phosphinothricin on nitrogen metabolism of *Trichoderma* species and its implications for their control of phytopathogenic fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 53(1), 49-59.
- Akgül, S. D. ve Canihoş Y., 2002. Kavunda *Fusarium* solgunluğuna karşı trifluralin ve acetochlor herbisitlerinin kullanılarak dayanıklılığının teşvik edilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Adana.
- Aktan, Z. C. C. ve Soylu, S., 2020. Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 641-654.
- Allievi, L. ve Gigliotti, C., 2001. Response of the bacteria and fungi of two soils to the sulfonylurea herbicide cinosulfurone. *J. Env. Sci. and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 36 (2), 161-175.
- Altın, N. ve Bora, T., 2005. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 15 (2), 87-103.
- Altman, J. ve Rovira, A. D., 1989. Herbicide-pathogen interactions in soil-borne root diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 11(2), 166-172.
- Anderson, A., Baldock, J. A., Rogers, S. L., Bellotti, W. ve Gill, G., 2004. Influence of chlorsulfuron on rhizobial growth, nodule formation, and nitrogen fixation with chickpea. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(10), 1059-1070.
- Anonim, 2008. Ziraai Mücadele Teknik Talimatları 2008. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. 332s., Ankara.
- Araujo, A. D., Monteiro, R. T. R. ve Abarkeli, R. B., 2003. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. *Chemosphere*, 52(5), 799-804.
- Askew, D.J. ve Laing, M.D., 1993. An adapted selective medium for the quantitative isolation of *Trichoderma* species. *Plant Pathology*, 42, 686- 690.
- Avarseji, Z., Talie, F., GholamaAlipour Alamdari, E., ve Hoseini Tilan, M. S., 2021. Investigation of the biodegradability of pendimethalin by *Bacillus subtilis*,

- Pseudomonas fluorescens*, and *Escherichia coli*. Advances in Environmental Technology, 7(4), 221-229.
- Ayansina, A.D.V. ve Oso, B.A., 2006. Effect of two commonly used herbicides on soil microflora at two different concentrations. African Journal of Biotechnology, 5(2), 129-132.
- Ayansina, A. D. V. ve Oso, B. A., 2008. Effect of organic amendments on microbial biomass of a tropical soil treated with some herbicides. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 2(4), 417-426.
- Aydın, M. H., Turhan, G. ve Erhan, G., 2011. Patates yumrularında *Rhizoctonia solani* Kühn sklerotlarının canlılığı ve oluşumu üzerine bazı antagonistlerin etkinliğinin belirlenmesi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2), 29-38.
- Ayhan, K., 2000. Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Yayını, 43-44. Sim Matbaacılık Ltd. Ankara.
- Beker Akbulut, G., 2008. Atrazin ve asetoklor herbisitlerinin *Zea mays* L. (Mısır) ve *Pisum sativum* L. (Bezelye) bitkilerinde biyokimyasal ve fizyolojik parametreler üzerine etkileri. (Doktora Tezi), İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Belgüzar, S., Yanar, Y. ve Aysan, Y., 2018. Tokat ilinde domates bakteriyel solgunluk hastalığı'nın (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) epidemiyolojisi. Tekirdağ ziraat fakültesi dergisi. 15 (3), 9-16.
- Belgüzar S., Yanar Y. ve Aysan Y., 2016. Tokat İlinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı ve Etmenin (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Tanılanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (2), 34-40.
- Belgüzar, S., Şin, B., Kadioğlu, İ. ve Yılmaz, M., 2019. Bazı herbisitlerin toprak bakterileri üzerine etkisi. 3. Uluslararası Ünidokap Karadeniz Sempozyumu, Gaziosmanpaşa Üniversitesi.Tokat.
- Bera, S. ve Ghosh, R. K., 2013. Soil microflora and weed management as influenced by atrazine 50% WP in sugarcane. Universal Journal of Agricultural Research, 1(2), 41-47.
- Berestetskiy, A. O., 2008. A review of fungal phytotoxins: from basic studies to practical use. Applied Biochemistry and Microbiology. 44, 453-465.
- Biles, C. L., 1995. *Phytophthora capsici* zoospore infection of pepper fruit in various physical environments. In Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 1-5.
- Black, B. D., Russin, J. S., Griffin, J. L. ve Snow, J. P., 1996. Herbicide effects on *Rhizoctonia solani* in vitro and *Rhizoctonia foliar* blight of soybean (*Glycine max*). Weed science, 44(3), 711-716.
- Bode, R., Schauer, F. ve Birnbaum, D., 1986. Comparative studies on the enzymological basis for growth inhibition by glyphosate in some yeast species. Biochem. Physiol. Pflanz. 181, 39-46
- Bowman, J. E. ve Sinclair, J. B., 1989. Effect of herbicides on *Rhizoctonia* seedling disease of soybeans in glasshouse experiments. Journal of Phytopathology, 124(4), 267-274.
- Brewer, M.T. ve Larkin, R.P., 2005. Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato, Crop Protection, 24, 939-950.

- Bünemann, E. K., Schwenke, G. D. ve Van Zwieten, L., 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms—a review. *Soil Research*, 44(4), 379-406.
- Büyük, M., 2010. Bitki hastalıkları-Fitopatoloji. D. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, Diyarbakır, 62s.
- Canıhoş, Y., Kurt, Ş. ve Özgönen, H., 1998. Pamukta *Fusarium* solgunluğuna karşı herbisitlerle dayanıklılığın teşviki ve konukçu hücrelerinin gossypol üretimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (2000), 129–135.
- Casale, W. L. ve Hart, L. P., 1986. Influence of four herbicides on carpogenic germination and apothecium development. *Phytopathology*, 76, 980-984.
- Caulder, J. D., Gotleib, A. R., Stowell, L. ve Watson A.K., 1987. Herbicidal compositions comprising microbial herbicides and chemical herbicides or plant growth regulators. *European Patent Applied*, 1987,80406,39.
- Chaudhari, S., Jennings, K. M., Monks, D. W., Jordan, D. L., Gunter, C. C. ve Louws, F. J., 2017. Response of drought-stressed grafted and nongrafted tomato to postemergence metribuzin. *Weed Technology*, 31(3), 447-454.
- Cook, A. M., ve Hutter, R., 1981. s-Triazines as nitrogen sources for bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29, 1135-1143.
- Çakmakçı, R., 2004. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Tarımda Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (1), 97-107.
- Darine, T., Alaeddine, C., Fethi, B. ve Ridha, M., 2015. Fluazifop-P-butyl (herbicide) affects richness and structure of soil. *Biology and Biochemistry*, 81, 89-97.
- Dennis, P. G., Kukulies, T., Forstner, C., Orton, T. G. ve Pattison, A. B., 2018. The effects of glyphosate, glufosinate, paraquat and paraquat-diquat on soil microbial activity and bacterial, archaeal and nematode diversity. *Scientific Reports*, 8,2119.
- Devi, K. D., Beena, S. ve Abraham, C. T., 2008. Effect of 2, 4-D residues on soil microflora. *Journal of Tropical Agriculture*, 46, 76-78.
- Dığrak M., Kaçar N. ve Sönmez A., 1998. Pomarsol, Mitikol, Rubigan ve Platoon'un Toprak Mikroflorası Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*, 23 (5):1071-1077.
- Dissanayake, N., Hoy, J. W. ve Griffin, J. L., 1998. Herbicide effects on sugarcane growth, *Pythium* root rot, and *Pythium arrhenomanes*. *Phytopathology*, 88(6), 530-535.
- Duah-Yentumi, S. ve Johnson, D. B., 1986. Changes in soil microflora in response to repeated applications of some pesticides. *Soil Biology and Biochemistry*, 18(6), 629-635.
- Duran, İ. ve Özkaya, H. Ö., 2016. Kumluca ilçesi sera alanlarında toprak ve yaprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 111-122.
- Dwivedi, S. K., 2015. In vitro cellulase activity of two wilt causing soil fusaria (*Fusarium solani* and *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) and efficacy of some pesticides against the said fusaria. *Journal of Applied Horticulture*, 17(1).
- Eberbach, P. L. ve Douglas, L. A., 1989. Herbicide effects on the growth and nodulation potential of *Rhizobium trifolii* with *Trifolium subterraneum* L. *Plant and soil*, 119, 15-23.

- Ecevit, O. H., Mennan Aksoy H.M. ve Akça İ., 1999. Tarımsal mücadele ilaçları ve çevreye olan etkileri. O. M. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, Samsun, 145s.
- El Hussein, A A., Mohamed, A. T., El Siddig, M A., Sherif, A. M. ve Osman, A G., 2012. Effects of oxyfluorfen herbicide on microorganisms in loam and silt loam soils. Research Journal of Environmental Sciences, 6(4), 134.
- Elibüyük, İ.Ö., 2023. Herbisitlerin Sınıflandırılması 2. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Ders Notları, Ankara, 42s.
- El-Raheem, A., El-Shanshoury, R., El-Sououd, S. M., Awadalla, O. A. ve El-Bandy, N. B., 1995. Formation of tomatine in tomato plants infected with *Streptomyces* species and treated with herbicides, correlated with reduction of *Pseudomonas solanacearum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Acta Microbiologica Polonica, 44(3-4), 255-266.
- El-Khadem, M., El-Kazzaz, M. K. ve Hassan, M. A., 1984. Influence of different pre-emerge herbicides on cotton diseases caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. Plant and Soil, 79, 29-36.
- Ergüven, G. Ö., 2019. *Bacillus subtilis* Bakterisi ile metribuzin herbisitinin biyoislahının yapay tarla düzeneğinde araştırılması. International Journal of Pure and Applied Sciences, 5(1), 46-52.
- Ergüven, G. ve Nuhoglu, Y., 2020. Bioremediation of Fluazifop-p-Butyl Herbicide by Some Soil Bacteria Isolated from Various Regions of Turkey in An Artificial Agricultural Field. Environment Protection Engineering, 46(3), 5-15.
- FAO 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 22 Haziran 2023 tarihinde <https://www.fao.org/faostat/en/#compare> adresinden erişildi.
- Fawole, O. B., 2000. Effect of pre-emergence herbicide, Galex on fungal and bacterial flora of a cowpea cropped soil. J Biosci Res Commun, 2, 195-200.
- Gawel, S., Wardas, M., Niedworok, E. ve Wardas, P., 2004. Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. Wiad Lek, 57:453-455
- Gigliotti, C. ve Allievi, L., 2001. Differential effects of the herbicides bensulfuron and cinosulfuron on soil microorganisms. Journal of Environmental Science and Health. 36(6), 775-782.
- Girvan, M. S., Bullimore, J., Ball, A. S., Pretty, J. N. ve Osborn, A. M., 2004. Responses of active bacterial and fungal communities in soils under winter wheat to different fertilizer and pesticide regimens. Applied and environmental microbiology, 70(5), 2692-2701.
- Gökçe, A. Y. ve Kotan, R., 2016. Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'ya karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 56(1), 49-75.
- Güleç, D., Arslan S. ve Tursun N., 2015. Farklı Gaz Memelerinin Alev Makinesi Başlıkları Geliştirilmesi İçin Kullanılma Olanakları. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi.11(3), 231-237.
- Gür, K., 1985. Çevre Kirliliği Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Toprak Bölümü, Konya.
- Gürbüz, R., 2007. Çukurova soğan üretim alanlarında görülen yabancı otların öneminin ve bazı herbisitlerin yabancı otlarla mücadele ile soğan verimine olan etkilerinin

- araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, Adana.
- Güven, A. ve Koç, İ., 2020. Bazı pestisit uygulamalarından sonra toprakta hedef olmayan nematod, bakteri ve mikrofungus popülasyonlarının değişimi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(2), 252-265.
- Gveroska, B., 1999. *Trichoderma harzianum* in tobacco seedlings with the use of a herbicide. Int J Agric Innov Res 3:950–955.
- Harikrishnan, R. ve Yang, X. B., 2001. Influence of herbicides on growth and sclerotia production in *Rhizoctonia solani*. Weed Science, 49(2), 241-247.
- Hattori, T., 1973. Microbial life in the soil: An introduction. Marcel Dekker, New York, USA.
- Heinonen-Tanski, H., Siltanen, H., Kilpi, S., Simojoki, P., Rosenberg, C. ve Makinen, S., 1986. The effect of the annual use of some pesticides on soil microorganisms, pesticide residues in soil and carrot yields. Pesticide science, 17(2), 135-142.
- Heydari, A. ve Misaghi, I. J., 1998. The impact of herbicides on the incidence and development of *Rhizoctonia solani*-induced cotton seedling damping-off. Plant disease, 82(1), 110-113.
- Hill, T. L. ve Stratton, G. W., 1991. Interactive effects of the fungicide chlorothalonil and the herbicide metribuzin towards the fungal pathogen *Alternaria solani*. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 47, 97-103.
- Hua, Z., Li, H.B., Hua, N.G., Cai, W.J. ve Zhong, Y.S., 2002. Influence of some herbicides on *Rhizoctonia solani*. J. Yangzhou Univ. 23(2): 71-73.
- Hungerford, C. W. ve Pitts, R., 1953. The Sclerotinia disease of Beans in Idaho. Phytopathology, 43(9).
- Islam, M. S., Saha, A. K., Mosaddeque, H. Q. M., Amin, M. R. ve Islam, M. M., 2008. In vitro studies on the reaction of fungi *Trichoderma* to different herbicides used in tea plantation. Int. J. Sustain. Crop Prod, 3(5), 27.
- Ismail B. S. ve Shamsuddin N., 2005. Effect of Alachlor and metolachlor on microbial population in the soil. Malaysian J. Microbiol, 1:36-41.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M. N., Yakışır, E. ve Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 12(2), 1-19.
- İqbal, S.M., Riaz, Z., Bashir, M., Malik, B.A. 1994. Effect of dicuran MA herbicide inhibiting the growth of soil-borne pathogens of chickpea. Pakistan Journal of Phytopathology. 1994. 6 (2): 103-105.
- Kahramanoğlu, İ., 2008. Patateste çıkış sonrası kullanılan metribuzin'in minimum dozlarının belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi), Çukurova üniversitesi. Bitki koruma anabilim dalı fen bilimleri enstitüsü, Adana.
- Kahya, D. ve Yayla, M., 2022. Yeşil mutabakat ve biyolojik mücadele. İstilacı zararlı türler ve mücadelesinde yeni yaklaşımlar, 87.
- Karaboz, G. ve Meriçli-Yapıcı, B., 2008. *Azotobacter chroococcum* strainlerinin sulfonilüre ve triazolopirimidin sınıfı ALS-inhibitörü herbisitlere in vitro toleranslarının belirlenmesi. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 6(1), 22-26.
- Kayaaslan, Z., 2021. Tokat ili biber üretim alanlarında bakteriyel leke hastalığı etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nin tanınması, epidemiyolojisi ve biyolojik

- mücadelesi. (Doktora Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Kitiş, Y. E., Yazır, B. ve Özgönen Özkaya, H., 2016. The effects of some soil herbicides on root colonization and spore number of mycorrhizal fungi *Glomus intraradices*. Biological Diversity and Conservation, 9(2), 1-7.
- Klement, Z., Mavridis, A., Rudolph, K., Vidaver, A., Perombelon, M.C.M. ve Moore, L.W., 1990. Inoculation of Plant Tissues. In Methods in Phytobacteriology. (Klement, Z., Rudolph, K. and Sands, D.C., Eds.) 95103. Academia Kiado.99s.
- Kortekamp, A., 2008. Knocked out with Basta are herbicides effective against downy mildew of grapevine. Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue, 107-112.
- Kotan, R. ve Tozlu E., 2021. Bazı Pestisitlerin Faydalı Bakteriler ve Patojen Bakteriler Üzerine Bakterisidal Etkilerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 197-212.
- Kulshrestha, G., Singh, S. B., Lal, S. P. ve Yaduraju, N. T., 2000. Effect of long-term field application of pendimethalin: enhanced degradation in soil. Pest Management Science, 56(2), 202-206.
- Lalremruatpuii, A. ve Banik, S., 2022. Effect of pesticides on population dynamics of *Trichoderma* sp. and tomato plant in pot culture study: Effect of pesticides on *Trichoderma* and performance of tomato. Journal of AgriSearch, 9(2), 140-144.
- Leach, S. S., Murdoch, C. W. ve Gordon, C., 1991. Response of selected soilborne fungi and bacteria to herbicides utilized in potato crop management systems in Maine. American potato journal, 68, 269-278.
- Madhuri, V., 2012. Non Target effect of herbicides on soil borne plant pathogens. (Yüksek lisans tezi), Professor Jayashankar Telangana State Agricultural University, Bitki Patolojisi, Hindistan.
- Maheswari, N. U., Barjana, B. F. ve Senthilkumar, R., 2016. Development of herbicide tolerant rhizobium species from different leguminous plants. Int. J. Pure App. Biosci, 4(2), 245-249.
- Mallik, M. ve Tesfai, K., 1985. Pesticidal effect on soybean-rhizobia symbiosis. Plant Soil 85:33-41.
- Marks, G. C. ve Cerra, R., 1991. Effects of propazine and chlorthal dimethyl on *Phytophthora cinnamomi* root disease of *Pinus radiata* seedlings and associated soil microflora. Soil Biology and Biochemistry, 23(2), 157-164.
- Mewatankarn, P. ve Sivasthamparam, K., 1987. Effect of certain herbicides on soil microbial populations and their influence on saprophytic growth in soil and pathogenicity of take all fungus. Biol. Fert. Soils, 5, 175-180.
- Modiri, E. ve Montazeri, M., 2013. The effects of cotton and soybean selective herbicides on mycellial growth of *Rhizoctonia solani* causal agent of damping off. Journal of Novel Researches on Plant Protection, 5(1), 108-99.
- Mutlu, G. ve Üstüner, T., 2017. Tepraloxym, fluazifop-p-butyl ve metribuzin herbisitlerinin toprak kökenli bazı fungal patojenlerin koloni gelişimine ve sporulasyonuna etkisi. Bitki Koruma Bülteni 57(1), 21-38.
- Olajire, D. M. ve Oluyemisi, B. F., 2009. In vitro effects of some pesticides on pathogenic fungi associated with legumes. Australian Journal of Crop Science, 3(3), 173-177.

- Oyeleke, S. B., Oyewole, O. A. ve Dagunduro, J. N., 2011. Effect of herbicide (pendimethalin) on soil microbial population. *Isabb Journal Of Food And Agriculture Science*, 1(3), 40-43.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H. ve Tursun, N., 2003. *Herboloji (Yabancı Ot Bilimi)*, 2. Baskı. Gop Üniversitesi-Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 20, 403s., Tokat.
- Pakdaman, B. S., Khabbaz, H., Goltapeh, E. M. ve Afshari, H. A., 2002. In vitro studies on the effects of sugar beet fields prevalent herbicides on the beneficial and deletrious fungal species. *Plant Pathology Journal*.
- Pakdaman, B. S. ve Goltapeh, E. M., 2007. In vitro studies on the integrated control of rapeseed white stem rot disease through the application of herbicides and *Trichoderma* species. *Pakistan Journal Of Biological Sciences: Pjbs*, 10(1), 7-12.
- Pakdaman Sardrood, B. ve Mohammadi Goltapeh, E., 2018. Weeds, herbicides and plant disease management. *Sustainable Agriculture Reviews* 31: Biocontrol, 41-178.
- Pandey, D. K., Tripathi, N. N., Tripathi, R. D. ve Dixit, S. N., 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of essential oil of *hyptis suaveolens*. *Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz* 89,344-349.
- Pastor, S. ve March, G., 1999. Effect in vitro of residual herbicides used in peanut on *Sclerotium rolfsii*. *Fitopatologia*, 34, 116-121.
- Pathak, D., Roy, A. K. ve Deka, S. C., 1996. Effect of herbicides on the growth and sclerotial survival of *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Annals of Biology (Ludhiana)*. 12 (2): 245-251.
- Perucci, P., Dumontet, S., Bufo, S. A., Mazzatura, A. ve Casucci, C., 2000. Effects of organic amendment and herbicide treatment on soil microbial biomass. *Biology and Fertility of Soils*, 32, 17-23.
- Powles, S.B. ve Shaner, D.L., 2001. *Herbicides resistance and world grains*. Crc Press, 295, New York, USA.
- Praveena, R., Naseema, A. ve George, S. 2007. Effect of herbicides on *Fusarium pallidoreseum*-a potential biocontrol agent of water hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms]. *Journal of Tropical Agriculture*, 45.
- Radke, V. L. ve Grau, C. R., 1986. Effects of herbicides on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease*, 70(1), 19-23.
- Raghavendra, K. S., Gundappagol, R. C. ve Santhosh, G. P., 2017. Impact of herbicide application on beneficial soil microbial community, nodulation and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6 (1), 154-159.
- Ratcliff, A. W., Busse, M. D. ve Shestak, C. J., 2006. Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils. *Applied Soil Ecology*, 34(2-3), 114-124.
- Rattanakreetakul, C., 1990. Effects of herbicides on the population dynamic of soil microorganisms and *Fusarium moniliforme* (sheldon) Wineland. a causal agent of root an stem rot of sugarcane.
- Roger, P. A., Simpson, I., Oficial, R., Ardales, S. ve Jimenez, R., 1994. Effects of pesticides on soil and water microflora and mesofauna in wetland ricefields: a summary of current knowledge and extrapolation to temperate environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(7), 1057-1068.

- Sanogo, S., Yang, X.B. ve Scherm, H., 2000. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. *Phytopathology*, 90,57-66.
- Sapoundjieva, K. ve Kouzmanova, Y., 1987. *Pochvoznanie, Agrokimiya, Rastitelna zashchita*, 22(6), 35–38.
- Saygi, S., Türkkan, M. ve Erper, İ., 2019. Toprak kökenli bitki patojeni funguslarla mücadelede biofumigasyonun kullanım olanakları. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1245-1248.
- Sawicka, A., Skrzypczak, G. ve Bleharczyk, A., 1996. Influence of imazethapyr and linuron on soil microorganisms under legume crops. In *Proceedings of the Second International Weed Control Congress. Copenhagen.1*, 361-365.
- Sebiomo, A., Ogundero, V. W. ve Bankole, S. A.,2011. Effect of four herbicides on microbial population, soil organic matter and dehydrogenase activity. *African J. Biotechnol.* 10, 770–778.
- Shrivastava, S., 2015. Non target effects of various herbicides on biocontrol agent *Trichoderma spp.* and pathogen *Sclerotium rolfsii*. *Indian J. Appl. Pure Biol*, 30, 11-19.
- Siddiqui, Z. A., 2006. PGPR: prospective biocontrol agents of plant pathogens. *PGPR: biocontrol and biofertilization*, 111-142.
- Singh, M., Singh, R. ve Singh, P., G. S, M., 2021. In vitro Compatibility of *Pseudomonas fluorescens* with systemic weedicides. *The Pharma Innovation Journal*, 10(3), 920-923.
- Şevik M. A., Mennan, H. ve Sökmen, M. A., 2004. Herbisitlerin bitki patojenlerine etkisi. *Ömü Zir. Fak. Dergisi*, 19(1), 50-55.
- Tamilselvan, C., Joseph, S. J., Mugunthan, G., Sathish Kumar, A. ve Syed Musthaq Ahamed, S., 2014. Biological degradation of metribuzin and profenofos by some efficient bacterial isolates. *International Letters of Natural Sciences*, 9.
- Teo, B. K., Verma, P. R. ve Morrall, R. A. A., 1992. The effects of herbicides and mycoparasites at different moisture levels on carpogenic germination in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant and soil*, 139, 99-107.
- Trimurtulu, N., Ashok, S., Latha, M., Rao, A. S., 2015. İnfluence of pre-emergence herbicides on the soil microflora during the crop growth of Blackgram, *Vigna mungo* L. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(6), 539-546.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. ve Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2), 154-69.
- Tomkiel, M., Bacmaga, M., Wyszowska, J., Kucharski, J. ve Borowik, A., 2015. The effect of carfentrazone-ethyl on soil microorganisms and soil enzymes activity. *Archives of Environmental Protection*, 41(3), 3-10.
- Torun, H., Uygur, S. ve Uygur, F. N., 2011. Çukurova bölgesinde bazı kültür bitkileri üzerinde farklı dozlardaki herbisit uygulamalarının oluşturduğu zararlanmalar. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş, 174s.

- Torun, S., 2015. Fosfor çözücü bakteri içeren mikrobiyal gübre uygulamalarının toprağın bazı biyolojik özellikleri ile domates bitkisinin gelişimi ve besin maddesi alımı üzerine etkisinin araştırılması. (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi. Antalya.
- Townsend, G. ve Heuberger, J., 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27(17), 340-343.
- Tripathi, S. K., Sathie, K. B. ve Vyas, S. C., 1988. Chemical control of collar rot of pea. *Indian Phytopathology*, 41(1), 143-144.
- Tsrar, L. ve Peretz-Alon, I., 2005. The influence of the inoculum source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato. *Journal of Phytopathology*, 153(4), 240-244.
- Uçan, K. ve Dığrak, M., 2001. Kısıntılı sulama koşullarında trifluralin'in buğday kök bölgesinde bulunan mikroorganizmalar üzerine etkisi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(1): 150-157.
- Vasilas, B.L., Esger, R.W., Walker, W.M., Beck, R.H. ve Mainz, M. J., 1988. Soybean response to potassium fertility under four tillage systems. *Agronomy Journal*, 80, 5-8.
- Verma, P. R. ve McKenzie, D. L., 1985. In vitro effects of herbicides on mycelial growth of AG 2-1 and AG-4 *Rhizoctonia solani* isolates from canola/rapeseed. *Phytopathology*, 75, 1363.
- Yanar, Y., 2005. Tokat iklim koşullarında *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.)'de Bary'un *Sclerotium* canlılığı üzerine solarizasyonun etkisi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 15-19.
- Yao, M. K., Tweddell, R. J. ve Desilets, H., 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Mycorrhizza*, 23,1-14.
- Yavuz R., Esmeray M. ve Urin V., 2017. Bazı Herbisitlerin Mısır ve Yabancı Ot Biyomasına Etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 6 (2): 1-6.
- Zaid, A. M., Mayouf, M. ve Said, Y. F., 2014. The Effect of Pre-emergent Herbicides on Soil Microflora and N-fixing Bacteria in Pea Field. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 15(1), 131-138.
- Zain, N. M. M., Mohamad, R. B., Sijam, K., Morshed, M. M. ve Awang, Y., 2013. Effects of selected herbicides on soil microbial populations in oil palm plantation of Malaysia: A microcosm experiment. *African Journal of Microbiology Research*, 7(5), 367-374.
- Zhang, X., Li, B., Wang, Y., Guo, Q., Lu, X., Li, S. ve Ma, P., 2013. Lipopeptides, a novel protein, and volatile compounds contribute to the antifungal activity of the biocontrol agent *Bacillus atrophaeus* CAB-1. *Applied microbiology and biotechnology*, 97, 9525-9534.
- Wilkinson, V. ve Lucas, R. L., 1969. Effects of herbicides on the growth of soil fungi. *New Phytologist*, 68(3), 709-719.
- Xiao, Y., Zheng, L., Wang, S., Dong, M., Gao, A., Han, Z. ve Zhang, H., 2023. Bioremediation of metribuzin-contaminated soil by corn straw biochar-immobilized *Bacillus cereus* N1. *Process Biochemistry*, 130, 520-533.