

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA DOKTORA PROGRAMI
2022-DR-007

AYDIN İLİ TARIM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN
TRICHODERMA SPP.'NİN TANILANMASI İLE ÇİLEKTE
KÖMÜR ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞINA VE BİTKİ
GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YUNUS KORKOM

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

PROF. DR. AYHAN YILDIZ

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
ZRF-20032 ve ÖYP-16006 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2022

TEŞEKKÜR

Akademik hayatımın başlangıcından itibaren bana bilimsel katkılar sağlayan, bilgi birikimimi arttıran, tecrübelerini her zaman aktarmaktan çekinmeyen, doktora çalışmamın bütün aşamalarında bana her türlü yardımı esirgmeden sağlayan, yanımda olan, pandemi süresince devam eden arazi çalışmalarında hiç çekinmeden bana yardımcı olan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayhan YILDIZ'a, çalışmamın her aşamasında bilgi paylaşımında ve önerilerde bulunan, yardımlarını esirgemeyen, bana farklı bakış açıları katan Tez İzleme Komitesi'nde yer alan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Seher BENLİOĞLU'na ve Sayın Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR'e, doktora tezimin iyileştirmesinde değerli katkılarda bulunan savunma jürisi üyesi hocalarıma Sayın Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA'ya ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nedim ÇETİNKAYA'ya, moleküler çalışmalarda laboratuvarında yardımcı olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ümit ÖZYILMAZ'a, arazi çalışmasında manevi desteğini gösteren fikir alışverişinde bulunan değerli emekli öğretim üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Kemal BENLİOĞLU'na, çalışmamın sekonder metabolit bölümünde örneklerin analizi için hazır hale getirilmesi aşamasında laboratuvarındaki alet-ekipmanların paylaşımında bulunan Sayın Prof. Dr. Cafer TURGUT'a ve Toksikoloji Laboruvarı ekibine, teşekkür ederim ve en içten şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca arazi çalışmamın yürütüldüğü, çalışmamda bütün imkanları bana sağlayan Aydın ili Sultanhisar ilçesinde önder çiftçiler arasında yer alan, bütün hayatına çileğe adanmış ancak maalesef kısa bir süre önce kaybettiğimiz değerli insan Nihat ÖZYİĞİT'e ve ekibine, laboratuvar çalışmalarımın bir kısmını yürütmüş olduğum ADÜ-TARBIYÖMER laboratuvar merkezine ve çalışanlarına, teşekkür ederim.

Projenin yürütülmesinde maddi destek sağlayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) ve Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimleri teşekkür ederim.

Son olarak benim bugünlere gelmemde her zaman destek olan çok değerli ailemin her bir ferdine babama, anneme, kardeşime ve eşime minnetlerimi sunuyorum.

Yunus KORKOM

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
RESİMLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
ÖZET	xv
ABSTRACT	i
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. <i>Trichoderma</i> spp.'nin Elde Edilmesi.....	20
3.2.2. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Tanılaması.....	21
3.2.2.1. Morfolojik Tanılama	21
3.2.3. <i>Trichoderma</i> spp.'nin <i>M. phaseolina</i> 'ya Karşı Etkinlik Çalışmaları	25
3.2.4. Arazi Çalışması.....	33
3.2.5. İstatistik Analizi.....	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. <i>Trichoderma</i> spp.'nin Elde Edilmesi	37
4.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	37
4.1.2. Topraktan İzole Edilen <i>Trichoderma</i> spp.	45

4.2. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Morfolojik ve Moleküler Tanılaması.....	48
4.2.1. Morfolojik Tanılama.....	48
4.2.2. Moleküler Tanılama ve Filogenetik Ağaç	49
4.3. <i>Trichoderma</i> spp.'nin <i>M. phaseolina</i> 'ya Karşı Etkinlik Çalışmaları.....	57
4.3.1. <i>In vitro</i> Çalışmalar.....	57
4.3.2. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Farklı Sıcaklıklardaki Koloni Gelişimi	69
4.3.3. <i>Trichoderma</i> Türlerinin Siderofor ve Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi.....	71
4.3.4. <i>Trichoderma</i> Türlerinin Oluşturduğu Sekonder Metabolitlerin Belirlenmesi	74
4.4. <i>In vivo</i> Çalışmalar	79
4.4.1. Saksı Çalışmalarında Kullanılacak <i>Trichoderma</i> spp.'nin Seçimi	79
4.4.2. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının <i>M. phaseolina</i> 'ya ve Bitki Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi	81
4.5. Arazi Çalışmaları	89
5. TARTIŞMA.....	106
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	122
KAYNAKLAR.....	124
EKLER	146
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	152
ÖZ GEÇMİŞ.....	153

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrad derece
±	: Artı eksi
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
%	: Yüzde
bp	: Baz çifti
cfu	: Colony Form Unit
cm	: Santimetre
da	: Dekar
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
g	: Gram
ITS	: Internal Transcribed Spacer
kg	: Kilogram
PDA	: Patates Dekstroz Agar
RPB2	: RNA Polymerase II subunit
SA	: Su Agar
spp.	: Türler
TEF1- α	: Translation elongation factor 1-alpha
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
rpm	: Dakikada devir
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre

μl : Mikrolitre

μm : Mikrometre



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2020 yılı ülkeler bazında çilek üretim miktarları (ton).....	2
Şekil 1.2. Çilek üreticisi olan önemli ülkelerin 2020 yılı çilek üretimindeki payı (%).....	2
Şekil 1.3. <i>Macrophomina phaseolina</i> 'nın yaşam döngüsü (Marquez vd., 2021)	6
Şekil 4.1. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının ITS gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter (Kimura, 1980) modeli kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013).....	54
Şekil 4.2. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının TEF-1 α gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter (Kimura, 1980) modeli kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013).....	55
Şekil 4.3. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının RPB2 gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter modeli (Kimura, 1980) kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013).....	56
Şekil 4.4. Sekonder metabolitlerin kromatogram görüntüsü.....	74
Şekil 4.5. Birinci saksı çalışmasında iklim odasına ait 1 saat aralıklarla Hobo Onset ile 08.11.2019-23.01.2020 tarihleri arasında kaydedilen günlük ortalama sıcaklık verileri grafiği	82
Şekil 4.6. İkinci saksı çalışmasında iklim odasına ait 30.06.2020-12.08.2020 arasında 1 saat aralıklarla Hobo Onset ile kaydedilen günlük ortalama sıcaklık verileri grafiği	82
Şekil 4.7. Solarizasyon süresince 26.6.-10.8.2020 tarihleri arasında toprağın 5-10 cm derinliğinde kaydedilen toprak sıcaklığına ilişkin günlük ortalama sıcaklık değerleri.....	90

Şekil 4.8. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) deneme parsellerinden periyodik olarak alınan toprak örneklerinden saptanan <i>Trichoderma</i> ve <i>M. phaseolina</i> miktarının (cfu/g toprak) aylara göre populasyon değişim grafiği	97
Şekil 4.9. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) deneme parsellerinden periyodik olarak alınan toprak örneklerinden saptanan <i>Trichoderma</i> ve <i>M. phaseolina</i> miktarının (cfu/g toprak) aylara göre populasyon değişim grafiği	98
Şekil 4.10. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) dikim öncesinde deneme alanına dikilecek çilek fidelerden alınan fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen fungal etmenlerin oranı (%)	99
Şekil 4.11. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) boyunca solgunluk gösteren fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen etmenlerin aylara göre izole edilme oranları (%).....	99
Şekil 4.12. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) deneme alanında kullanılan fidelerden dikim öncesinde alınan fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen fungal etmenlerin oranı (%)	100
Şekil 4.13. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) boyunca solgunluk gösteren fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen etmenlerin aylara göre izole edilme oranları (%).....	100
Şekil 4.14. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) uygulamaların kontrole göre verim artış oranı (%)	103
Şekil 4.15. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) uygulamaların kontrole göre verim artış oranı (%)	105

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.1. <i>Macrophomina phaseolina</i> 'dan zarar görmüş çilek bitkilerinin arazideki (a) ve bitkinin taç kısmındaki (b) belirtisi (Koike, 2008).....	7
Resim 4.1. <i>In vivo</i> denemelerde kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının PDA'daki koloni gelişimi (A), SNA'daki koloni gelişimi (B), phialid yapısı (C).....	48
Resim 4.2. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının ITS gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü	50
Resim 4.3. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının TEF-1 α gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü	50
Resim 4.4. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının RPB2 gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü	51
Resim 4.5. İkili kültür testinde karşılıklı yerleştirilen <i>Trichoderma</i> (sol) ve <i>M. phaseolina</i> (sağ) izolatlarının 5. gündeki koloni gelişimi.....	57
Resim 4.6. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> türlerinin oluşturduğu uçucu bileşiklerin <i>M. phaseolina</i> 'ya etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada patojen izolatların genel görünümü	61
Resim 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> türlerinin oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin <i>M. phaseolina</i> 'ya etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada sıvı ortamlar ve sıvı ortamda geliştirilen <i>Trichoderma</i> spp. kültürleri ve metabolitlerin elde edilmesi.....	67
Resim 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve <i>in vivo</i> çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının farklı sıcaklıklarda PDA'da gelişen koloni görünümleri.....	70
Resim 4.9. Siderofor testi için besi ortamlarının hazırlanması (a), izolatların inokulasyonunun gerçekleştirilmesi (b), inokulasyondan 7 gün sonra siderofor testi değerlendirmesi; S1 besi ortamındaki koloni gelişimi (c), S2 besi ortamındaki koloni gelişimi (d), S3 besi ortamındaki koloni gelişimi (e).....	71

Resim 4.10. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının selülaaz aktivitesinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmada petrilerdeki selülaaz aktivitesi düzeylerinin görünümü.....	72
Resim 4.11. Kitinaz aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılan 1-4 skalası (Agrawal ve Kotasthane, 2012).....	73
Resim 4.12. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının 7 günün sonunda kitinaz aktivitesi sonucu mora dönüşen ortam rengi	73
Resim 4.13. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarına ait sekonder metabolitlerin konsantrasyonunun hazırlanması (a), domates tohumlarının metabolit içerisinde bekletilmesi (b), uygulama yapılan tohumların agar besi yerine yerleştirilmesi (c), çimlenen tohumların 6 gün sonraki petrideki görüntüsü (d), fidelerin kök ve gövde uzunlukları (e)	76
Resim 4.14. <i>Trichoderma</i> izolatlarının in vivo koşullarında bitki gelişimine etkisinin değerlendirildiği saksı çalışmasına ait fidelerin dikimden 15 gün sonraki görüntüsü.....	84
Resim 4.15. In vivo çalışmasının genel görünümü, yaş ağırlıklar alınmak üzere sökülülüp kökleri yıkanmış fideler.....	84
Resim 4.16. <i>M. phaseolina</i> 'nın çilekte neden olduğu solgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan 1-5 skalası (Koike, 2016) değerlerini yansıtan iklim odasında belirti gösteren çilek bitkileri	85
Resim 4.17. Arazi çalışmasının yürütüldüğü deneme yerinin haritadaki konumu (Sultanhisar/Aydın)	90
Resim 4.18. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) deneme alanında masuraların oluşturulması (a; 23.06.2020), solarizasyon öncesi toprak örneğinin alınması (b; 23.06.2020) solarizasyon naylonunun çekilmesi ve toprak sıcaklığının hobo yardımıyla kaydedilmesi (c-d; 23.06.2020), parselasyonun yapılması (e; 10.08.2020), malç naylonunun çekilmesi (f; 31.08.2020).....	91
Resim 4.19. 2021-2022 üretim sezonu (2. Yıl) deneme alanında masuraların oluşturulması (a; 25.07.2021), solarizasyon naylonunun çekilmesi (b-c; 25.07.2021), parselasyonun yapılması (d; 02.09.2021)	92

Resim 4.20. Arazi çalışmalarında kullanılan *Trichoderma* süspansiyonunun hazırlanması (a-b), dikim için hazırlanmış fideleri (c-d)..... 93

Resim 4.21. Üretim sezonu boyunca *Trichoderma* spor süspansiyonunun her bir fideye benzinli sırt pülverizatörü ile toprak enjektörü kullanılarak verilmesi..... 94



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkemizdeki 2017-2021 yıllarına ait çilek üretim verileri (TÜİK, 2022)	4
Çizelge 1.2. Aydın ilinin ilçelerindeki 2017-2021 yıllarına ait çilek üretim verileri (TÜİK, 2022).....	4
Çizelge 1.3. <i>Trichoderma</i> türlerinin içeren farklı ülkelerde tescili ve pazarlanan biyo-fungisitler.....	11
Çizelge 3.1. Aydın İli tarım alanlarından izole edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının tanılamasında kullanılan primerler	23
Çizelge 3.2. Aydın ili tarım alanlarından izole edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının tanılamasında kullanılan primerlerine ilişkin PCR koşulları.....	23
Çizelge 3.3. Çalışmamızda kullanılan <i>M. phaseolina</i> izolatlarının moleküler tanılamasında kullanılan primerler	23
Çizelge 3.4. Çalışmamızda kullanılan <i>M. phaseolina</i> primerlerine ilişkin PCR koşulları.....	24
Çizelge 3.5. <i>Trichoderma</i> izolatlarının siderofor testi değerlendirme kriterleri (Go vd., 2019 modifiye edilen).....	28
Çizelge 3.6. <i>In vivo</i> çalışmada uygulanan karakterler.....	31
Çizelge 3.7. <i>In vivo</i> çalışmasında çilekte <i>M. phaseolina</i> 'nın neden olduğu hastalığın değerlendirilmesinde kullanılan skala (Koike, 2016).....	33
Çizelge 3.8. Arazi çalışmaları süresince yürütülen işlemler ve uygulama zamanları.....	35
Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından <i>Trichoderma</i> izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler	37
Çizelge 4.2. İlçelere göre alınan toprak örneği ve elde edilen <i>Trichoderma</i> izolat sayılarının kültür bitkisine ve ilçelere göre dağılımı.....	47
Çizelge 4.3. <i>In vivo</i> denemelerde kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının farklı besiyerlerindeki 20±2°C'deki inkubatörde 72 saat gelişen kültürlerin koloni gelişimi (mm) ve konidi, phialid uzunlukları (µm).....	49

Çizelge 4.4. <i>In vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının Blast sonucu ve izole edildiği tarım alanı bilgileri	50
Çizelge 4.5. NCBI veri tabanından alınan ITS, TEF-1 α ve RPB2 gen bölgelerine ait referans dizilere ilişkin bilgiler.....	51
Çizelge 4.6. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının ikili kültür testinde <i>M. phaseolina</i> 'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%)	58
Çizelge 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin <i>M. phaseolina</i> 'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%).....	61
Çizelge 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin <i>M. phaseolina</i> 'nın mikrosklerot oluşumuna etkisi	64
Çizelge 4.9. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin <i>M. phaseolina</i> 'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%)	67
Çizelge 4.10. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve <i>in vivo</i> çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının 20°C, 25°C, 30°C, 35°C ve 40°C'deki miselyal gelişimleri (mm)	70
Çizelge 4.11. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen ve <i>in vivo</i> çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının siderofor üretme düzeyleri	71
Çizelge 4.12. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve <i>in vivo</i> çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının selülaz aktivitesi	72
Çizelge 4.13. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve <i>in vivo</i> çalışmalarda kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının 1-4 skalasına göre kitinaz aktivitesi	73
Çizelge 4.14. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma</i> izolatlarının GC-MS ile belirlenen sekonder metabolitler.....	75
Çizelge 4.15. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen <i>Trichoderma afroharzianum</i> izolatlarının oluşturduğu sekonder metabolitlerin domates tohumu çimlenme oranı ve bitki kök, gövde uzunlukları	77

Çizelge 4.16. <i>Trichoderma afroharzianum</i> izolatlarına ait sekonder metabolitlerin <i>M. phaseolina</i> 'nın (AMp-2) miselyal gelişimine etkisi.....	78
Çizelge 4.17. <i>Trichoderma afroharzianum</i> izolatlarına ait sekonder metabolitlerin <i>M. phaseolina</i> 'nın (AMp-2) mikrosklerot oluşumuna etkisi	78
Çizelge 4.18. <i>In vivo</i> çalışması için <i>Trichoderma</i> izolatlarının seçimi	79
Çizelge 4.19. <i>Trichoderma</i> izolatlarının saksı koşullarında çilek bitkilerindeki yaş ağırlık artış oranları (%).....	83
Çizelge 4.20. <i>Trichoderma</i> izolatlarının saksı koşullarında <i>M. phaseolina</i> 'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki (1. denemeye ait sonuçlar) bitki yaş ağırlık artış oranı (%) ve hastalık şiddeti.....	86
Çizelge 4.21. Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki çöken fide oranları (%) ve izolasyon sonucu elde edilen etmenler (1. denemeye ait sonuçlar).....	87
Çizelge 4.22. <i>Trichoderma</i> izolatlarının saksı koşullarında <i>M. phaseolina</i> 'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki (2. denemeye ait sonuçlar) bitki yaş ağırlık artış oranı (%) ve hastalık şiddeti.....	88
Çizelge 4.23. Saksı çalışmasında Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki çöken fide oranları (%) ve izolasyon sonucu elde edilen etmenler (2. denemeye ait sonuçlar).....	89
Çizelge 4.24. Toprak ve su örneğine ilişkin analiz sonuçları.....	90
Çizelge 4.25. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) süresince deneme alanından alınan toprak örneklerinden aylara göre elde edilen <i>Trichoderma</i> ve <i>M. phaseolina</i> populasyon değişimi (cfu /g toprak).....	97
Çizelge 4.26. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) süresince deneme alanından alınan toprak örneklerinden aylara göre elde edilen <i>Trichoderma</i> ve <i>M. phaseolina</i> populasyon değişimi (cfu /g toprak).....	98
Çizelge 4.27. 2020-2021 üretim sezonuna (1.yıl) ait fide sayılarına, ölen bitki oranına (%) ve verim (kg/da) değerlerine ilişkin veriler.....	102
Çizelge 4.28. 2021-2022 üretim sezonuna (2.yıl) ait fide sayılarına, ölen bitki oranına ve verim değerlerine ilişkin veriler	104

ÖZET

AYDIN İLİ TARIM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *TRICHODERMA* SPP.'NİN TANILANMASI İLE ÇİLEKTE KÖMÜR ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞINA VE BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Yunus K. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Programı, Doktora Tezi, Aydın, 2022.

Amaç: Aydın ili tarım alanlarından *Trichoderma* spp.'nin izolasyonu ve tanılanması, bu izolatların çilekte kömür çürüklüğü hastalığına karşı biyolojik mücadele olanaklarının ve bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Toprak örneklerinden *Trichoderma* spp. izolasyonu seyreltmesi serisi yöntemine göre yapılmıştır. Elde edilen *Trichoderma* izolatlarının *in vitro*, *in vivo*'da *Macrophomina phaseolina*'ya etkisi belirlenmiştir. *In vivo*'da kullanılan *Trichoderma* izolatlarının morfolojik, moleküler tanılanması yapılmıştır. Arazi çalışmasında kullanılan izolatların sekonder metabolitleri ve *M. phaseolina*'ya aynı zamanda bitki gelişimine etkisi belirlenmiştir. Aydın ili Sultanhisar ilçesinde yürütülen arazi çalışmaları Fortuna çilek çeşidi üzerinde 2 yıl tekrarlanmıştır. *Trichoderma* izolatları 100 cc/bitki (10^8 spor/ml) olarak uygulanmış ve parsellerdeki *Trichoderma*, *M. phaseolina* populasyon yoğunluğu (cfu/g toprak), bitki ölüm oranı (%), verim (kg/da) belirlenmiştir.

Bulgular: Toprak örneklerinden elde edilen 88 *Trichoderma* izolatından *in vitro*'da *M. phaseolina*'ya karşı en etkili bulunan 15 izolatın morfolojik ve moleküler tanılama sonucunda *Trichoderma afroharzianum*, *T. guizhouense*, *T. harzianum* olduğu belirlenmiştir. *T. guizhouense* ülkemizde ilk kayıttır. Ayrıca bu izolatların siderefor, selülaz, kitinaz aktivitesinin pozitif olduğu saptanmıştır. *T. afroharzianum* Tr138 ve Tr132 izolatlarının sekonder metabolitleri bitki gelişimini teşvik ettiği, *M. phaseolina*'nın gelişimini sınırlandırdığı belirlenmiştir. Arazi çalışmasında *Trichoderma* izolatlarının uygulandığı parsellerde *M. phaseolina* populasyonunun azaldığı, bitki ölüm oranının kontrole göre daha düşük olduğu ve %25-%37 verim artışı sağlamıştır.

Sonuç: Aydın ili tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* türlerinin bitki gelişimini teşvik ettiği, verim artışı sağladığı ve çilekte kömür çürüklüğü hastalığının mücadelesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: *Macrophomina phaseolina*, *T. afroharzianum*, *T. guizhouense*, *T.harzianum*, Biyolojik mücadele



ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF *TRICHODERMA* SPP., OBTAINED FROM AGRICULTURAL AREAS IN AYDIN PROVINCE, ON CHARCOAL ROT DISEASE IN STRAWBERRY AND PLANT GROWTH

Yunus K. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science, Plant Protection Program, Doctorate Thesis, Aydın, 2022.

Objective: The isolation and identification of *Trichoderma* spp. from agricultural areas of Aydın province were carried out to determine the biological control potential of these isolates against charcoal rot disease in strawberry and their effects on plant growth.

Material and Methods: *Trichoderma* spp. were isolated by dilution series method. The effects of the obtained *Trichoderma* isolates to *Macrophomina phaseolina* were determined *in vitro* and *in vivo*. *Trichoderma* isolates used *in vivo* were identified morphological and molecular. The secondary metabolites of the isolates used in the field trials and the effects of these metabolites on plant growth and *M. phaseolina* were evaluated. Field studies on the Fortuna strawberry variety were repeated for two years in the Sultanhisar district of Aydın province. *Trichoderma* isolates were treated to the plants at a rate of 100 cc/plant (10^8 spores/ml), and the population density of *Trichoderma*, *M. phaseolina* (cfu/g soil), plant mortality rate (%), yield (kg/da) in the plots were determined.

Results: It was revealed that 15 of 88 *Trichoderma* isolates obtained from soil samples were most effective against *M. phaseolina* *in vitro*, and these isolates were determined as *Trichoderma afroharzianum*, *T. guizhouense*, and *T. harzianum* by morphological and molecular identification. The *T. guizhouense* species is the first record in Turkey. In addition, siderophore, cellulase and chitinase activities of these isolates were found to be positive. It was determined that the secondary metabolites of *T. afroharzianum* Tr138 and Tr132 isolates stimulate plant growth and restrict the growth of *M. phaseolina*. It was determined that the *M. phaseolina* population reduced, that the plant mortality rate was lower and yield increased by 25%-37% in the plots where *Trichoderma* isolates were applied in field trials.

Conclusion: It has been revealed that *Trichoderma* species obtained from agricultural areas of Aydin province can be used to control charcoal rot disease, as well as to promote plant growth and yield increased in strawberry.

Keywords: *Macrophomina phaseolina*, *T. afroharzianum*, *T. guizhouense*, *T. harzianum*, Biological control

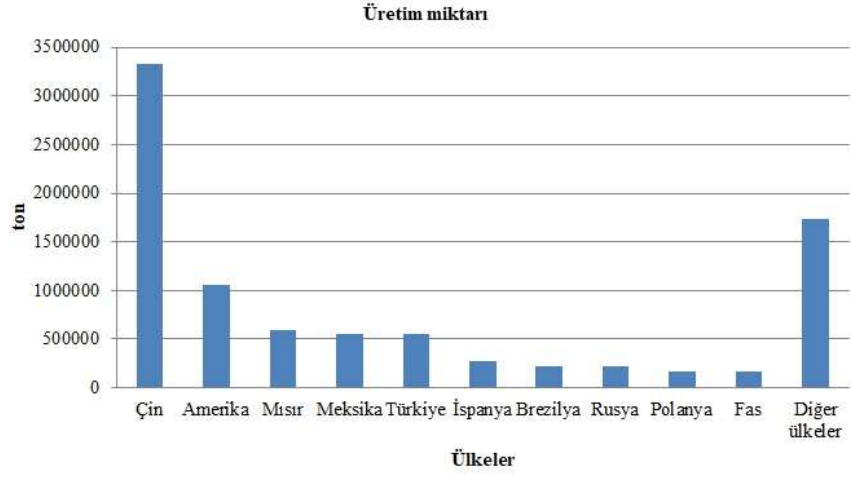


1. GİRİŞ

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.) anavatanı Kuzey ve Güney Amerika olan, Rosaceae familyasında *Fragaria* cisine ait 20'den fazla çeşidi bulunan çok yıllık bir bitkidir (Hancock, 1990; Aaby vd., 2012). Çilek, iyi tat ve yüksek C vitamini, flavonoid ve fenolik içeriği ile taze, işlenmiş (reçel, marmelat, meyve suyu gibi) veya dondurulmuş olarak kullanılmaktadır (Olsson vd., 2004; Giampieri vd., 2013). Çilekteki metabolitler ile ilgili en çok çalışılan aynı zamanda meyveye parlak kırmızı rengini veren fenolik bileşikler grubu içerisinde antosiyoninler önemli bir yer tutmaktadır (Aaby vd., 2012).

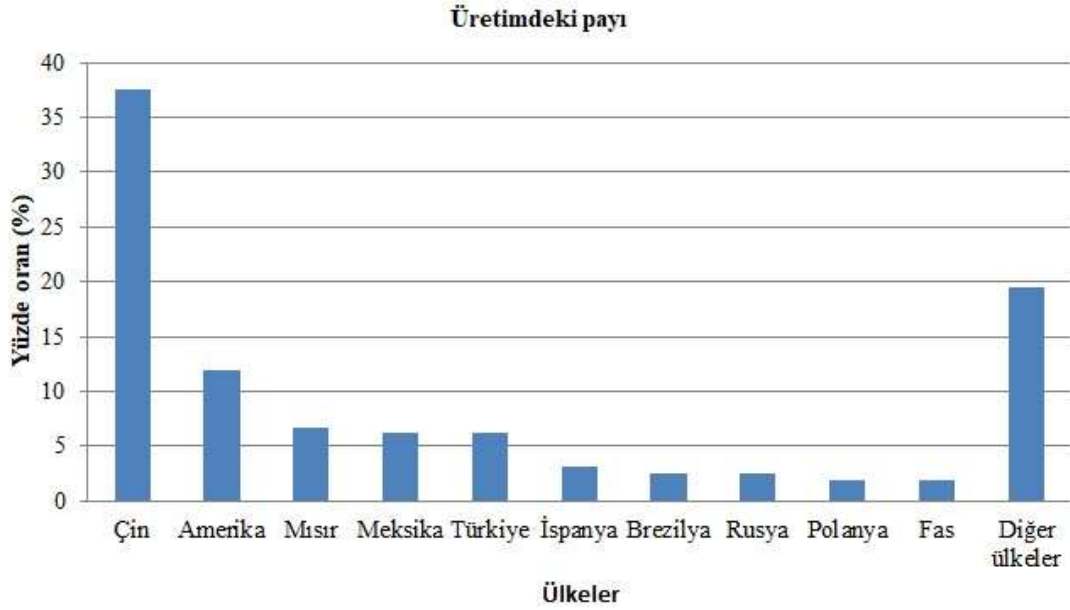
Fotoperiyot, sıcaklık ve coğrafi çevre koşullara bağlı olarak farklı çilek çeşitleri yetiştirilmektedir. Herhangi bir çilek çeşidi, bölgesel ve çevresel koşullara uyumlu bir şekilde gelişebilir ve çeşitli patojenlerine karşı dayanıklılık gösterebilir ancak aynı çeşit farklı çevre koşullarına sahip başka bir bölgede gelişemeyebilir (Garrido vd., 2008). Çilek, toprak özellikleri bakımından çok seçici olmamakla birlikte, kumlu–tınlı ve organik maddece zengin, tuz içeriği düşük, mikro elementlerce zengin, pH 6.5 civarında, kireçsiz, drenajı iyi topraklarda verimi ve ürün miktarı daha yüksek olmaktadır (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013).

Dünyada 2020 yılında 8.861,381 ton çilek üretilmiştir. Şekil 1.1'de verilen 2020 yılı ülkelere göre çilek üretim miktarı değerlendirildiğinde 3.326.816 ton ile Çin ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla Amerika (1.055.963 ton), Mısır (597,029 ton), Meksika (557,514 ton) ve Türkiye (546,525 ton) izlemiştir (FAO, 2022).



Şekil 1.1. 2020 yılı ülkeler bazında çilek üretim miktarları (ton)

FAO 2020 yılı çilek üretim miktarları baz alınarak ülkelerin üretimdeki payları Şekil 1.2’de verilmiştir. Buna göre üretimdeki en yüksek paya sahip ülke Çin (%37,54) iken, ülkemiz %6,17’lik bir oranla beşinci sırada yer almaktadır.



Şekil 1.2. Çilek üreticisi olan önemli ülkelerin 2020 yılı çilek üretimindeki payı (%)

Ülkemizdeki çilek üretimine ilişkin son 5 yıla ait veriler incelendiğinde, 2017 yılında üretim alanı 153,918 da iken 2021 yılında yetiştiricilik yapılan alan miktarı %21,33 bir artışla 186,761 da olmuştur. Ayrıca üretim miktarı açısından değerlendirildiğinde ise 2017 yılında üretim miktarı 400,167 ton iken 2021 yılında %67,22’lik bir artışla 669,195 ton olmuştur. İllere göre üretim miktarını

değerlendirdiğimizde ise Mersin ili 259,988 ton ile ilk sırada yer alırken Aydın ili 66,237 ton ile ikinci sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1) (TÜİK, 2022).

Akdeniz İhracatçı Birlikleri tarafından yayınlanan 2020-2021 (Ocak-Aralık Ayı) Türkiye Geneli Yaş Meyve-Sebze İhracat Raporu'na göre Ocak-Aralık 2020 yılında 25.598.522 kg çilek ihracatı gerçekleşmiş ve 24,5 milyon dolar kazanç sağlamıştır. Ocak-Aralık 2021 döneminde ise bir önceki yıla göre %66 artışla 42.405.624 kg çilek ihracatı gerçekleşmiş olup, değer olarak da %88 artış ile 46,2 milyon dolar getirisi olmuştur (Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, 2022).

Aydın ilinin ilçelerindeki 2017-2021 yıllarında ait çilek üretim miktarını incelediğimizde %15'i geçmeyen bir artış meydana geldiği görülmektedir. 2021 yılına ait verileri değerlendirdiğimizde ise üretimin %54,95'i (36,400 ton) Sultanhisar ilçesinde 9,100 da alanda elde edilmektedir. Diğer ilçeler arasında üretimin büyük bir kısmını Köşk (15,948 ton) ve Efeler ilçesi (7,500 ton) karşılamaktadır (Çizelge 1.2) (TÜİK, 2022).

Ülkemizde çilek üretimi frigo, yeşil fide (freş) ve üreticilerin bir önceki yıldan atan kollardan elde edilen kol fideleri (plag) ile yapılmaktadır. Aydın ilinde yaygın olarak yetiştirilen çilek çeşitleri arasında Florida Fortuna, Sabrina, Rubygem, Festival yer almaktadır. Bölgemizde yetiştirilen çilek Sultanhisar Ziraat Odası başvurusu ile Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından 30.11.2020 tarihinde "Sultanhisar Çileği" olarak Coğrafi İşaret (Mahreç işareti, Tescil no: 613) almıştır (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2021).

Çizelge 1.1. Ülkemizdeki 2017-2021 yıllarına ait çilek üretim verileri (TÜİK, 2022).

İller/Yıllar	2017		2018		2019		2020		2021	
	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)
Mersin	40,816	123,783	46,382	149,438	42,192	168,654	48,152	188,267	44,475	259,958
Aydın	16,243	61,273	16,979	63,843	16,766	67,402	16,879	67,698	16,377	66,237
Antalya	11,969	45,348	12,159	45,988	12,160	56,069	12,519	51,018	14,832	62,488
Konya	16,697	37,572	17,460	42,183	18,073	43,607	19,529	51,098	20,334	51,062
Bursa	31,515	47,757	29,208	49,060	29,336	48,465	30,193	50,621	28,239	48,136
Çanakkale	4,091	14,235	4,665	16,686	6,465	23,292	8,364	30,098	10,898	39,199
Manisa	4,011	13,974	4,309	14,220	4,309	14,286	8,094	27,451	9,655	32,111
Balıkesir	528	669	513	1,294	554	1,398	558	1,670	2,965	17,323
Hatay	405	753	533	933	1,485	3,658	4,140	11,266	5,139	16,652
Adana	931	2,987	952	3,057	1,102	3,391	824	2,019	1,111	2,693
Türkiye	153,918	400,167	161,021	440,968	160,899	486,705	179,777	546,525	186,761	669,195

Çizelge 1.2. Aydın ilinin ilçelerindeki 2017-2021 yıllarına ait çilek üretim verileri (TÜİK, 2022).

İlçeler/Yıllar	2017		2018		2019		2020		2021	
	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)	Üretim alanı (da)	Üretim miktarı (ton)
Sultanhisar	9,000	31,500	9,000	31,498	9,000	35,998	9,100	36,400	9,100	36,400
Köşk	3,500	14,000	4,000	16,000	3,700	14,800	3,600	14,400	3,662	15,948
Efeler	2,275	11,375	2,275	11,375	2,275	11,375	2,275	11,375	1,500	7,500
İncirliova	445	1,558	470	1,645	510	1,785	500	1,750	550	1,925
Kuyucak	280	560	450	900	500	1,000	575	1,121	580	1,102
Nazilli	270	743	270	743	270	743	260	715	260	858
Yenipazar	230	690	230	690	230	690	230	690	320	960
Buharkent	150	563	175	656	175	665	200	760	200	760
Diğer ilçeler	93	284	109	336	106	346	139	487	205	784

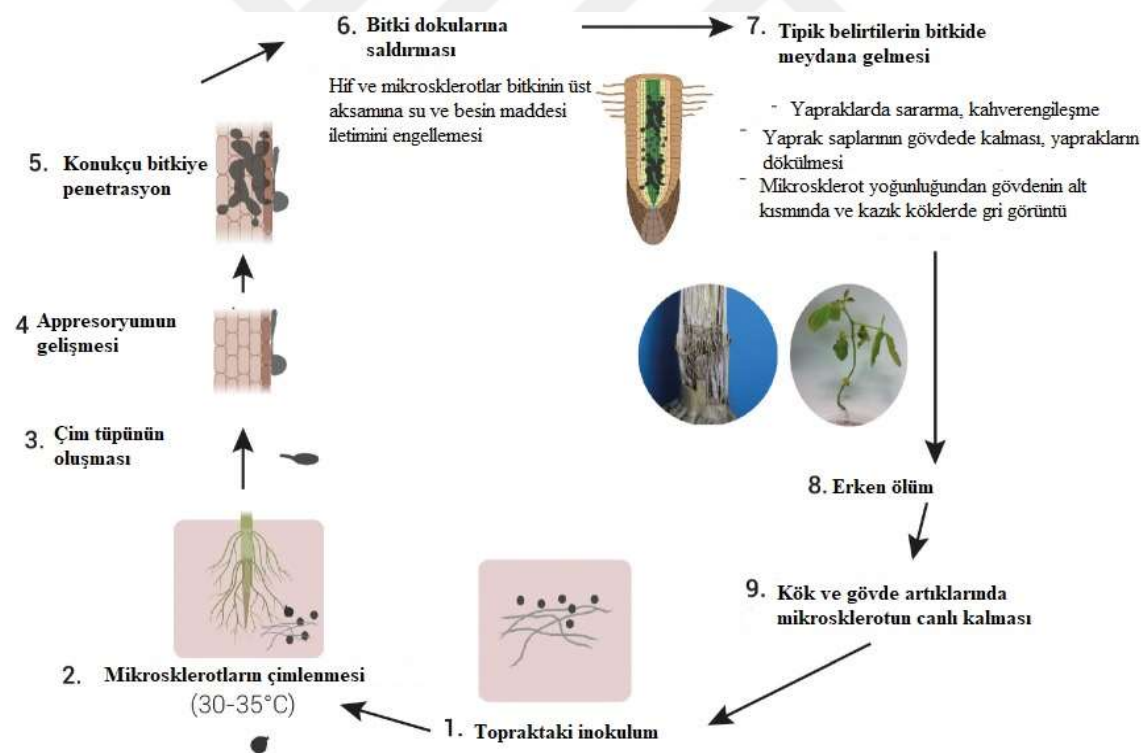
Bitkisel üretimde verimi etkileyen en önemli faktörlerden biri bitki hastalıkları ve zararlılarıdır. Çilek yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara neden olan patojenler bitkinin çeşitli kısımlarını enfekte edebilmektedir. Bu nedenle kök çürüklüğü, taç çürüklüğü, kömür çürüklüğü, *Fusarium* solgunluğu gibi çeşitli hastalıklara neden olan funguslarla birlikte 50 farklı cinse ait fungus çilekte zarar yapmaktadır (Garrido vd., 2011; Hutton vd., 2013; Zveibil vd., 2012).

Ülkemizde çilek üretiminde ekonomik kayıplara neden olan toprak kaynaklı fungal patojenlerin belirlenmesi konusunda birçok çalışma yürütülmüştür. Aydın, İzmir, Zonguldak, Bartın, Düzce illerinde ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yürütülen çalışmalarda; *Rhizoctonia solani* (Benlioğlu vd., 2004; Ertek vd., 2018; Gürer ve Coşkun, 1993; Kapkın, 1978; Pala, 1987), *Fusarium* spp. (Benlioğlu vd., 2004; Dinler vd., 2020; Kapkın, 1978), *F. oxysporum* (Ertek vd., 2018; Gürer ve Coşkun, 1993), *F. moniliforme* (Gürer ve Coşkun, 1993), *Phytophthora* spp. (Ertek vd., 2018), *Phytophthora cactorum*, *Pythium* spp., *Verticillium dahliae* (Benlioğlu vd., 2004), *Alternaria* spp. (Ertek vd., 2018; Kapkın, 1978), *Aspergillus* spp. (Kapkın, 1978), ve son yıllarla çilekte ana sorun haline gelen *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich (Benlioğlu vd., 2004, 2018; Ertek vd., 2018; Korkom ve Yıldız, 2020; Yıldız vd., 2010; Yıldız ve Benlioğlu, 2014) etmenleri tespit edilmiştir.

Macrophomina Botryosphaeriaceae familyasında yer alan, 800'den fazla bitki türünü etkileyen toprak kaynaklı bir fungustur (Poudel vd., 2021). Son yıllarda DNA tabanlı internal transcribed spacers (ITS), translation elongation faktör bir-alfa (*tef1- α*), beta tubulin (*tub2*), actin (*act*), calmodulin (*cmd*) bölgelerine ait çoklu lokus sekans verileri kullanılarak gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda *M. phaseolina*'dan farklı olarak *M. euphorbiicola* (Machado vd., 2019), *M. pseudophaseolina* (Sarr vd., 2014), *M. tecta* ve *M. vaccinii* (Zhao vd., 2019) olmak üzere dört tür daha tespit edilmiştir. Bu türler coğrafik olarak sınırlı dağılım göstermektedir. Ancak *M. phaseolina* kozmopolit bir dağılıma sahiptir ve 500'den fazla bitki türünde enfeksiyon gerçekleştirmektedir (Ghosh vd., 2018). *M. phaseolina*'nın hifleri ince duvarlı, açık ya da koyu kahverengi, bölmeli, hiyalin formdadır. Mikrosklerotları; misellerin kitle halinde oluşturduğu, oval, diktörtgen veya küre şeklinde, ilk aşamada açık kahverengi renkte, olgunlaştıkça koyu kahverengi-siyah renkte olan sertleşmiş yapılardır. Nadiren doğal koşullarda

mikrosklerotlardan daha büyük, koyu kahverengiden siyaha değişen renklere pürüzlü yapıda piknitler oluşturabilmektedir (Lakhran vd., 2018).

Mikrosklerotlar birincil enfeksiyon kaynağıdır ve toprakta canlılığını 15 yıla kadar sürdürebilmektedir (Gupta vd., 2012). Şekil 1.3'te verilen etmene ait hastalık çemberini incelediğimizde; toprakta bulunan mikrosklerotlar ilk inokulum kaynağıdır. Mikrosklerotlar 30-35°C'de çimlenir ve bir çim tüpü oluşur, ardından appresorium oluşarak konukçu bitkinin epidermisine penetrasyon gerçekleşir. Fungus bitkinin köklerine ulaştığında iletim sistemini etkiler ve bitkinin üst kısımlarına su, besin taşınımını sekteye uğratar. Bu durum bitkinin solmasına ve mikrosklerot miktarına bağlı olarak kök boğazında gri rengin meydana gelmesine neden olur. Hastalık şiddetinin yüksek olduğu ve uygun çevre koşulları altında genellikle konukçu bitkinin erken ölümü meydana gelir. Bitkinin kök, gövde artıklarında bulunan mikrosklerotlar toprağa geri dönerek ya yeni bir hastalık döngüsünü başlatabilir ya da toprakta 15 yıla kadar canlı kalabilir (Marquez vd., 2021).



Şekil 1.3. *Macrophomina phaseolina*'nin yaşam döngüsü (Marquez vd., 2021)

Etmen bitkilerde fide yanıklığı, kömür çürüklüğü, kök boğazı ve kök çürüklüğü gibi sorunlara neden olmaktadır (Dhingra ve Sinclair, 1978; Ghosh vd., 2018). *M. phaseolina*'nin neden olduğu kömür çürüklüğü çilek bitkisinin hızla çökmesine ve

ölümüne neden olmaktadır. Enfeksiyon, yüksek sıcaklıklarda (30°C), toprak neminin az olduğu (<%60) ve kumlu topraklarda meydana gelmektedir (Kaur vd., 2012; Peres vd., 2018). *M. phaseolina* çilekte köklerle birlikte kök boğazında ve gövdede görülür. Enfekte olmuş kökler önce kahverengileşir, daha sonra çürürler. Ana köklerin çürümeye başlamasıyla beraber sekonder kökler gelişmeye başlar. Çürüklük bitkinin kök boğazından gövdeye geçer ve gövde içinde üst kısımlara doğru ilerlemeye devam eder. Daha sonra hastalık sapın öz kısmını kaplar; öz ile birlikte kabuk da çürüyünce bitki tamamen ölür (Koike vd., 2013) (Resim 1.1). Çilekte meyve oluşumu belirtilerin başlangıcından itibaren etkilenmez, ancak çökmeye başladığında etkilenir (Mertely vd., 2014).



Resim 1.1. *Macrophomina phaseolina*'dan zarar görmüş çilek bitkilerinin arazideki (a) ve bitkinin taç kısmındaki (b) belirtisi (Koike, 2008)

Toprak kaynaklı patojenler, yabancı otlar ve arthropod türler tüm bitkilerde ciddi ekonomik kayıplara neden olmakta hem kaliteyi hem de verimi olumsuz etkilemektedir. Toprak kaynaklı patojenler canlılığını devam ettirmek ve yayılmak için dayanıklı yapılar gibi birçok mekanizmaya sahiptir (Katan ve Gamliel, 2012). Birçok sebze türü için bir veya birden fazla toprak kaynaklı patojene karşı tolerant/dayanıklı ticari çeşitler elde edilmiştir. Bununla birlikte dayanıklı genotipler, hastalık gelişimi için oldukça elverişli olan tarla koşullarında her zaman tamamen koruyucu etki göstermeyebilir. Bitkilerde şiddetli enfeksiyon gerçekleştiğinde patojene ait yeni ırklar meydana gelebilir ve dayanıklı çeşidi enfekte edebilir. Ayrıca dayanıklı çeşitler genellikle dar bir patojen türü ve ırkına karşı koruma sağlarken, diğer patojenlere karşı koruma sağlamamaktadır. *M. phaseolina*'ya tolerant/dayanıklı

ilek eşitlerinin belirlenmesi konusunda yürütülen çalışmalarda ‘Albion’ (Fang vd., 2012), ‘Seascape’ (Koike, 2008), ‘Aromas’ (Fang vd., 2012), ‘Coral’ (Aviles vd., 2012) eşitlerinin dayankılı/tolerant olduğu belirlenmiştir. Ancak farklı ülkelerde farklı çeşitlerin kullanılması, bölgede sorun olan *M. phaseoliana* izolat/izolatlarının farklı virülenslik düzeylerine sahip olmasından dolayı patojene karşı çeşitlerin reaksiyonu da değişmektedir.

M. phaseolina’nın konukçu dizininin geniş olması, mikrosklerotlarının uzun süre canlılığını sürdürebilmesi nedeniyle mücadele yöntemlerinin içerisinde ürün rotasyonu hastalığın kontrolünde düşük etki göstermesine yol açmaktadır (Marquez vd., 2021). Ayrıca ilek üretiminin yıl içersinde uzunca bir süreci oluşturmasından dolayı bunu pek mümkün kılmamaktadır.

Toprak fumigasyonu uygulaması toprak kaynaklı patojenlerin, nematodların ve yabancı otların kontrolünün yanı sıra ilek veriminin artışına da katkı sağlamaktadır (Subbarao vd., 2007). Metil Bromid ilek yetiştiriciliğince toprak kaynaklı patojenlere karşı standart bir fumigant uygulaması olarak yapılmaktaydı. Ancak Montreal protokolü kapsamında aşamalı olarak kullanımının azaltılması ve yasaklanması (EPA, 1999) tüm dünyada kömür rklğu hastalığını ana sorun haline getirmesinin nedenlerinden biri olmuştur (Holmes vd., 2020; Velders vd., 2007). Alternatif fumigantların (1,3-dichloropropene, chloropicrin, metam sodium, dazomet) toprakta sınırlı hareketinden dolayı hastalığın mücadelesinde etkisi az olmaktadır ve hastalığın kontrol altına alınmasını sağlayamamaktadır (De los Santos vd., 2021; Peres vd., 2018).

Toprak solarizasyonu çilekte diğer etmenleri (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* gibi) etkili bir şekilde kontrol altına alabilmektedir, ancak toprağın özellikle 10-20 cm derinliğinde *M. phaseolina*’ya etkili olamamaktadır (Lodha vd., 1997, Su vd., 2001; Yıldız vd., 2010).

Sürdürülebilir bir ilek üretimi için *Macrophomina* ile bulaşık alanlarda entegre hastalık yönetimine yönelik yaklaşımların ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle biyolojik mücadele etmenlerinin diğer mücadele yöntemleriyle birlikte uygulanması çilekte kömür rklğu hastalığının kontrolünde önemli bir rol oynar. Biyolojik mücadele etmenlerinin solarizasyon ile kombinasyonu, solarizasyon sürecine ve olumsuz iklim koşullarında meydana gelebilecek sorunlara karşı katkı

sağlayabilmektedir. Ayrıca süs bitkileri ve sebze yetiştiriciliğinde geniş çapta uygulanabilen bir yaklaşım olup toprağın buharla dezenfekte edilmesinden sonra da uygulanabilir (Garibaldi vd., 2014). Bitki hastalıklarının kontrolünde biyolojik mücadele etmeni olarak fungusların kullanılması ekonomik, çevre dostu ve uzun vadeli bir stratejidir (Olowe vd., 2020). Yirmibeş fungal biyolojik mücadele etmeni içerisinde *Trichoderma* türlerinin büyük bir potansiyele sahip olduğu ve yaygın olarak kullanıldığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Babu ve Pallavi, 2013; Manandhar vd., 2019; Olowe vd., 2022; Thambugala vd., 2020).

Trichoderma türleri (Hypocreales, Pezizomycotina, Ascomycota) topraktan, bitki köklerinden ve bitki artıklarından kolayca izole edilebilen fungal biyolojik mücadele etmenleridir (Lee vd., 2012; Samuels, 2006). Persoon (1974) atfen Samuels (2006), *Trichoderma* ilk kez 1974 yılında topraktan ve çürüyen organik maddelerden Persoon tarafından izole edildiğini bildirmiştir. *Trichoderma* türlerinin gelişiminin toprağın nem oranının orta düzeyde ve pH 5.5-7.5 aralığındaki alanlarda en iyi olduğu belirlenmiştir (Singh vd., 2014). *Trichoderma* türlerinin etki mekanizmaları doğrudan ve dolaylı şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Doğrudan veya direkt etki mekanizmaları içerisinde; mikoparazitizm (patojenin hücre duvarını parçalayan litik enzimlerin üretilmesi) (Vinale vd., 2008; Yang, 2017), antibiyosis (düşük molekül ağırlıklı antibiyotikler veya sekonder metabolitleri oluşturması) (Zeilinger vd., 2016), rekabet (aynı alan, besin) (Benítez vd. 2004) yer almaktadır. Doğrudan olmayan etki mekanizmaları içerisinde ise bitki savunma sisteminin lokal veya sistemik olarak uyarılması (bazı metabolitler yardımıyla) (Harman vd., 2004), sistemik kazanılmış dayanıklılığın uyarılması (SAR) (Pieterse vd. 2014), biyolojik iyileştirme (hidrolitik enzimler üretmek) (Kumar vd., 2012), bitki gelişimini ve besin maddesi alımını arttırmak, topraktaki besin maddesi ve minerallerin çözünürlüğünün arttırmak (Wilberforce vd., 2003), kök gelişimini teşvik etmek yer almaktadır. *Trichoderma* türlerinin etki mekanizmalarının çok yönlü olması ve farklı ortamlara uyum yeteneği sayesinde sera, tarla ve hasat sonrası gibi farklı koşullarda bitkilerde zarar oluşturan fungus yanı sıra nematod ve böceklerin mücadelesinde de kullanılmaktadır (Sood vd., 2020).

Trichoderma türlerinin yaklaşık 70 yıldır patojenlere karşı antagonistik etki gösterdikleri bilinmektedir (Gveroska ve Ziberoski, 2012; Khalili vd., 2012). Bu nedenle birçok çalışma grubu *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. virens* gibi farklı

Trichoderma türlerini içeren biyolojik mücadele preparatı geliştirmeye odaklanmıştır (Asad vd., 2014, 2015), ayrıca bu türler tek başına kullanımında da bitki hastalıklarının kontrolünde olumlu katkılar sağlamaktadır (de Lima vd., 2017; Nusaibah ve Musa, 2019). *Trichoderma* türlerinin olumsuz koşullarda ve farklı rhizosferde çoğalma yeteneğine sahip olması, bitki patojenlerine etkili olması, bitkinin dayanıklılık mekanizmasını uyarması, bitki gelişimini teşvik etmesi gibi özellikleri ile biyogübre, biyopestisit olarak kullanılabilir olması ve doğal stimulant olması yönleriyle biyolojik mücadele etmenleri arasında önemli bir yer edinmesini sağlamıştır (Devi vd., 2019; Liu vd., 2020; Sharma vd., 2017; Waghunde vd., 2016). Dünyada etkili biyofungisitler içerisinde %60'dan fazlası *Trichoderma*'lardan elde edilmektedir (Abbey vd., 2019). Hindistan'da ise *Trichoderma* içeriğine sahip yaklaşık 250 biyofungisit kullanılmaktadır (Singh vd., 2009). Dünyada biyopestisit olarak tescil alan *Trichoderma* türlerini içeren preparatlar Çizelge 1.3'te verilmiştir (Asad, 2022; Woo vd., 2014) ve ülkemizde yer aldığı belirtilenler ise ithal olarak temin edilmektedir.

Çizelge 1.3. *Trichoderma* türlerinin içeren farklı ülkelerde tescili ve pazarlanan biyo-fungisitler.

<i>Trichoderma</i> Türü	Ticari Adı/Firma	Mevcut Olduğu Ülkeler
<i>T. asperellum</i> / T34	T34 Biocontrol (Biocontrol Technologies, S.L., Fargro Ltd.)	Avrupa
<i>T. asperellum</i> ICC 012 + <i>T. gamsii</i> ICC080	Remedier WP (Isagro ABD)	ABD, Türkiye, Fransa, İtalya, Slovenya, İspanya
<i>T. asperellum</i> / T25 ve T11	Tusal (Isagro ABD)	İtalya, Fransa
<i>T. atroviride</i> / LC52	Trichopel, Trichodry, Trichospray, Vinevax Biodowel/Pruning (Agrimm Technologies Ltd.)	Yeni Zelanda
<i>T. atroviride</i> / IMI 206040	Binab TF WP (BINAB Bio-Innovation AB)	İsveç, İtalya, Yeni Zelanda
<i>T. hamatum</i> / TH382	Floragard (Sellew Associates, LLC)	ABD
<i>T. harzianum</i> / DB 103	T-Gro (Dagutat Biolab)	Güney Afrika, ABD
<i>T. harzianum</i> Rifai/ T-22	Trianum-P ve Trianium-G (Koppert B.V.)	Belçika, İspanya, Hollanda, Fransa, İsveç ve Yeni Zelanda
<i>T. harzianum</i> Rifai KRL-AG2	Rootshield, T-22 Planter Box (Bioworks Inc.)	ABD, Türkiye
<i>T. harzianum</i>	Trichoflow (Agrimm Technologies Ltd.)	Yeni Zelanda, Türkiye
<i>T. polysporum</i> / IMI 206039	Binab TF WP (BINAB Bio-Innovation AB)	İsveç
<i>T. polysporum</i> Rifai ATTC 20475+ <i>T. viride</i>	Binab t (BINAB Bio-Innovation AB)	Birleşik Krallık, ABD ve Yeni Zelanda
<i>T. virens</i> / G-41	G-41 Technical, BW240 G, BW240 WP (Bioworks Inc)	Vietnam, ABD, Kanada
<i>T. viride</i> / ATCC 20476	Binab T (Binab Bio innovation)	Kıbrıs, ABD, Hindistan
<i>T. viride</i>	Bio-Cure F (T.Stanes Ltd.)	Hindistan, Türkiye

Trichoderma türleri çilekte sorun olan bazı patojenlerin kontrolünde olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmalardan bazıları; *Botrytis cinerea* (Benlioğlu vd., 2015; Freeman vd., 2004; Kowalska, 2011; Levy vd., 2015; Wambui, 2021), *Colletotrichum* spp. (Freeman vd., 2004; Porras vd., 2007; Sanabria, 2020), *Phytophthora cactorum* (Bisutti vd., 2017; Pánek vd. 2021; Porras vd., 2007), *Rhizoctonia solani* (Elad vd., 1981; Sekmen vd., 2021), *M. phaseolina* (Chamorro vd., 2015; Khalifa vd., 2019; Korkom ve Yıldız, 2020, 2022; Pastrana vd., 2016), *Armillaria* spp. (Percival vd., 2011; Pertot ve Luca, 2009; Raziq ve Fox, 2005), *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* (Hannan vd., 2021, Koike ve Gordon, 2015), *Verticillium dahliae* (Bisutti vd., 2017; Meszka ve Bielenin, 2009; Mirmajlessi vd., 2016) etmenlerine etkisi üzerine yürütülmüştür.

Çilek gerek ülkemiz gerekse bölgemiz açısından yaş meyve ihracatında önemli bir meyvedir. *M. phaseolina* tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çilek üretim alanlarında verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli bir sorun haline gelmiştir. Ayrıca hastalıkla etkili bir mücadele yöntemi olmadığı için biyolojik mücadele uygulamalarının hastalığı kontrol etmedeki katkısının değerlendirilmesi de dikkati çekmektedir. Bu çalışma ile Aydın ili tarım alanlarından önemli bir fungal biyolojik mücadele etmeni olan *Trichoderma* türlerini izole etmek, *Trichoderma* izolatlarının *in vitro*, *in vivo*, arazi koşullarında *Macrophomina phaseolina*'ya ve bitki gelişimine etkisini belirlemek, arazi çalışmasında kullanılan *Trichoderma* izolatlarının sekonder metabolit üretimi, sekonder metabolitlerin *in vitro* koşullarda *M. phaseolina* ve bitki gelişimine etkisini belirlemek, ayrıca denemelerde kullanılan *Trichoderma* izolatlarının morfolojik ve moleküler olarak tanılanması amacıyla ele alınmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada çilek üretim alanlarında *Macrophomina phaseolina*'nın ilk tespitine yönelik birçok çalışma vardır. Ülkemizde Aydın ilinde çilek üretim alanlarında yürütülen çalışmalarda patojenin varlığı tespit edilmiştir (Benlioğlu vd., 2004; Yıldız vd., 2010). Diğer ülkelerde ise ABD, Florida ve İsrail'de 2005 yılında, (Mertely vd., 2005, Zveibil ve Freeman, 2005), Yunanistan'da 2006 yılında (Tjamos vd., 2006), Avustralya'da 2007 yılında (Golzar vd., 2007), Amerika Kaliforniya'da 2008 yılında hastalığın görülme oranında artış gözlemlendiği (Koike, 2008), İspanya'nın Huelva kentinde 2008 yılında (Aviles vd., 2008), İtalya'da 2010 yılında (Angelini ve Faedi, 2010), Arjantin Tucuman'da 2011 yılında (Baino vd., 2011), İran'da 2012 yılında (Sharifi ve Mahdavi, 2012) ve Şili'de 2013 yılında (Sánchez vd., 2013), İtalya Basilicata bölgesinde 2017 yılında (Gerin vd., 2018), Pakistan Sargodha şehrinde 2017 yılında (Qamar vd., 2019) tespit edilmiştir.

Çilek üretim alanlarında kömür çürüklüğü kontrolüne yönelik bir mücadele yönteminin uygulanmaması durumunda üretim sezonu sonunda %80'e varan bitki ölümlerine neden olabileceği belirtilmektedir (Chamorro vd., 2016). Sıcak iklim koşullarına sahip alanlarda, kömür çürüklüğü hastalığı belirtileri genellikle sonbaharda dikiminden hemen sonra ve sıcaklıkların artmaya başladığı ilkbaharda ortaya çıkmaktadır (Baggio vd., 2021).

Farklı çilek çeşitlerinin *M. phaseolina*'ya karşı duyarlılık/toleranslık seviyelerinin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmalar (Aviles vd., 2012; Fang vd., 2012; Holmes vd., 2017; Koike, 2008; Pickel vd., 2020; Sánchez vd., 2016) sonucunda çeşitlerin yetiştirildiği bölgeye özgü bazı kombinasyonlara bağlı olarak duyarlılıklarının değişken olduğu belirlenmiştir.

Bununla birlikte fide dikim zamanının patojen için olumsuz koşulların olduğu geç dönemde yapılması, hastalık başlangıcını geciktirdiği için diğer bir mücadele yöntemi olarak İsrail'de çilek yetiştiriciliğinde önerilmektedir. Sonbahar başlangıcı Ekim ayında toprak sıcaklıkları nispeten yüksek olması *M. phaseolina*'nın tercih ettiği koşullardır. Sonbahar mevsimi ilerledikçe toprak sıcaklıkları düşmektedir bu durum patojen için olumsuz koşulları meydana getirmektedir. İsrail'de 2019-2020 çilek üretim sezonunda erken fide dikiminde bitki ölümleri dikimden yaklaşık 40 gün sonra başlarken, erken fide dikiminden 3 hafta sonra

fide dikimi yapılan alanlarda dikimden 180 gün sonra bitki ölümleri görülmeye başladığı belirtilmiştir (Cohen vd., 2022).

Kömür çürüklüğü hastalığının meydana gelmesinde ve hastalık şiddetinin artmasında çevre koşullarının büyük bir etkisi olduğu göz önüne alındığında, çilek yetiştiriciliğinde *M. phaseolina* ve diğer patojenlerin yönetim stratejilerinin belirlenmesinde ülkesel veya bölgesel yürütülen mücadele çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır.

Çilek üretim alanlarında *M. phaseolina* ile mücadelede dünyada ve ülkemizde genellikle dikim öncesinde fumigant uygulamalarına yer verilmektedir. Metil Bromid'in Montreal Protokolü kapsamında aşamalı olarak kullanımının yasaklanmasından sonra farklı fumigantların (chloropicrin, metam sodyum, metam potasyum, dimethyl disulfide gibi) uygulanması ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Chloropicrin (trichloronitrometan) bazı fungus ve bakterilere karşı etkili kontrol sağlayabilmekte iken, dormant yabancı otlara ve tohumlarına, nematodlara karşı etkisi daha düşüktür (Duniway, 2002). Metam sodyum (sodyum N-methyl dithiocarbamate) ve metam potasyum (potasyum N-methyl dithiocarbamate) toprakta suyun hareketine bağlı olarak sınırlı hareket etmesi nedeniyle dezavantajlıdır. Ayrıca bir başka problem ise kök bölgesinden sızıntılar meydana gelerek yeraltı suyuna karışabilmektedir (Holmes vd., 2020). Dimethyl disulfide (DMDS) diğer fumigantlar içerisinde ozon tabakasına zarar vermeyen olarak nitelendirilmesi ile birlikte keskin ve güçlü bir kokusu vardır (Holmes vd., 2020). Avrupa Birliği ülkelerinde kullanımına yönelik işlemleri devam etmektedir (Greco vd., 2020). Ülkemizde çilek üretim alanlarında fumigant olarak kullanımına T.C. Tarım Bakanlığı tarafından izin verilen sadece metam potasyum ve dimethyl disulfide vardır. Kimyasal toprak fumigantlarının sürekli kullanımı yeraltı suyuna kontaminasyon riskinin yüksek olması, kalıntı birikimine ve toprak biyoçeşitliliğine olumsuz etkileri sebebiyle çevre sorunlarına neden olmaktadır. Çoğu fumigantın Avrupa Birliği ve diğer yerlerde kullanımı yasaklanmış ya da sınırlandırılmıştır (de los Santos vd., 2021).

Aydın ilinde yaygın olarak kullanılan solarizasyon (Yıldız vd., 2010), biyofümigasyon gibi uygulamaların tek başına kullanımı *M. phaseolina*'ya karşı etkili değildir. Bu nedenle diğer mücadele yöntemleri ile kombinasyonu önemli bir yer tutmaktadır (Benlioğlu vd., 2005; Chamorro vd., 2015; de los Santos vd., 2021). Solarizasyon, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri olmayan biyolojik mücadele yönteminin önemli bir kombinasyon partneridir. Biyolojik mücadele etmenleri içerisinde *Trichoderma* türleri çilekte gerek toprak kaynaklı gerekse yeşil aksamda görülen birçok fungal hastalıklara karşı kullanılmaktadır. Ayrıca birçok

ticari formulasyonu mevcuttur. Çilek bitkisinde *M. phaseolina* ile mücadelede *Trichoderma* türlerinin kullanıldığı çalışmalar gerek ülkemizde gerekse dünyada giderek artmaktadır (Chamorro vd., 2015; Korkom ve Yıldız, 2022; Pastrana vd., 2016; Porras vd., 2007).

Porras vd. (2007) tarafından İspanya Huelva kentinde (Mouger) yürütülen çalışmada çilek yetiştiriciliği yapılan alanda ardışık üç üretim sezonunda (2000-2001, 2001-2002 ve 2002-2003) solarizasyonun ve *Trichoderma*+solarizasyon kombinasyonunun bitki gelişimine etkisi araştırılmıştır. Solarizasyon tüm üretim sezonlarında temmuz-eylül süresince gerçekleştirilmiştir. *Trichoderma* uygulaması (*T. harzianum*+*T. viride*; Tusals, 5×10^8 konidi/g) dikiminden bir hafta önce bir kez damla sulama ile (10^8 konidi/m²) 10 dk. süresince uygulanmıştır. Daha sonra dikim işleminde fide kökleri (Camarosa çeşidi) 10 dk. süresince *Trichoderma* spp. süspansiyonuna (10^6 konidi/ml) daldırıldıktan hemen sonra dikim gerçekleştirilmiştir. 2000-2001 üretim sezonunda verim değerleri değerlendirildiğinde; sadece solarizasyon uygulamasında 16,883 kg/ha, sadece *Trichoderma* uygulamasında 16,113 kg/ha, solarizasyon+*Trichoderma* 17,442 kg/ha, kontrolde ise 17,007 kg/ha elde edilmiştir. 2001-2002 sezonunda; sadece solarizasyon uygulamasında 26,085 kg/ha, sadece *Trichoderma* uygulamasında 27,150 kg/ha, solarizasyon+*Trichoderma* 26,157 kg/ha, kontrolde ise 14,682 kg/ha elde edilmiştir. 2002-2003 sezonunda; sadece solarizasyon uygulamasında 39,300 kg/ha, sadece *Trichoderma* uygulamasında 41.645 kg/ha, solarizasyon+*Trichoderma* 50,738 kg/ha, kontrolde ise 35,400 kg/ha elde edilmiştir.

İspanya'nın Huelva kentinde (Mouger) 2010-2011 ve 2011-2012 üretim sezonunda biyosolarizasyon+taze tavuk gübresi (12,500 kg/ha)+ticari *Trichoderma* biyopreparatı (3,5 kg/ha) (Tusal; 1×10^{11} *T. harzianum* T11+ 1×10^{11} *T. viride*) her iki üretim sezonunda da organik maddeler temmuz ayı ortasında rototiller yardımıyla toprağa karıştırılmıştır. İki sezonun ortalaması alınarak değerlendirilen bitki ölüm oranı kontrolde yaklaşık %45 iken, uygulama yapılan alanda yaklaşık %10 oranında olmuştur. Çalışmada erkenci verim değerleri ve toplam verim değerleri karşılaştırıldığında kontrolde diğer uygulamalara göre daha küçük meyve oluşumu gözlenmiştir. Toplam meyve açısından değerlendirildiğinde (iki sezonun ortalaması alınmış) kontrolde 44,784 kg/ha iken, biyosolarizasyon + taze tavuk gübresi + *Trichoderma* uygulamasında 66,399 kg/ha olarak belirlenmiştir (Domínguez vd., 2014).

İspanya'nın Mouger-Huelva kentinde 2009-2010, 2010-2011 ve 2011-2012 çilek üretim sezonunda daha önce hiçbir fumigant uygulaması yapılmayan alanda çalışma yürütülmüştür. "Camarosa" çeşidi çilek fidelerine dikim öncesi ve damla sulama şeklinde biyosolarizasyon+taze tavuk gübresi (12,500 kg/ha)+ticari *Trichoderma* biyopreparatı (3,5

kg/ha) (Tusal; 1×10^{11} *T. harzianum* T11+ 1×10^{11} *T. viride*) uygulamasının toprak kaynaklı fungal patojenlere ve verime olan etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, organik maddelerin toprağa karıştırılmasından sonra 30 gün solarizasyon uygulamasının *M. phaseolina*'nın sklerot popülasyonunu azalttığı ya da sabit düzeyde bıraktığı belirlenmiştir. 2009-2010 üretim sezonuna ait bitki ölüm oranı ve verim değerlerine ait veri alınamamıştır. Bitki ölüm oranı 2010-2011 üretim sezonunda %13,2 oranında, 2011-2012 üretim sezonunda %1,1 oranında belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise sırasıyla %28,2, %42,8, %25,2 oranında belirlenmiştir. Verime ait sonuçlar ise 2010-2011 üretim sezonunda 64,256 kg/ha (761,8 g/bitki başına), 2011-2012 üretim sezonunda 89,421 kg/ha (1,152.2 g/bitki başına) olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise sırasıyla 36,492 kg/ha (489,3 g/bitki başına), 55,915 kg/ha (759,2 g/bitki başına) olarak belirlenmiştir (Chamorro vd., 2015).

Pastrana vd. (2016) çilek yetiştiriciliğinde ana sorun haline gelmiş olan *Fusarium solani* ve *M. phaseolina*'ya karşı üç farklı biyolojik mücadele etmeninin (*Bacillus megaterium*, *B. laterosporus* ve *Trichoderma asperellum* T18) etkinliğini *in vitro* ve arazi koşullarında araştırmıştır. Biyolojik mücadele etmenleri iki farklı şekilde; kök daldırma ve toprağa uygulama ve iki farklı zamanda patojen inokulasyonu öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. *In vitro*'da yürütülen ikili kültür çalışması sonucunda *T. asperellum*'un *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini %55 oranında, *Fusarium solani*'nin %39 oranında, *Bacillus* spp.'nin ise sırasıyla %43, %37 oranında engellediği belirlenmiştir. *M. phaseolina*'nın kontrolüne yönelik yürütülen arazi çalışması sonucunda (Fortuna çilek çeşidi) kontrol grubunda hastalık oranı %100 iken, *T. asperellum* toprak uygulamasında %66,7, kök daldırmada %35,4 olarak belirlenmiştir. En az hastalık oranı thiophanate-methyl'in toprak uygulamasında (%13,4) belirlenmiştir. *F. solani*'ye yönelik yürütülen çalışmada (Camarosa çilek çeşidi) kontrol grubunda hastalık oranı %85,4 iken, *T. asperellum*'un toprak uygulamasında %22,5, kök daldırmada %16,1 olarak belirlenmiştir. En az hastalık oranı thiophanate-methyl toprak uygulamasında (%11,3) belirlenmiştir.

İspanya'nın Huelva bölgesinde 2013-2014 çilek üretim (Florida Fortuna çeşidi) sezonunda yüksek yoğunluklu polietilen naylon (42,5 mikron kalınlığında) kullanılarak biyosolarizasyon uygulamalarının etkinliği değerlendirilmiştir. Solarizasyon uygulanmış alanda taze tavuk gübresi (12,500 kg/ha) + *Trichoderma* (Tusal; *T. asprellum*+*T. atroviride*) (2 kg/m^3 su+aminoasit 2 lt/m^3 su) uygulamasının *M. phaseolina*'ya etkisi araştırılmıştır. Dikimle birlikte uygulama yapılmış ve üretim sezonu içerisinde uygulama damla sulama sistemi yardımıyla 6 kez tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda kömür çürüklüğü hastalığına

bağlı olarak gelişen bitki ölüm oranı kontrolde %43,30 iken uygulama yapılan alanda ise %29,72 olarak belirlenmiştir. Uygulamaların verime olan etkisi değerlendirildiğinde kontrolde 24,660 kg/ha iken taze tavuk gübresi+*Trichoderma* uygulamasında 43,323 kg/ha olarak belirlenmiştir (Domínguez vd., 2016).

Mısır'da Kalyubiye şehrinde çilek üretim alanlarından bitki örnekleri alınmış ve yapılan izolasyon sonucunda %23,3 oranında *M. phaseolina* izole edilmiştir. *In vitro*'da *T. viride*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. album* ve *T. koningii* türlerinin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimine olan etkisi değerlendirildiğinde en yüksek antagonistik etkiyi *T. harzianum*'un (74,67 mm) gösterdiği belirlenmiştir. 2015-2016 ve 2016-2017 üretim sezonunda arazi koşullarında *T. harzianum*, *T. album*, *T. viride*, *T. hamatum* ve Plant Guard (*Trichoderma* spp. 3×10^7 spor/ml) uygulamalarının kök çürüklüğü hastalığının görülme sıklığını azaltan aynı zamanda bitkilerin hayatta kalmasında en yüksek etkinlik gösteren uygulamalar (2015-2016 yılında tüm uygulamalar %77, %72, %72, %27, %45 oranında, 2016-2017 yılında sırasıyla %67,2, %63,4, %56,7, %29,9, %51,5) olduğu belirlenmiştir (Ahmed ve El-Fiki, 2017).

Mısır'ın İsmailiye ilinde çilek üretim alanlarından (Abo-Swar, EL-Kassasin ve El-Manayef) alınan bitkilerden %53,33 oranında *M. phaseolina* izole edilmiştir. *In vivo*'da *T. harzianum* ve *T. viride*'nin kömür çürüklüğü hastalığına etkisi, fide (cv. Festival) daldırma şeklinde uygulanmış ve hastalık oranı/şiddeti olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; *T. harzianum*'un uygulandığı doğal olarak bulaşık toprakta hastalık oranı %75 iken, toprağa yapay olarak *M. phaseolina* inokulasyonu gerçekleştirilen uygulamada ise %15 olarak belirlenmiştir. Hastalık şiddeti ise sırasıyla %60 ve %7,4 olarak belirlenmiştir. *T. viride* uygulamasında ise doğal olarak bulaşık toprakta hastalık oranı %50 iken, toprağa yapay olarak patojen inokulasyonu gerçekleştirilen uygulamada %16 olarak belirlenmiştir. Hastalık şiddeti ise sırasıyla %34,5 ve %16 olarak kaydedilmiştir. Patojen inokulasyonu gerçekleştirilen kontrol grubunda ise hastalık oranı %100, hastalık şiddeti %83 olarak belirlenmiştir (El-Marzoky vd., 2018).

Mısır'da Buhayre ilinde bulunan çilek üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden izole edilen *T. viride* (1 izolat), *T. viride* (2 izolat), *T. viride* (3 izolat), *T. hamatum* (1 izolat), *T. hamatum* (2 izolat), *T. hamatum* (3 izolat), *T. koningii*, *T. harzianum* izolatlarının yine aynı bölgeden kömür çürüklüğü hastalığı belirtisi gösteren çileklerden izole edilen *M. phaseolina* (M1 ve M3 izolatları)'ya karşı etkisi *in vitro* ve sera koşullarında değerlendirilmiştir. *In vitro*'da ikili kültür çalışması sonucunda *T. viride* (2) izolatı her iki patojen izolatına karşı en yüksek engelleme oranı gösteren izolatlar olmuştur. Sera koşullarında yürütülen çalışma

sonucunda *M. phaseolina* (M1 ve M3 izolatlarında) ile enfekteli bitkilerde canlı kalma oranında en iyi etkiyi *T. hamatum* (1, 2) uygulaması olduğu belirtilmiştir (Khalifa vd., 2019).

Korkom ve Yıldız (2020) Aydın ili çilek üretim alanlarından topraktan izole ettikleri 10 adet *Trichoderma* izolatının *in vitro* ve *in vivo*'da (Rubygem çilek çeşidi) *M. phaseolina*'ya etkisini araştırmışlardır. *In vitro*'da yürütülen antagonistik çalışmalar kapsamında *Trichoderma* izolatlarının; ikili kültür testinde %25,9-59,1 oranında, *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin %13,33-30,00 oranında *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimi sınırladığı belirlenmiştir. Test edilen tüm izolatlarda hiperparazitik ilişki görülmüştür. Ayrıca ikili kültür testi değerlendirmesinde *Trichoderma* izolatlarının mikrosklerot oluşumunu %11,7-63,1 oranında ve uçucu bileşiklerin etkisinin değerlendirildiği çalışmada mikrosklerot oluşumunu %9,7-77,3 oranında azalttığı belirlenmiştir. *In vivo* çalışması *Trichoderma* ile patojenin aynı anda uygulanması (Tr+Mp) ve *Trichoderma* uygulamasından 15 gün sonra patojen inokulasyonunun gerçekleştirilmesi (Tr+Mp15) şeklinde yürütülmüştür. Tr+Mp uygulamasında, Tr28 izolatında en fazla ağırlık artışı görülmüş (%36,47) ve bitki ölümünün olmadığı belirlenmiştir. Tr+Mp(15) uygulamasında ise Tr25 izolatında fidelerde en fazla yaş ağırlık artışı (%47,37) saptanmış ve Tr26, Tr24, Tr21, Tr28 izolatlarında bitki ölümünün olmadığı belirlenmiştir. Kontrolde ise %10,4 oranında yaş ağırlık artışı belirlenmiştir.

Mısır'da çilek üretim alanları solgunluk gösteren/ölen bitkilerden izole edilen *M. phaseolina*'ya karşı *T. harzianum* (T1), *T. viride* (T2) izolatlarının etkinliğini belirlemek amacıyla çalışma *in vitro* ve sera koşullarında yürütülmüştür. *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini *T. harzianum* (T1) (2,16 mm) izolatının en fazla engellediği belirlenmiştir. Sera çalışmasında ise Fortuna çeşidi fideler kullanılmış olup, patojen inokulasyonundan 1 hafta önce gerçekleştirilen *T. viride*, *T. harzianum* uygulamalarında sırasıyla hastalık oranı %10, %20 oranında bulunmuştur. Kontrolde ise hastalık oranı %70 olarak belirlenmiştir (Abied vd., 2021).

Çilek üretim alanlarından izole edilen ve ITS gen bölgesine ait moleküler tanılama sonucunda *T. harzianum* (16 adet) ve *T. virens* (3 adet) olduğu belirlenen izolatların *in vitro* ve *in vivo*'da *M. phaseolina*'ya aynı zamanda çilekte (Festival çeşidi) bitki gelişimine etkisi araştırılmıştır. İkili kültür testinde *T. virens* Tvr4 izolatı miselyal gelişimi engellemede en yüksek etkiyi gösteren izolat (%66,4) olmuştur. *Trichoderma* spp. izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği çalışma sonucunda *T. virens* Tvr2 izolatı patojenin miselyal gelişimini en fazla sınırlandıran izolat (%33,33) olarak

belirlenmiştir. Mikrosklerot oluşumunu en fazla engelleyen izolatların *T. harzianum* Thr15 (%80,55), *T. virens* Tvr4 (%73) olduğu kaydedilmiştir. *In vivo*'da *Trichoderma* spp.'nin *M. phaseolina*'ya etkisinin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada; antagonist ve patojenin aynı anda toprağa uygulandığı karakterde *T. harzianum* Thr15 (%281,95) en fazla bitki yaş ağırlık artışını sağlayan izolat olarak belirlenmiştir. Kontrolde ise artış oranı %222,08 olarak belirlenmiştir. *T. harzianum* Thr13 ve *T. harzianum* Thr14 izolatlarının uygulandığı bitkilerde ölüm meydana gelmemiştir. Antagonist uygulamasından 15 gün sonra patojenin toprağa uygulandığı karakterde, *T. harzianum* Thr20 (%411,47) en fazla bitki yaş ağırlık artışını sağlayan izolat olarak belirlenmiştir. Kontrolde ise artış oranı %167,79 olarak belirlenmiştir. *T. harzianum* Thr13 ve *T. harzianum* Thr14 izolatlarının uygulandığı bitkilerde ölüm meydana gelmemiştir. *Trichoderma* izolatlarının bitki gelişimine olan etkisinin değerlendirilmesinde *T. harzianum* Thr22 (%344,93), *T. harzianum* Thr6 (%331,15) izolatları en fazla bitki yaş ağırlık artışını sağlayan izolatlar olmuştur. Kontrolde ise artış oranı %127,29 olarak belirlenmiştir (Korkom ve Yıldız, 2022).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızın bitkisel materyalini Yaltır A.Ş'den temin edilen Fortuna çilek çeşidi fideleri oluşturmuştur. Çalışmada Aydın ili tarım alanlarından alınan toprak örneklerinden izole edilen *Trichoderma* spp. izolatları, fungal patojen olarak ise Aydın ili Sultanhisar ilçesinde çilek alanlarında solgunluk gösteren bitkilerden izole edilmiş patojenite testi sonucunda virülensliği yüksek olduğu belirlenen, farklı koloni morfolojilerine sahip *Macrophomina phaseolina* (AMp-2, AMp-9 ve V1) izolatları oluşturmuştur. Ayrıca saksı ve arazi çalışmalarında karşılaştırma ilacı olarak kullanılan *Trichoderma asprellum* ırk ICC 012+*T. gamsii* ırk ICC 080 (Remedier), ülkemizde çilekte kök çürüklüğüne karşı ruhsatlı olan 12,5 g/l fluodioxanil+5g/l metalaxyl (Cebir) içerikli fungusitler ve laboratuvar malzemeleri çalışmalarımızın materyalini oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. *Trichoderma* spp.'nin Elde Edilmesi

3.2.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından araziyi temsil edecek şekilde Ekim-Kasım 2018, Şubat-Mart 2019 ve Haziran 2019 dönemlerinde tesadüfi olarak toplamda 165 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri, arazinin farklı noktasından toprak burgusu ile toprak yüzeyi sıyrıldıktan sonra toprağın 5-20 cm'lik kısmından alınarak paçal haline getirilmiştir. Daha sonra örnekler *Trichoderma* izolasyonu işlemi için etiketlenerek laboratuvara getirilmiş ve izolasyon yapılıncaya kadar +4°C'de saklanmıştır (Askew ve Laing, 1993). Toprak örneklerinin alındığı alanların koordinatları (GPS; Global Positioning System) ve yetiştirilen bitki türü ile ilgili bilgiler kaydedilmiştir.

3.2.1.2. Topraktan Örneklerinden *Trichoderma* spp. İzolasyonunda Kullanılan Besi Ortamının Hazırlanması

Trichoderma izolasyonu için; *Trichoderma* seçici besiyeri (TSM) (1000 ml'lik erlen içerisinde 0,2 g MgSO₄, 0,9 g K₂HPO₄, 0,15 g KCl, 1 g NH₄NO₃, 3 g D (+) glucose anhydrous, 0,15 g rose bengal ve 20 g agar, 950 ml saf su), PDA (39 g/1000 ml saf su) ve SA (20 g/ 1000 ml saf su) hazırlanmıştır. Bu besiyerleri daha sonra 121°C 1 atm basınçta 20 dakika otoklavda

sterilize edilmiş ve 45°C'ye soğutulmuş olan TSM besi ortamına 50 ml steril saf su içerisinde 0.25 g chloramphenicol (kristalize) ilave edilmiştir. Besi ortamları 90 mm çapındaki steril cam petrilere her bir petride 14 ml olacak şekilde dökülmüş ve 24°C'de 48 saat kurumaya bırakılmıştır (Elad vd., 1981).

3.2.1.3. Toprak Örneklerinden *Trichoderma* spp.'nin İzolasyonu

Her bir toprak örneğinden 10 g tartılarak 50 ml steril saf su içerisinde 200 rpm'de 30 dk. süspansiyon edilmiş ve 1 ml alınarak 9 ml steril saf su bulunan steril tüpe aktarılacak suretiyle seyreltme serisi (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) hazırlanmıştır. Seyreltme serilerinden 0.1ml alınarak 90 mm çapındaki cam petri içerisindeki besi ortamlarının yüzeyine cam baget yardımıyla yayılmıştır. Daha sonra petri koloni gelişimi için $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkubasyona bırakılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü yürütülmüştür (Askew ve Laing, 1993). Koloni gelişimleri takip edilerek *Trichoderma* sp. olduğu düşünülen koloniler kenar kısımlarından (Rifai, 1969) PDA'ya aktararak saf kültürler elde edilmiştir.

3.2.1.4. *Trichoderma* İzolatlarının Tek Sporlarının Elde Edilmesi

Saf kültürleri elde edilen *Trichoderma* izolatları PDA'da $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki inkubatörde 3 gün geliştirilmiştir. Kültürlerin yüzeyine Tween 80 içeren 3-5 ml steril saf su ilave edilmiş ve elde edilen spor süspansiyonu test tüplerine toplanmıştır. Spor süspansiyonundan mikropipet yardımıyla alınarak Thoma lam yardımıyla mikroskopta spor yoğunluğu belirlenmiştir. Sporlar 90 mm steril cam petrinin içerisinde bulunan SA besi ortamına 50 spor/petri olacak şekilde steril cam baget yardımıyla yayılmıştır. Petri 20 \pm 1°C'de inkubatörde inkubasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan 24 saat sonrasında petri mikroskopta incelenerek çimlenen bir adet sporun bulunduğu kısım kesilerek 60 mm çapında steril cam petrideki PDA'ya aktarılmıştır. Çalışma her bir *Trichoderma* izolatu için 3 tekerrürlü yürütülmüştür (Hansen, 1926).

3.2.2. *Trichoderma* İzolatlarının Tanılaması

3.2.2.1. Morfolojik Tanılama

In-vitro koşullarda antagonistik etkisi yüksek olduğu belirlenen ve aynı zamanda *in-vivo* çalışmasında kullanılan 15 adet *Trichoderma* izolatının phyalid şekli ve uzunluğu, konidi boyutları ölçülerek Rifai (1969)'e göre morfolojik tanılaması mikroskop (Leica DFM360) yardımıyla yapılmıştır. *Trichoderma* izolatların koloni gelişimi için PDA (39 g/1000 ml saf su), CMD [corn meal agar (17g/1000 ml saf su + 2% (w/v) D(+)- glucose-monohydrate] ve SNA (synthetic nutrient poor agar; 0,2 g sucrose, 0,2 g glucose, 1 g KNO₃, 1 g KH₂PO₄, 0,5 g

MgSO₄ 7H₂O, 0,5 g NaCl, 12 g agar-1000 ml saf su) besi ortamları kullanılmıştır (Jang vd., 2017). İnokulasyondan 72 saat sonra koloni gelişimleri (20±1°C'de) dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Chaverri vd., 2015). Deneme 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Her bir besi ortamında gelişen kültürlerden preparat hazırlanarak mikroskopik özellikleri belirlenmiştir. Bunu için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama-Araştırma Merkezi'nde (TARBIYOMER) bulunan Olympus BX53 ışık mikroskobundan, Olympus DP72 görüntü sistemi ile görüntü bilgisayara aktarılmış ve Olympus labSens programı yardımıyla ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir *Trichoderma* izolatına ait konidi ve phialid ölçümleri 25 tekrarlı olarak yapılmış ve elde edilen verilerin ortalaması alınmıştır.

3.2.2.2. Moleküler Tanılama

DNA ekstraksiyonu

Trichoderma izolatları PDA'da 25±1°C'de gelişen misel kitlesi (25-50 mg) steril öze ile alınarak steril eppendorf tüplerin içerisine yerleştirilmiş ve tüplerin her birine 300 µl Liziz buffer ilave edilmiştir. Ekstraksiyon buffer (200 mM Tris HCl pH 8.5, 250 mM NaCl, 25 mM EDTA, 0.5% SDS) hazırlanıp karıştırıcıda homojen oluncaya kadar karıştırılmıştır. Misel kitlesi, eppendorf tüp içine bire bir oturan plastik passel ile 1 dakika süreyle misel iyice parçalanmış ve 65°C'de 10 dakika tutulduktan sonra, 150 µl 3M sodyum asetat, (pH 5.2) ilave edilerek, tüpler -20°C'de 10 dk bekletilmiştir. Daha sonra 14.000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiş ve üst sıvı dikkatlice yeni eppendorf tüplere aktarılmıştır. Her tüpe eşit hacimde (300+150 µl= 450 µl) soğuk isopropanol ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 5 dakika DNA'nın çökmesi için bekletilmiş, 14,000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiş ve üst sıvı dökülmüştür. Çöken DNA'yı diğer maddelerden ve tuzlardan arındırmak için her tüpe 900 µl %70'lik soğuk etil alkol ilave edilmiş ve bir kaç kez alt üst yapılarak pelletin yıkanması sağlanmıştır. Tüpün içerisindeki pellet steril kabin içinde tüpler ters çevrilerek (ağızları steril kurutma kağıdına gelecek şekilde) kurumaya bırakılmıştır. Her tüpe 100 µl TE ekleyip ve elle hafifçe tüpün dibine vurularak DNA'nın çözülmesi sağlanmıştır (Cenis, 1992). Her bir izolat için elde edilen DNA miktarları Nanodrop yardımıyla 260/280'da ng/µl olarak hesaplanmıştır.

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

PCR işlemi için DNA ekstraksiyonu yapılan *Trichoderma* izolatlarının her biri için 40 µl stok hazırlanmıştır. 25 örnek için; steril eppendorf tüp içerisine 760 µl pH₂O, 100 µl PCR buffer, 10 µl ep0711 dream taq, 20 µl 4dNTP, 5 µl primer ilave edilmiştir. PCR çalışmasında

ITS (Internal transcribed spacers), TEF-1 α (Translation elongation factor 1 alpha) ve RPB2 (RNA polymerase II subunit) gen bölgelerine ait primerler kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Daha sonra her bir PCR tüpü içerisine hazırlanan stoktan 36 μ l konulmuş ve üzerine 4 μ l DNA örneğinden ilave edilip 40 μ l'ye tamamlanmıştır. Kontrol PCR tüpüne ise 36 μ l miks konulduktan sonra 4 μ l pH2O eklenmiştir. PCR programı her bir gen bölgesi için Çizelge 3.2'de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Aydın İli tarım alanlarından izole edilen *Trichoderma* izolatlarının tanılamasında kullanılan primerler.

Gen Bölgesi	Primer adı	Primer baz dizisi (5'-3')	Kaynak
ITS	ITS1F	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	White vd., 1990.
	ITS4R	TCCTCCGCTTATTGATATGC	White vd., 1990.
TEF-1 α	EF1-728F	CATCGAGAAGTTCGAGAAGG	Carbone ve Kohn, 1999.
	TEF1rev	GCCATCCTTGGAGATACCAGC	Samuels vd., 2002.
RPB2	fRPB2-5f	GA(T/C)GA(T/C)(A/C)G(A/T)GATCA(T/C) TT(T/C)GG	Liu vd., 1999.
	fRPB2-7cr	CCCAT(A/G)GCTTG(T/C)TT(A/G)CCCAT	Liu vd., 1999.

Çizelge 3.2. Aydın ili tarım alanlarından izole edilen *Trichoderma* izolatlarının tanılamasında kullanılan primerlerine ilişkin PCR koşulları.

PCR Programı	ITS	TEF-1 α	RPB2
Pre-Denatürasyon	95°C, 3 dk	95°C, 3 dk	95°C, 3 dk
Denatürasyon	95°C, 30 sn	95°C, 30 sn	95°C, 30 sn
Bağlanma (Annealing)	55°C, 30 sn	56°C, 30 sn	58°C, 30 sn
Uzama	72°C, 1 dk	72°C, 1 dk	72°C, 1 dk
Döngü Sayısı	35	35	32
Son Uzama	72°C, 5 dk	72°C, 10 dk	72°C, 10 dk

Çizelge 3.3. Çalışmamızda kullanılan *M. phaseolina* izolatlarının moleküler tanılamasında kullanılan primerler.

Gen Bölgesi	Primer adı	Primer baz dizisi (5'-3')	Kaynak
ITS	ITS1F	TCCGTAGGTGAACCTGCGG	White vd., 1990.
	ITS4R	TCCTCCGCTTATTGATATGC	White vd., 1990.
TEF-1 α	EF1-728F	CATCGAGAAGTTCGAGAAGG	Carbone ve Kohn, 1999.
	EF1-986R	TACTTGAAGGAACCCTTACC	Carbone ve Kohn, 1999.
β -tubulin	T1	AACATGCGTGAGATTGTAAGT	O'Donnell ve Cigelnik 1997.
	T2	ATCATGTTCTTGGGGTCGAA	Peever vd., 2004.

Çizelge 3.4. Çalışmamızda kullanılan *M. phaseolina* primerlerine ilişkin PCR koşulları.

PCR Programı	ITS	TEF-1 α	β -tubulin
Pre-Denatürasyon	95°C, 3 dk	95°C, 3 dk	95°C, 3 dk
Denatürasyon	95°C, 30 sn	95°C, 30 sn	95°C, 30 sn
Bağlanma (Annealing)	55°C, 30 sn	53°C, 30 sn	58°C, 30 sn
Uzama	72°C, 1 dk	72°C, 1 dk	72°C, 1 dk
Döngü Sayısı	35	35	32
Son Uzama	72°C, 5 dk	72°C, 10 dk	72°C, 10 dk

Agaroz jel elektroforezi

Agaroz jel hazırlamak için (%1,5); 25 ml 0,5xTBE (Tris–borate–EDTA 100 mM Tris Base ve 2,0 mM EDTA, pH 8,0) içine 375 mg agaroz konularak kaynamaya başlayıncaya kadar ısıtılmıştır. Daha sonra elektroforez tankı içerisine dökülmüş ve donması için 1 saat bekletilmiştir. Jel donduktan sonra tankın içerisine jel seviyesini örtecek kadar ddH₂O konulmuştur. Jelin ilk kuyusuna 1000 bp ve son kuyusuna 700 bp marker yüklenmiştir. Her bir PCR ürününden 5 μ l alınarak 1 μ l yükleme boyası ile boyanmış ve her bir kuyucuğa 5 μ l olarak yükleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ürünler 45 Voltta 30 dakika yürütülmüştür. Bantların görünür hale gelmesi için jel tanktan çıkartılarak 3,3 μ l SYBR Safe DNA jel boyama solüsyon (Invitrogen, kod: S33102) ile birlikte 33 ml 0,5M NaCl buffer içerisinde 30 dk. boyandıktan sonra UV transilluminatör yardımıyla görüntülenmiş ve kaydedilmiştir.

3.2.2.3. Sekans Analizi ve Filogenetik Ağaç

Trichoderma türlerine özgü PCR ürünlerinin (ITS-TEF1-RPB2) sekans analizi hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her izolata ait elde edilen çift yön sekans dosyaları (ab1) 4peaks programı ve kromatogramlar ise FinchTV programı yardımıyla değerlendirilmiştir. *Trichoderma* izolatlarının ITS-TEF1-RPB2 bölgelerine ait sekans veri dosyaları Bioedit programı yardımıyla Contig diziler elde edilmiştir. Her bir baz dizisi NCBI (National Center for Biotechnology Information) Genbank veri tabanında BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) yapılmıştır. Blast analizi sonucunda referans baz dizileri FASTA formatında indirilmiştir. Referans baz dizileri ile *Trichoderma* izolatlara ait baz dizileri ClustralW programı yardımıyla çoklu dizi hizalama yapılmıştır. Filogenetik ağaç her bir gen bölgesi için ayrı ayrı olmak üzere MEGA6 programında Neighbor-Joining metoduyla Kimura-2-parameter modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Filogenetik ağaç bootstrap analizi 1,000 tekrarlı ve bootstrap değeri %50'nin üstü olacak şekilde oluşturulmuştur (Kimura, 1980; Tamura vd., 2013).

3.2.3. *Trichoderma* spp.'nin *M. phaseolina*'ya Karşı Etkinlik Çalışmaları

3.2.3.1. *In vitro* Çalışmalar

3.2.3.1.1. *Trichoderma* spp.'nin Ön Eleme Testleri

3.2.3.1.1.1. İkili Kültür Testi

Topraktan izole edilen *Trichoderma* izolatlarının *M. phaseolina*'ya karşı etkisi Amp-2, Amp-9 ve V1 izolatlarına karşı ikili kültür tekniği Dennis ve Webster (1971a) yöntemine göre değerlendirilmiştir. *Trichoderma* ve *M. phaseolina* izolatlarının 25±1°C'de 3 gün geliştirilen kültürlerden alınan 5 mm disk, içerisinde PDA bulunan 90 mm çapındaki petrilerin kenarına karşılıklı olacak şekilde ters çevrilerek yerleştirilmiştir. Petrilerin etrafı parafilm ile kapatılarak ve 25±1°C'de 5 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır. Kontrol grubu için *Trichoderma* diski yerine aynı çapta PDA diski yerleştirilmiştir. Her iki diske ait koloni gelişimleri 24 saat aralıklarla dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Çalışma her bir *Trichoderma* ve *M. phaseolina* izolatu için 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmanın değerlendirilmesi;

$$\text{Engelleme oranı(\%)} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$$

A1: Kontroldeki *M. phaseolina* koloni çapı (mm)

A2: İkili kültürdeki *M. phaseolina* koloni çapı (mm) formülüne göre yapılmıştır (Sreedevi vd., 2011).

3.2.3.1.1.2. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Uçucu Bileşiklerin *M. phaseolina*'ya Etkisi

Trichoderma spp.'nin oluşturdukları olası uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'ya etkisini belirlemek amacıyla Amp-2, Amp-9, V1 izolatları 25±1°C'de 3 gün geliştirilen kültürlerin aktif gelişen kısımlarından alınan 5 mm çapındaki diskler, içerisinde PDA bulunan 90 mm çapındaki petrinin orta noktasına etmen ortama temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Petri kapağı çıkartılarak *M. phaseolina*'ya ait petri tabağı üstte, *Trichoderma*'ya ait petri tabağı altta olacak şekilde petri tabakları karşılıklı birleştirilip etrafı streç film ile kapatılmıştır. Kontrol grubu için içerisinde PDA olan petri tabağı altta olacak şekilde hazırlanmıştır. Petriler 25±1°C'de gelişmeye bırakılmıştır. İnokulasyondan 72 saat sonra *M. phaseolina* izolatlarının koloni gelişimi dijital kumpas yardımıyla kaydedilmiştir (Dennis ve Webster, 1971b). Çalışma her bir *Trichoderma* ve *M. phaseolina* izolatu için 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 1 petri olarak yürütülmüştür. Sonuçlar;

$$\text{Engelleme oranı (\%)} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$$

A1: Kontroldeki *M. phaseolina* koloni çapı (mm)

A2: Uygulamadaki *M. phaseolina* koloni çapı (mm) formülüne göre hesaplanmıştır (Sreedevi vd., 2011).

Ayrıca *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin mikrosklerot oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla değerlendirme yapılan petrilere merkezdeki disklerden eşit mesafeden 5 mm çapında diskler alınmıştır. Diskler lamın üzerine yerleştirilerek sayımı kolaylaştırmak amacıyla bistüri yardımıyla 4 eşit parçaya ayrılmış ve mikroskopta mikrosklerot sayımı yapılmıştır. Deneme her bir *Trichoderma* ve *M. phaseolina* izolatu için 3 tekerrürlü, her tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür (Korkom, 2016).

3.2.3.1.1.3. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Uçucu Olmayan Bileşiklerin *M. phaseolina*'ya Etkisi

Trichoderma spp.'nin oluşturdukları olası uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*'ya etkisini belirlemek amacıyla Dennis ve Webster (1971a) yöntemi kullanılmıştır. *Trichoderma* izolatları PDA'da 25±1°C'de 3 gün geliştirildikten sonra, kültürlerin aktif gelişen kenar kısmından alınan 5 mm çapındaki disk 121°C ve 1 atm basınçta 20 dk. sterilize edilmiş 100 ml Patates dekstroz broth (PDB) içerisine inokule edilmiştir. Daha sonra kültürler 25±1°C'deki inkubatörde 100 rpm'e ayarlanmış çalkalayıcıda 15 gün inkubasyona bırakılmıştır. Sıvı kültür; içindeki misel ve sporelerden arındırılması için Whatman no 1. kağıdıyla filtre edilerek elde edilen filtrat, 45°C'ye soğutulmuş sterilize PDA besi ortamına %10 oranında ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 90 mm çapındaki steril cam petrilere döküldükten sonra 48 saat kurumaya bırakılmıştır. AMp-2, AMp-9, V1 izolatlarına ait 5 mm çapındaki disk petrinin orta noktasına inokule edilmiştir. Kontrol grubunda ise içerisinde sadece PDA bulunan petrinin orta noktasına aynı boyutlardaki patojene ait disk yerleştirilmiştir. Petrilere 25±1°C'de inkubatörde inkubasyona bırakılmıştır. Deneme her bir *Trichoderma* ve *M. phaseolina* izolatu için 3 tekerrürlü, her tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür. Deneme kontrol grubundaki patojenin miselyal gelişimi 90 mm'ye ulaştığında sonlandırılmış ve her bir uygulamadaki miselyal gelişim dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

$$\text{Engelleme oranı} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$$

A1: Kontroldeki *M. phaseolina* koloni çapı (mm)

A2: Uygulamadaki *M. phaseolina* koloni çapı (mm)

formülüne göre hesaplanmıştır (Sreedevi vd., 2011).

3.2.3.1.2. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Sıcaklıklardaki Koloni Gelişimi

Bu çalışma ön plana çıkan ve daha sonraki çalışmalarda kullanılacak *Trichoderma* izolatlarının sıcaklığa bağlı koloni gelişim düzeylerinin belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır. *Trichoderma* izolatlarının PDA'da 25±1°C'de 3 gün gelişen kültürlerinden 5 mm çapında disk alınarak, 90 mm çapında içerisinde PDA bulunan petrinin orta noktasına yerleştirilmiştir. İzolatlar 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 37°C ve 40°C'de sıcaklıklara ayarlanmış inkubatörlerde inkubasyona bırakılmıştır. İzolatların koloni gelişimleri dijital kumpas yardımıyla 24 saatlik periyotlarla 5 gün boyunca ölçülmüştür. Çalışma her bir *Trichoderma* izolatı için 3 tekerrürlü, her tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür (Sing vd., 2014).

3.2.3.1.3. *Trichoderma* Türlerinin Siderofor ve Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

3.2.3.1.3.1. Siderofor Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Trichoderma izolatlarında sideroforun varlığını saptamak amacıyla 3 adet farklı besi ortamı (S1, S2 ve S3) kullanılmıştır. Sonuçlar en iyi sonuç veren ortam dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

S1 besi ortamı: kullanılan tüm cam malzemelerin yüzeyinde bulunabilecek metali ortadan kaldırmak amacıyla 6M HCl ile yıkanmış ve deiyonize su ile iki kez durulanmıştır. Crom Azurol S (CAS) Agar (Schwyn ve Neilands, 1987)'in 1 litrelik besiyeri için; 0,062 g CAS, 50 ml dH₂O, 0,072 g hexa decyl tri methyl-ammonium bromide (HDTMA) 40 ml dH₂O içerisinde çözülmüştür. Daha sonra 10 ml Fe (III) solüsyonunu hazırlamak için 1 mM FeCl₃ ve 10mM HCl kullanılmıştır. Ayrı bir erlenmayerde 1 litre King's B besiyeri için; 20 g Protease peptone, 1,5 g K₂HPO₄, 1,5 g MgSO₄.7H₂O, 20 g bacto agar tartılarak 1000 ml dH₂O eklenmiştir. Hazırlanan solüsyonlar 900 ml King's B+100 ml CAS-HDTMA olacak şekilde dikkatlice karıştırılmıştır (Srivastava vd., 2013).

S2 besi ortamı: kullanılacak tüm cam malzemelerin yüzeyinde bulunabilecek metali ortadan kaldırmak amacıyla 6M HCl ile yıkanmış ve deiyonize su ile iki kez durulanmıştır. Crom Azurol S (CAS) Agar (Schwyn ve Neilands, 1987)'in 1 litrelik besiyeri için; 0,062 g

CAS, 50 ml dH₂O, 0,072 g hexa decyl tri methyl-ammonium bromide (HDTMA) 40 ml dH₂O içerisinde çözülmüştür. Daha sonra 10 ml Fe (III) solüsyonunu hazırlamak için 1mM FeCl₃ ve 10mM HCl kullanılmıştır. Ayrı bir erlenmayerde 750 ml dH₂O içerisinde 15 g bacto agar, 30,24 g Pipes (pKa) ve 12 g NaOH tartılarak pH'nın 6,8 olması için ilave edilmiştir. Hazırlanan 100 ml CAS-HDTMA dikkatlice üzerine ilave edilmiştir. PDA besi ortamı 39 g/1000 ml dH₂O içerisinde hazırlanmıştır. Hazırlanan ortam 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiş ve 50°C'ye soğutulduktan sonra 60 mm çapındaki steril petrilere 15 ml olacak şekilde dökülmüş ve kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra her iki besi ortamının yarısı kesilmiş ve ayrı steril bir petride birleştirilmiştir (Srivastava vd., 2013).

S3 besi ortamı: kullanılacak tüm cam malzemelerin yüzeyinde metali ortadan kaldırmak amacıyla 6M HCl ile yıkanmış ve deiyonize su ile iki kez durulanmıştır. Malt ekstrakt agar 48 g ve 50 mg 8-hydroxyquinoline, üzerine 1000 ml dH₂O ilave edilmiştir (Hoyos-Carvajal vd., 2009).

Hazırlanan tüm besi ortamları 121 °C'de 15 dakika otoklav ile sterilize edilmiş ve 50°C'ye soğutulduktan sonra 60 mm çapındaki steril petrilere 15 ml olacak şekilde dökülmüştür. PDA'da 25°C'de 5 gün geliştirilen saksı çalışmasında kullanılan 15 adet *Trichoderma* izolatına ait kültürlerden 5 mm çapında disk alınarak hazırlanan besiyerinin orta noktasına inokule edilmiş ve her bir izolat için 3 tekerrürlü yürütülmüştür. İzolatların 25°C'de 5 günlük inkubasyonunun ardından koloni çevresindeki portakal renkli alanın meydana gelmesine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Bu alanın çapı kaydedilerek, Go vd. (2019) modifiye edilerek (Çizelge 3.5) sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3.5. *Trichoderma* izolatlarının siderofor testi değerlendirme kriterleri (Go vd., 2019 modifiye edilen).

Düzye	Değerlendirme	Portakal rengi olan alanın çapı
-	siderofor aktivitesi olmayan izolat	0 cm
+	siderofor aktivitesi çok düşük olan izolat	1 cm
++	siderofor aktivitesi düşük olan izolat	2 cm
+++	siderofor aktivitesi yüksek olan izolat	3 cm
++++	siderofor aktivitesi çok yüksek olan izolat	> 4 cm

3.2.3.1.3.2. Selülaz Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Çalışmada 15 adet *Trichoderma* izolatının selülaz enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla; 1000 ml saf su içerisinde 0,1g Yeast Ekstrakt, 0,5 g Pepton, 16 g agar ilave edilerek besi yeri hazırlanmış ve 1 atm basınçta 121°C'de 15 dk. otoklavda sterilize edilmiştir. Besi ortamı 45°C'ye kadar soğutulduktan sonra 0,5g Na-Carboxy Methyl Cellulose ve %0,2

Congo kırmızısı boya ilave edilerek 90 mm çapındaki sterilize edilmiş cam petrilere 20 ml olacak şekilde dökülmüştür. PDA'da $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün geliştirilen *Trichoderma* kültüründen 6 mm çapında disk alınarak petrinin orta noktasına yerleştirilmiştir. Petriler $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün karanlık ortamda inkubasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan 5 gün sonra kolonilerin etrafında oluşan sarı-mat alanlar sellulose üretiminin olduğunu göstermiştir. Bu alanların genişliği (mm) dijital kumpas yardımıyla ölçülerek izolatların selülaz üretim seviyeleri belirlenmiştir. Çalışma her bir *Trichoderma* izolatı için 3 tekerrür, her tekerrür 1 petri olarak yürütülmüştür (Zehra vd., 2017).

3.2.3.1.3.3. Kitinaz Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Kitinase enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla: 0,3 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 3 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2 g KH_2PO_4 , 1 g sitrik asit monohydrate, 15 g agar, 200 μl Tween80, 4,5 g colloidal kitin ve 0,15 g bromocresol moru içeren besi ortamı hazırlanmış ve pH 4,7'ye ayarlanmıştır. Hazırlanan besi ortamı 121°C 'da 15 dk. otoklavda sterilize edilmiş ve 45°C 'ye kadar soğutulduktan sonra 90 mm çapındaki steril cam petrilerin içerisine dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır. PDA'da $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki inkubatörde 5 gün geliştirilen *Trichoderma* izolatlarından 6 mm çapında disk alınarak hazırlanan besi ortamının orta noktasına inokule edilmiştir. İzolatlar $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki inkubatörde 7 gün inkubasyona bırakılmış ve gelişen kolonide mor renk oluşumunun gözlenmesi kitinase aktivitesinin olduğunu göstermiştir (Agrawal vd., 2012).

3.2.3.1.4. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Sekonder Metabolitlerin Belirlenmesi

Arazi çalışmasında kullanılan *Trichoderma* izolatlarının sekonder metabolit içeriklerinin belirlenmesi amacıyla; *Trichoderma* izolatları $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün PDA'da geliştirildikten sonra, 7 mm çapında 2 disk alınarak 5lt erlen içerisinde 1/5 konsantrasyonundaki steril 1 lt PDB'a inokule edilmiş ve 25°C 'de 31 gün inkubasyona bırakılmıştır. Elde edilen kültürler Whatman no:4 ile vakum altında filtre edilmiş ve her 100 ml kültür için 10 ml etil asetat (EtOA) eklenerek 3 dk. karıştırılmış ve gece boyu $+4^{\circ}\text{C}$ 'de bekeletilmiştir. İki faz oluştuktan sonra kültür filtratının etil asetat içeren kısmı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Toksikoloji Laboratuvarı'nda yer alan rotary evaporator yardımıyla etil asetat 40°C 'de 1atm basınçta 2 saat uçurulmuştur. Daha sonra hexan (%99) ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve örnekler analiz için hazır duruma getirilmiştir. Sekonder metabolit içeriklerinin belirlenmesinde Gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi (GC-MS) kullanılmıştır (Mahadevi vd., 2018; Vinala vd., 2008;).

GC-MS koşulları; HP-5 MS modelinde (Agilent) 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm kolonun başlangıç sıcaklığı 40°C 5 dk., sonrasında 10°C/dk artarak 280°C'ye ulaşmış ve son sıcaklık 280°C'de 5 dk. süresince devam etmiştir. Dedektör sıcaklığı 290°C'de tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmış ve akış hızı 1 ml/dk, ayırım 1:50 oran olarak belirlenmiştir (Özkale, 2017). Her bir bileşen kalitatif olarak piklerin alıkonma zamanına göre (RT değeri) National Institute of Standard and Technology (NIST-2005) GC-MS elektronik kütüphanesinde tarama yapılmıştır. GC-MS analizi İzmir Yüksek Teknoloji Enstitü'sü Çevre-Arge Laboratuvarı'ndan hizmet alımı şeklinde gerçekleştirilmiş ve bütçe nedeniyle sadece arazi çalışmalarında kullanılan izolatlar seçilmiştir.

3.2.3.1.4.1. Sekonder Metabolitlerin Bitki Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi

Trichoderma izolatlarının sekonder metabolit karışımının bitki gelişimine olan etkisini değerlendirmek amacıyla çalışmada domates tohumları kullanılmıştır. Domates tohumları (H-2274 çeşidi) %2'lik sodyum hipokloritte 5 dk. bekletilmiş ve sonrasında 3 kez steril saf sudan geçirilerek yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. Her bir *Trichoderma* izolatına ait komponent 0,01 µl, 0,1 µl, 1 µl, 10 µl, 100 µl/tohum olacak şekilde domates tohumlarına uygulanmıştır. Daha sonra tohumlar 90 mm steril petri içerisinde %1,5 agar bulunan SA besi yerine yerleştirilerek tohumların çimlenme oranı üzerine etkileri belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise sekonder metabolit komponentiyle muamele edilmeyen domates tohumları yüzey dezenfeksiyonu yapılarak aynı şekilde SA besi ortamına yerleştirilmiştir. Çimlenen tohumlar 25±1°C'de, %80 nem ve 14 saat aydınlık/10 saat karanlık koşullarda 6 gün gelişmeye bırakılmıştır. Fidelerin kök ve gövde uzunlukları 24 saat aralıklarla dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Çalışma her bir uygulama için 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 5 tohum olacak şekilde yürütülmüştür (Vinale vd., 2009, 2016).

3.2.3.1.4.2. Sekonder Metabolitlerin *M. phaseolina*'ya Etkisinin Belirlenmesi

Çalışmada *Trichoderma* izolatlarına ait sekonder metabolit karışımının *M. phaseolina*'nın miselyal gelişime ve sklerot oluşumuna etkisi saptanmıştır. Bu kapsamda PDA'da 25±1°C'de 72 saat gelişen *M. phaseolina* AMP-2 izolatına ait kültürlerden alınan 5 mm çapındaki disk içerisinde PDA bulunan 90 mm çapındaki petrinin orta noktasına yerleştirilmiştir. Daha sonra her bir *Trichoderma* izolatına ait metabolit karışımı 0,01 µl, 0,1 µl, 1 µl, 10 µl, 100 µl/disk olacak şekilde patojen disklerine uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise patojen diskinde etil asetat (EtOAC) uygulanmıştır. Petriler 25±1°C'deki inkubatörde 5 gün inkubasyona bırakılmış ve dijital kumpas yardımıyla koloni gelişimleri ölçülmüştür (Vinale

vd., 2009). Ayrıca bu petriyelerden merkezden eşit uzaklıktan 5 mm çapında diskler alınmış mikroskopta mikrosklerot sayımı yapılmıştır (Korkom, 2016). Çalışma her bir *Trichoderma* izolatu ve uygulama dozu için 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür.

3.2.3.2. *In vivo* Çalışmalar

3.2.3.2.1. Deneme Deseni

Saksı çalışması için; çilek fidelerinin yetiştirme ortamı olarak kum+torf karışımı (3:1) bir bitki için 8 cm çapında 15 cm boyunda plastik bardaklara 550 g olacak şekilde hazırlanmıştır. Yaltır A.Ş'den (Adana/Türkiye) temin edilen çilek fideleri dikim öncesi musluk suyuyla yıkanarak kökleri tıraşlanmış ve her tekerrürdeki fidelerin ağırlıkları ayrı ayrı tartılarak kaydedilmiştir. Saksı çalışması 16 saat aydınlık/8 saat karanlık 25±2°C'deki iklim odası koşullarında 10 karakterli (Çizelge 3.6), 5 tekerrürlü her bir tekerrürde 1 fide olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışma 3 kez tekrarlanmıştır.

Çizelge 3.6. *In vivo* çalışmada uygulanan karakterler.

Karakter	Uygulama
1	<i>Trichoderma</i> ve patojen inokulumu yetiştirme ortamına aynı anda uygulandı.
2	<i>Trichoderma</i> inokulasyonundan 15 gün sonra Mp inokulasyonu gerçekleştirildi.
3	<i>Trichoderma asprellum</i> ırk ICC012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC080 (Remedier) ve patojen inokulumu yetiştirme ortamına aynı anda uygulandı.
4	<i>T. asprellum</i> ırk ICC012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC080 (Remedier) inokulasyonundan 15 gün sonra patojen inokulasyonu gerçekleştirildi.
5	12,5 g/l Fluodioxanil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) ve Mp inokulumu yetiştirme ortamına aynı anda uygulandı.
6	Bitki gelişimini değerlendirmek amacıyla yetiştirme ortamına sadece <i>Trichoderma</i> izolatlarına ait süspansiyon uygulandı.
7	Sadece <i>T. asprellum</i> ırk ICC 012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC 080 (Remedier) uygulandı.
8	Sadece patojen inokulasyonu (Pozitif kontrol)
9	Sadece Fluodioxanil+Metalaxyl (Cebir) uygulandı.
10	Negatif Kontrol: hiçbir uygulama yapılmamıştır.

Çalışmada karşılaştırma ilacı olarak *T. asprellum* ırk ICC012+*T. gamsii* ırk ICC080 (Remedier) 30 g/100 lt su ve ülkemizde çilekte kök çürüklüğüne karşı ruhsatlı olan 12,5 g/l Fluodioxanil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) 500 ml/100 lt su dozlarında uygulanmıştır.

3.2.3.2.2. Denemelerde Kullanılacak *Trichoderma* spp. Seçimi

In vitro çalışmalarda *M. phaseolina*'ya antagonistik etkisi değerlendirilen 88 adet *Trichoderma* izolatu içinden *in vivo* çalışması için seçim yapılmasında tüm veriler

değerlendirilerek karar verilmiştir. Bu nedenle aşağıdaki formüle göre her bir *Trichoderma* izolatının etki değeri hesaplanmıştır.

$$\text{Etki} = 0,7 \times [(A_1 \times 0,7) + (B_1 \times 0,15) + (C_1 \times 0,15)] + [D_1 \times 0,3]$$

A₁: İkili kültür testinde elde edilen miselyal gelişimi engelleme oranı (%)

B₁: Uçucu bileşikler testinde elde edilen miselyal gelişimi engelleme oranı (%)

C₁: Uçucu olmayan bileşikler testinde elde edilen miselyal gelişimi engelleme oranı (%)

D₁: Uçucu bileşikler testinde elde edilen kontrole göre azalttığı mikrosklerot sayısı

3.2.3.2.3. *Trichoderma* Türlerinin *M. phaseolina*'ya Etkisinin Belirlenmesi

3.2.3.2.3.1. *Trichoderma* Süspansiyonunun Hazırlanması ve Uygulanması

Trichoderma izolatı PDA'da 25±1°C'de 7 gün geliştirildikten sonra koloni yüzeyini kaplayacak şekilde %1 Tween80 içeren steril saf su ilave edilmiş ve steril cam baget yardımıyla tüm yüzeyde sporların serbest kalması sağlanmıştır. Daha sonra petri yüzeyindeki spor ve misel parçacıklarını içeren süspansiyon 8 kat steril tülbentten süzölmüş ve spor yoğunluğu Thoma lam yardımıyla hesaplanmıştır. Her bir *Trichoderma* izolatına ait süspansiyon dikimle beraber fide daldırma ve toprağa içirme 4x10⁸ spor/ml olacak şekilde her bir saksıya 100 ml uygulanmıştır.

3.2.3.2.3.2. *M. phaseolina* İnokulumu Hazırlanması ve Uygulanması

Aydın ili çilek üretim alanlarından izole edilen ve patojenisite testi sonucunda virulensliği yüksek olan AMp-2 izolatı kullanılmıştır. Bu amaçla 90 mm çaplı petrilere PDA'da 25±1°C'de 7 gün geliştirilen kültürler blendırda 250 ml steril saf su içinde parçalanmak suretiyle mikrosklerot süspansiyonu elde edilmiştir. Parçalanma işleminden sonra süspansiyon 45 µm'lik elekten geçirilerek üzerinde kalan kısım bir beher içerisine alınmış ve süspansiyondan 10 µl alınarak 5 tekrar olacak şekilde çukur lamda mikrosklerot sayımı yapılmıştır. Aviles vd. (2009) kullanmış olduğu mikrosklerot konsantrasyonu (1,6x10³ ms/ml) daha önceki çalışmalarımızda yetersiz kalmıştır. Bu nedenle saksı çalışmasına başlanmadan önce 1,6x10³ ms/ml, 2,4x10³ ms/ml ve 3,2x10³ ms/ml konsantrasyonda Rubygem çeşidi ile inokulum yoğunluğu belirleme denemesi kurulmuş ve 6 hafta sonra değerlendirilmiştir. Deneme sonucunda mikrosklerot konsantrasyonu 2,4x10³ ms/ml olacak şekilde 30 ml süspansiyon 550 g yetiştirme ortamına uygulanmıştır (Çizelge 3.5).

3.2.3.2.4. *In vivo* Çalışmasının Değerlendirilmesi

Saksı denemesi 15 adet *Trichoderma* izolatu ile 30.11.2019 tarihinde kurulmuş ve deneme 8 hafta sonra (25.01.2020) sonlandırılmıştır. Deneme süresince iklim odasına ait sıcaklık ve toprak sıcaklığı Hobo Onset yardımıyla kaydedilmiştir.

Uygulamalardaki her bir tekrürde yer alan fideler 1 hafta aralıklarla Koike (2016) 1-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.7) ve elde edilen skala değerleriyle Tawsend-Heuberger formülüne göre hastalık şiddeti (%) belirlenmiştir. Ayrıca ölen fidelerden izolasyon yapılarak kurumaya neden olabilecek etmenler belirlenmiştir.

Çizelge 3.7. *In vivo* çalışmasında çilekte *M. phaseolina*'nın neden olduğu hastalığın değerlendirilmesinde kullanılan skala (Koike, 2016).

Skala Değeri	Belirti
1	Simptom yok
2	Sadece yaşlı yapraklardaki solgunluk
3	Yaprakların %50'sinin altındaki solgunluk
4	Yaprakların %50'sinin üstündeki solgunluk
5	Ölü bitki

Deneme süresi sonunda fideler sökülerek yaş ağırlıkları ve 65°C'de 48 saat etüvde bekletildikten sonra kuru ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Elde edilen bitki ağırlıkları yaş ağırlık artış oranı (%) aşağıdaki formüle göre (Korkom ve Yıldız, 2022) hesaplanmıştır.

$$\text{Yaş ağırlık artışı (\%)} = \frac{F1-F2}{F2} \times 100$$

F1: 8 hafta sonraki fide ağırlığı

F2: dikim ağırlığı

3.2.4. Arazi Çalışması

In vivo çalışmaları sonucunda *M. phaseolina*'ya karşı etkili olan ve çilek fide gelişimine olumlu katkısının olduğu belirlenen, aynı zamanda moleküler tanılaması yapılan 5 adet *Trichoderma* (Tr48, Tr84A, Tr90, Tr132, Tr138B) izolatu tek tek ve 5 adet *Trichoderma* izolatının birlikte karışım olarak uygulandığı TrMiks karakterlerinin *M. phaseolina*'nın neden olduğu kök çürüklüğü ve bitki gelişimine etkileri açısından değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları Aydın İli Sultanhisar ilçesinde 2020-2021 ve 2021-2022 üretim sezonunda iki yıl süreyle Nihat ÖZYİĞİT'e ait çilek üretim alanında Fortuna çeşidi çilek fideleriyle tesadüf blokları deneme desenine göre 9 karakterli, 4 tekrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekrür 4

m uzunluğunda 5 masuradan oluşmuştur. Hem solarizasyon hem de üretim sezonu süresince toprağın 5 cm ve 10 cm derinliğindeki toprak sıcaklığı Hobo Onset yardımıyla kaydedilmiştir.

Her iki üretim sezonunda deneme alanından toprak örneği alınarak fiziksel ve kimyasal özellikleri (toprağın pH'sı, nemi, yapısı, organik madde içeriği) ve sulamada kullanılan suyun analizi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü'nde yaptırılmıştır.

3.2.4.1. *Trichoderma* İzolatlarının Kömür Çürüklüğü Hastalığı ve Verime Etkisi

Trichoderma spor süspansiyonunun hazırlanması; 5 adet *Trichoderma* izolatu (Tr48, Tr84A, Tr90, Tr132, Tr138) PDA'da $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün geliştirilmiştir. %0,05 Tween80+ steril saf su (yaklaşık 50 ml) kültürlerdeki koloni yüzeyini kaplayacak şekilde ilave edilerek steril cam baget yardımıyla tüm yüzeye homojen bir şekilde yayılmıştır. Daha sonra süspansiyon steril çift katlı tülbentten süzülerek spor yoğunluğu Thoma lam yardımıyla hesaplanmış ve her bir *Trichoderma* izolatına ait süspansiyon 1×10^8 spor/ml konsantrasyon olacak şekilde hazırlanmıştır. TrMiks ise; Tr48, Tr84, Tr90, Tr132, Tr138 izolatlarından alınan spor süspansiyonu sonuçta 1×10^8 spor/ml konsantrasyon olacak şekilde (her bir izolattan 2×10^7 spor/ml) hazırlanmıştır. Çalışmada karşılaştırma ilacı olarak; *T. asprellum* ırk ICC 012+*T. gamsii* ırk ICC 080 (Remedier) ticari biopreperatu ve 12,5 g/l Fluodioxanil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) kullanılmıştır.

Fortuna çeşidi çilek fideleri dikim öncesinde suyla yıkanarak temizlenmiştir. Her bir karaktere ait fideler ayrı ayrı, yukarıda belirtilen yöntemle hazırlanan *Trichoderma* spor süspansiyonuna (1×10^8 spor/ml) daldırıldıktan sonra dikilmiştir. Ayrıca denemede kullanılan *T. asprellum* ırk ICC 012+*T. gamsii* ırk ICC 080 (Remedier) ve 12,5 g/l Fluodioxanil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) karşılaştırma ilaçlarına ait karakterlerdeki fideler, hazırlanan fungusit solüsyonuna daldırıldıktan sonra dikilmiştir. Dikim işlemi tamamlandıktan sonra aynı gün 30 litre *Trichoderma* spor süspansiyonları her bir *Trichoderma* izolatu için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Benzinli sırt pülverizatörüne bağlı toprak enjektörü ile toprağın 15 cm derinliğindeki kök bölgesine her bir fideye 100 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Aynı şekilde *T. asprellum* ırk ICC 012+*T. gamsii* ırk ICC 080 (Remedier) ve 12,5 g/l Fluodioxanil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) karşılaştırma ilaçlarına ait hazırlanan 30 litre fungusit solüsyonları her bir fideye 100 ml olarak uygulanmıştır. *Trichoderma* ve fungusit uygulamaları dikim işlemi ile birlikte başlayıp iki yıl tekrar eden arazi çalışmasında Çizelge 3.8'de verilen tarihlerde deneme parsellerine uygulanmıştır.

Çizelge 3.8. Arazi çalışmaları süresince yürütülen işlemler ve uygulama zamanları.

Arazi Çalışmaları	1.YIL	2.YIL
Solarizasyon	23 Haziran 2020 (47 gün)	25 Temmuz 2021 (34 gün)
Fide dikim işlemi	10 Ağustos 2020	10 Eylül 2021
Aşılama	10 Eylül 2020	26 Ekim 2021
Malç naylonunun çekilmesi	31 Ağustos 2020	9 Ekim 2021
Örtü altına alma	23 Aralık 2020	24 Aralık 2021
Trichoderma ve karşılaştırma ilaçları uygulaması		
1. Uygulama	10 Ağustos 2020	10 Eylül 2021
2. Uygulama	20 Ekim 2020	16 Ekim 2021
3. Uygulama	30 Aralık 2020	11 Kasım 2021
4. Uygulama	23 Şubat 2021	7 Ocak 2022
5. Uygulama	11 Mart 2021	15 Şubat 2022
Hasat başlangıcı	2 Şubat 2021	10 Mart 2022
Hasat sonu	16 Haziran 2021	1 Haziran 2022

3.2.4.2. Üretim Sezonu Boyunca *Trichoderma* ve *M. phaseolina* Populasyon Yoğunluğunun Belirlenmesi

Arazi çalışmaları kapsamında deneme alanında solarizasyon öncesinden başlayarak hasat sonuna kadar 1 ay aralıklarla toprak örnekleri alınarak *M. phaseolina* ve *Trichoderma* populasyon değişimi takip edilmiştir. Topraktaki *Trichoderma* populasyon yoğunluğu “3.2.1.3. Toprak Örneklerinden *Trichoderma* spp. İzolasyonu” bölümünde belirtildiği şekilde yapılmıştır. Çalışma her bir toprak örneği için 5 tekerrürlü, her tekerrürde 1 petri olacak şekilde yürütülmüştür. Petrilerdeki *Trichoderma* kolonileri belirlenerek “koloni oluşturan birim” (Colony Forming Unit)(CFU) olarak aşağıdaki denklem ile standart hale getirilmiştir.

$$CFU (g^{-1} \text{toprak}) = \frac{D}{V} \times N$$

N: petrideki koloni sayısı

D: seyrelme faktörü (10^1 - 10^6)

V: Petriye uygulanan hacim (100 µl) (Birthisel vd., 2019)

Topraktaki *M. phaseolina* populasyon yoğunluğunun belirlenmesi; çalışma ıslak eleme ile topraktan mikrosklerot izolasyon yöntemine göre yapılmıştır. Bunun için; 10 g toprak örneği 250 ml 0,525% NaOCI içeren steril saf su ile toprak mikserinde 3 kez 30 saniye 3 dakika aralıklarla karıştırılmıştır. Toprak süspansiyonu sırasıyla 212 µm sonrasında 45 µm elekten steril saf su ile yıkanarak ve 45 µm eleğin üzerinde kalan kısım steril saf su dolu piset yardımıyla 100 ml' lik steril kavanoza, maksimum hacim 10 ml'yi geçmeyecek şekilde

alınmıştır. Bu hazırlanan toprak çözeltisi üzerine, 121°C’de 20 dk. otoklavda sterilize edilen ve 50-55°C’ ye kadar soğutulmuş 50 ml PDA (39 g/L) ve Streptomisin sülfat (250 µg a.i./ml) (otoklavdan sonra eklenmiştir) içeren ortam ilave edilmiştir. Elde edilen toprak+ortam karışımı bir balık yardımıyla manyetik karıştırıcıda sürekli karıştırılarak toprağın ortam içerisinde homojen olarak dağılımı sağlanmıştır. Ortam her petriye 10 ml olacak şekilde enjektör yardımıyla 90 mm çapındaki steril 5 petriye dağıtılmıştır. Petriler 25±1°C’deki inkübatöre konularak 5-6 gün takip edilerek günlük olarak mikrosklerot çimlenmesi sonucu oluşan kolonilerin geliştiği noktalar işaretlenerek kaydedilmiştir (Mihail ve Alcorn, 1982).

3.2.4.3. Arazi Çalışmasının Değerlendirilmesi

Trichoderma ve fungusit uygulamalarının arazi koşullarında *M. phaseolina*’ya karşı denendiği ve 2 yıl süren çalışma aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilmiştir;

- Dikim öncesinde arazide dikiminde kullanılacak olan fidelerden rastgele örnekleme yapılmış ve izolasyon yapılarak fide bulaşıklığı ortaya konmuş,
- Her bir karaktere ait ölen fide oranı belirlenmiş,
- Solgunluk görülen ve ölen fidelerden yapılan izolasyon çalışması sonucunda elde edilen etmenlerin karakterler bazında ve bitkinin kısımlarına (kök, taç) göre gruplandırılması yapılmış,
- Üretim sezonu boyunca (1. yıl ve 2. yıl ayrı ayrı olmak üzere) her bir karakterdeki *M. phaseolina* ve *Trichoderma* popülasyonunun değişimi belirlenmiş,
- Uygulamaların verime (kg/da) olan etkisi kaydedilmiştir.

3.2.5. İstatistik Analizi

In vitro’da yürütülen *Trichoderma* spp. izolatlarının antagonistik özelliklerinin belirlenmesi çalışmasında, elde edilen engelleme oranı verileri, saksı çalışmasında elde edilen hastalık şiddeti ve yaş ağırlık artışı verileri, arazi çalışmasında elde edilen ölüm oranı verilerine Arcsin transformasyonu uygulanmıştır. Elde edilen tüm veriler JMP 11.0.0 istatistik programında (SAS Institute, Cary, NC, USA) tek yönlü varyans analizine (ANOVA) ($p < 0,05$) göre LSD testi ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. *Trichoderma* spp.'nin Elde Edilmesi

4.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Trichoderma izolasyonu için Aydın ilinin tüm ilçelerinden Ekim-Kasım 2018, Şubat-Mart 2019 ve Haziran 2019 dönemlerinde toplamda 165 adet farklı üretim alanından toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri; zeytin, turunçgil, badem, incir, meşe, kavak, cennet elması, ceviz, erik, şeftali, bağ, pamuk, mısır, patlıcan, karnabahar, lahana, yer fıstığı, pancar, biber, buğday, pırasa, marul, çilek olmak üzere 23 farklı kültür bitkisinin yetiştirildiği alanlardan ve nadasa bırakılan alanlardan alınmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler.

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Efeler	1	Baltaköy	37,7829 27,8853	Nadas
Efeler	2	Tepeköy	37,7927 27,9011	Enginar
Efeler	3	Tepeköy	37,7927 27,9011	Zeytin
Efeler	4	Alanlı	37,8031 28,1062	Yonca
Efeler	5	Dereköy	37,8071 28,1456	Biber
Efeler	6	Dalama Yolu	37,7899 27,8371	Mısır
Efeler	7	Dalama Yolu	37,7758 27,8396	Mısır
Efeler	8	Dalama Yolu	37,7892 27,8371	Pamuk
Efeler	9	Dalama Yolu	37,7892 27,8371	Nadas
Efeler	10	Yılmazköy	37,5048 27,5252	Yonca
Efeler	11	Yılmazköy	37,8462 27,8902	Zeytin+İncir
Efeler	12	Umurlu	37,8454 27,8846	Mısır
Efeler	13	Serçeköy	37,8525 27,9302	Çilek

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Efeler	14	Emirdoğan	37,8522 27,9481	Bal kabağı
Efeler	15	Emirdoğan	37,8519 27,9500	Ayva
Yenipazar	16	Hamzabali	37,8049 28,1167	Yonca
Yenipazar	17	Hamzabali	37,8035 27,9427	Karnabahar
Yenipazar	18	Barduran Mah.	37,818 28,1792	Kavak
Yenipazar	19	Barduran Mah.	37,8327 28,2275	Nadas
Yenipazar	20	Direcek Mah.	37,8327 28,2275	Domuz pıtrağı ve topalak
Yenipazar	21	Direcek Mah.	37,8324 28,2279	Turunçgil
Yenipazar	22	Direcek Mah.	37,8378 28,2634	bamya
Yenipazar	23	Direcek Mah.	37,8373 28,2730	Şeftali
Bozdoğan	24	Alamut	37,8374 28,2732	İncir
Bozdoğan	25	Osmaniye	37,7935 28,3157	Yer fıstığı+patates
Bozdoğan	26	Kavaklı	37,7515 28,3264	Karpuz
Bozdoğan	27	Klavuzlar	37,7225 28,3387	Zeytin
Bozdoğan	28	Çamlıdere	37,6828 28,2322	Zeytin
Bozdoğan	29	Karabaş	37,7255 28,3476	Biber
Bozdoğan	30	Karabaş	37,7255 28,3476	Mısır
Bozdoğan	31	Karabaş	37,7255 28,3476	Mısır
Bozdoğan	32	Klavuzlar	37,7067 28,3300	Zeytin
Bozdoğan	33	Klavuzlar	37,7156 28,3326	Zeytin

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Nazilli	34	Esenköy	37,8245 28,3309	Yonca
Nazilli	35	Pamuk Araştırma E.	37,8666 28,3290	Pamuk
Nazilli	36	Kurtuluş Mah.	37,8963 28,2309	Şeftali
Nazilli	37	İsabeyli	37,8975 28,2408	Zeytin
Nazilli	38	İsabeyli	37,8984 28,2508	Turunçgil
Nazilli	39	Yeşil Mah.	37,9224 28,3624	Nar
Kuyucak	40	Yeni Mah.	37,9092 28,4425	Turunçgil
Kuyucak	41	Mustafa Paşa Mah.	37,9121 28,4496	Turunçgil
Kuyucak	42	Aydınoğlu Mah.	37,9141 28,4654	Zeytin
Kuyucak	43	Aydınoğlu Mah.	37,9123 28,4686	Zeytin+turunçgil
Kuyucak	44	Pamukören	37,9125 28,5772	Cennet Elması
Kuyucak	45	Gencelli	37,9349 28,6633	İncir
Kuyucak	46	Horsunlu	37,9161 28,6155	Mısır
Kuyucak	47	Pamukören	37,9020 28,5388	Mısır
Buharkent	48	Gelenbe	37,9562 28,7035	Meşe
Buharkent	49	Menderes Mah.	37,9584 28,7151	Pancar
Buharkent	50	Menderes Mah.	37,9617 28,7249	Lahana
Buharkent	51	Savcılı Mah.	37,9578 28,7480	Zeytin
Buharkent	52	Zafer Mah.	37,9626 28,7261	Mısır
Buharkent	53	Ortakçı Mah.	37,9578 28,7106	Zeytin+Pancar

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Buharkent	54	Feslek Mah.	37,9536 28,6887	Zeytin
Sultanhisar	55	Salavatlı	37,8619 28,1101	İncir
Sultanhisar	56	Atça	37,8885 28,2269	Patlıcan
Sultanhisar	57	Atça	37,8951 27,2280	Nadas
Sultanhisar	58	Hisar Mah.	37,8725 28,1700	Turunçgil
Sultanhisar	59	Hisar Mah.	37,8810 28,1654	Zeytin
Köşk	60	Ovaköy	37,8471 27,9092	Zeytin
Köşk	61	Çarşı Mah.	37,8555 28,0649	Yonca
Köşk	62	Vatan Sok.	37,8565 28,0673	Mısır
Köşk	63	Köşk	37,8642 28,0803	Zeytin
Karpuzlu	64	Abak Mah.	37,6080 27,9246	Mısır
Karpuzlu	65	Ektirli Mah.	37,5983 27,8526	Zeytin
Karpuzlu	66	Gölcük Mah.	37,5722 27,8269	Çim
Karpuzlu	67	Çobanhisar Mah.	37,5450 27,8505	Mısır
Karpuzlu	68	Çobanhisar Mah.	37,5442 27,8573	Mısır
Çine	69	Altnova	37,6903 27,9963	Yonca
Çine	70	Çaltı	37,6610 28,0206	Mısır
Çine	71	Evciler	37,5963 28,0593	Pırasa
Çine	72	Evciler	37,5901 28,0588	Biber
Çine	73	Evciler	37,5848 28,0588	Yer fıstığı

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Çine	74	Kuruköy	37,5640 28,0594	Mısır
Çine	75	Eski Çine	37,5327 28,0595	Yonca
Çine	76	Eski Çine	37,3155 28,3101	Pancar
Çine	77	Umurköy	37,5368 28,0353	Pırasa
Çine	78	Çine	37,5521 28,0236	Nadas
Çine	79	Kabataş Mah.	37,5752 27,9957	Zeytin
Çine	80	Kabataş Mah.	37,5830 27,9989	Yer fıstığı
Çine	81	Esentepe	37,6112 27,9426	Yer fıstığı
Koçarlı	82	Fakülteye yakın	37,7664 27,7477	Buğday
Koçarlı	83	Tekeli Mah.	37,4628 27,3850	Pamuk
Koçarlı	84	Yeniköy Mah.	37,4640 27,3691	Pamuk
Koçarlı	85	Bıyıklı Mah.	37,7655 27,5880	İncir
Koçarlı	86	Yağhanlı Mah.	37,7462 27,5714	Lahana
Germencik	87	Gümüş Yeniköy	37,5034 27,3198	Zeytin
Germencik	88	Gümüş Yeniköy	37,5046 27,3196	Meyve bahçesi
Germencik	89	Gümüş Yeniköy	37,8546 27,5252	Pamuk
Germencik	90	Ortaklar	37,5290 27,3145	İncir+Zeytin
Germencik	91	Alangüllü	37,5222 27,3759	Yonca
Germencik	92	Mesudiye	37,8687 27,6441	Buğday
İncirliova	93	Koçarlı Yolu	37,8120 27,7134	Erik

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
İncirliova	94	Yazıdere Mah.	37,8199 27,7151	Buğday
İncirliova	95	Ted Koleji Karşısı	37,8575 27,7045	Çilek
İncirliova	96	Ted Koleji Karşısı	37,8596 27,7047	Zeytin
İncirliova	97	Merkez	37,8677 27,7173	Turunçgil
İncirliova	98	Merkez	37,8531 27,7305	Buğday
İncirliova	99	Gerenkova	37,8504 27,7425	Badem
İncirliova	100	Gerenkova	37,8573 27,7424	Nadas
İncirliova	101	İkizdere köprüsü	37,8490 27,7475	Zeytin
İncirliova	102	İkizdere köprüsü	37,8465 27,7444	İncir
Söke	103	Çalışlı Mah.	37,4273 27,3362	Turunçgil
Söke	104	Yeniköy Mah.	37,4222 27,3169	Marul
Söke	105	Yeniköy Mah.	37,4254 27,3130	Buğday
Söke	106	Burunköy	37,4232 27,2917	Pamuk
Söke	107	Gölbent Mah.	37,7187 27,3786	Mandalin
Söke	108	Akçakonak	37,7031 27,3523	Zeytin
Söke	109	Savuca Mah.	37,7377 27,3867	Zeytin
Söke	110	Yenidoğan Mah.	37,7209 27,4167	Nadas
Söke	111	Merkez	37,6294 27,3688	Baklagil
Söke	112	Atburgazı	37,5530 27,3435	Turunçgil

Çizelge 4.1. Aydın ili ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Didim	113	Akyeniköy	37,5010 27,3318	Zeytin
Didim	114	Akyeniköy Çıkışı	37,4892 27,2715	Meyve bah.
Didim	115	Akköy	37,4886 27,2632	Nadas
Didim	116	Akköy	37,4886 27,2632	Bağ
Didim	117	Atatürk Bul.	37,3869 27,2519	Zeytin
Didim	118	Atatürk Bul.	37,3869 27,2519	Buğday
Didim	119	Çamlık	37,3461 27,2667	Zeytin
Didim	120	Aşık Cad.	37,4012 27,2374	Buğday
Didim	121	Atatürk Bul.	37,4439 27,2217	Çilek
Didim	122	Akköy Yakınları	37,4705 27,2439	Zeytin+İncir
Didim	123	Balat Çıkışı	37,5296 27,2618	Pamuk
Kuşadası	124	Kuşadası Girişi	37,7703 27,3902	Zeytin
Kuşadası	125	Kuşadası Girişi	37,7701 27,3405	Erik
Kuşadası	126	Kirazlı Yolu	37,7867 27,3170	Zeytin
Kuşadası	127	Kuşadası	37,7862 27,3132	Ceviz
Kuşadası	128	Kuşadası	37,7979 27,2829	Mısır
Kuşadası	129	Karaova	37,7948 27,2792	Mandalina
Kuşadası	130	Kadıkalesi	37,7798 27,2731	Şeftali
Kuşadası	131	Soğucak	37,7617 27,2843	Erik

Çizelge 4.1. Aydın İli ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Kuşadası	132	Caferli Köyü	37,7498 27,3010	Badem
Kuşadası	133	Güzelçamlı	37,7328 27,2749	Turunçgil
Kuşadası	134	Güzelçamlı	37,7282 27,2683	Buğday
Kuşadası	135	Davutlar	37,7336 27,2839	Zeytin
Efeler	136	Umurlu	37,8585 27,9978	Çilek
Efeler	137	Umurlu	37,8585 27,9978	Çilek
Efeler	138	Umurlu	37,8585 27,9978	Çilek
Efeler	139	Kanyaşı Mah.	37,8610 28,0060	Çilek
Efeler	140	Kuyucular	37,8654 28,0175	Çilek
Köşk	141	Köşk	37,8534 28,0325	Çilek
Köşk	142	Ovaköy	37,8590 28,0313	Çilek
Köşk	143	Köşk yolu	37,8549 28,0339	Çilek
Köşk	144	Köşk yolu	37,8538 28,0692	Çilek
Köşk	145	Köşk yolu	37,8798 28,1424	Çilek
Sultanhisar	146	Sultanhisar	37,8795 28,1562	Çilek
Sultanhisar	147	Sultanhisar	37,8795 28,1562	Çilek
Sultanhisar	148	Sultanhisar	37,8732 28,1515	Çilek
Sultanhisar	149	Sultanhisar	37,8684 28,1560	Çilek
Sultanhisar	150	Sultanhisar	37,8675 28,1561	Çilek

Çizelge 4.1. Aydın İli ve merkez ilçeleri tarım alanlarından *Trichoderma* izolasyonu için alınan toprak örneklerine ait bilgiler (devamı).

İlçeler	Toprak Örneği No	Mevki	GPS Koordinat	Yetiştirilen ürün/nadas
Sultanhisar	151	Sultanhisar	37,8614 28,1559	Çilek
Sultanhisar	152	Sultanhisar	37,8691 28,1635	Çilek
Sultanhisar	153	Girincikuyu	37,8655 28,1724	Çilek
Sultanhisar	154	Girincikuyu	37,8440 28,1972	Çilek
Sultanhisar	155	Girincikuyu	37,8834 28,1747	Çilek
Sultanhisar	156	Vakıf	37,8715 28,1683	Çilek
Sultanhisar	157	Sultanhisar	37,8765 28,1680	Çilek
Yenipazar	158	Yenipazar yolu	37,8841 28,1832	Çilek
Yenipazar	159	Yenipazar yolu	37,8805 28,1834	Çilek
Yenipazar	160	Yenipazar	37,8350 28,1889	Çilek
Sultanhisar	161	Mermerli kuyu Mah.	37,8820 28,2224	Çilek
Sultanhisar	162	Atça	37,8886 28,2288	Çilek
Sultanhisar	163	Atça	37,8928 28,2558	Çilek
Sultanhisar	164	Atça	37,8872 28,2231	Çilek
Sultanhisar	165	Atça	37,8850 28,2057	Çilek

4.1.2. Topraktan İzole Edilen *Trichoderma* spp.

Aydın İli tarım alanlarından rastgele alınan toplam 165 adet toprak örneğinden yapılan izolasyon sonucunda 88 adet *Trichoderma* izolatu izole edilmiştir. Elde edilen *Trichoderma* izolatları Aydın ilinin ilçeleri, alınan toprak örnekleri ve bitki çeşidi ile ilişkilendirilmiştir. Buna göre en fazla toprak örneği Sultanhisar ilçesinden alınmıştır ve toplamda 11 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir. *Trichoderma* izolatlarının 7 tanesi çilek üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden izole edilmiştir. Bitki çeşidine göre izolatların dağılımını incelediğimizde en fazla izolat çilek (16 adet) (7 tanesi Sultanhisar ilçesinden) ve

16 ilçenin zeytin üretim alanlarından alınan toprak örneklerinin onundan 14 adet izolat elde edilmiştir. Mısır, yonca, turunçgil bahçesi, pamuk ve incir bahçesinden fazla sayıda *Trichoderma* izolatı elde edilen üretim alanlarıdır (Çizelge 4.2).



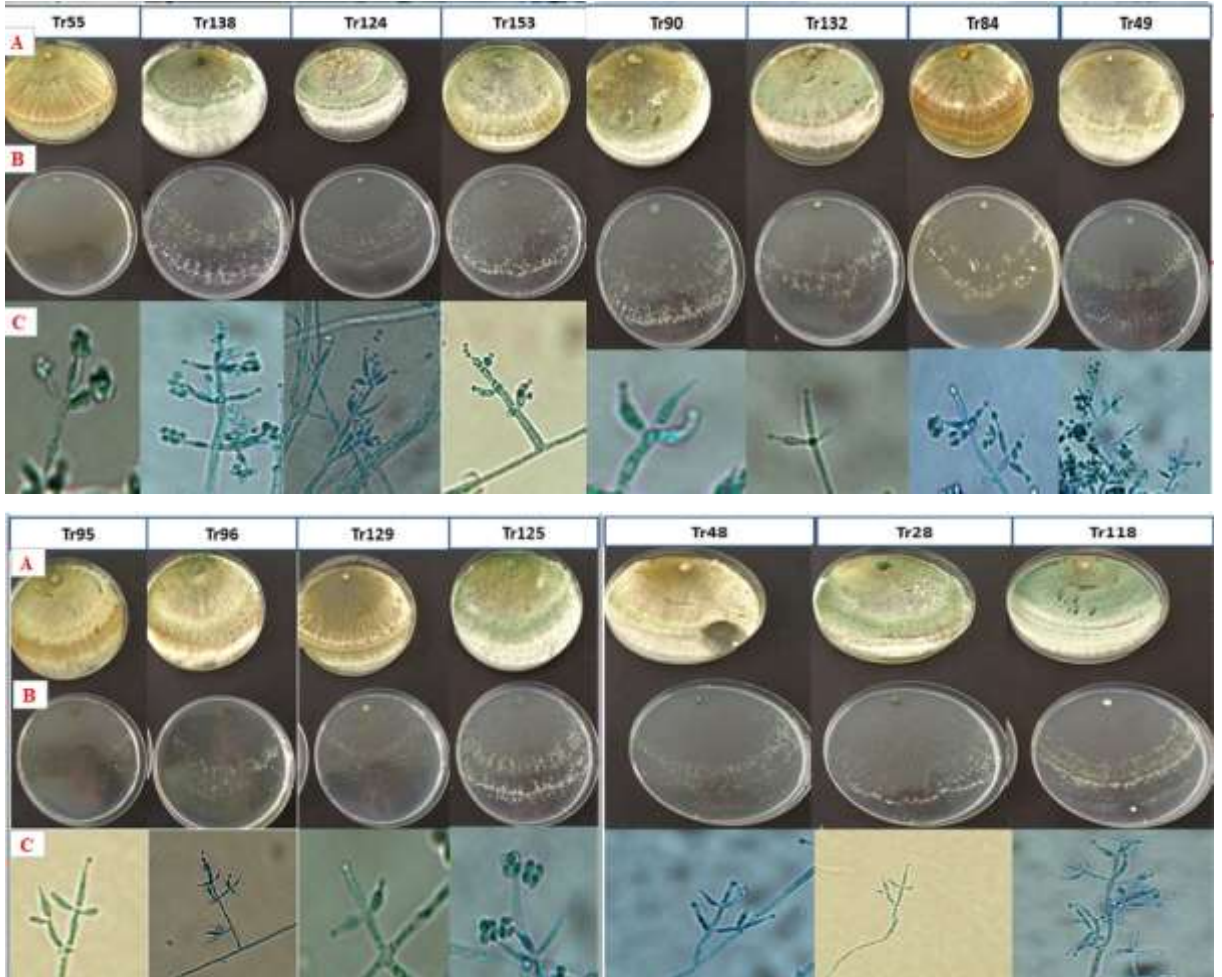
Çizelge 4.2. İlçelere göre alınan toprak örneği ve elde edilen *Trichoderma* izolat sayılarının kültür bitkisine ve ilçelere göre dağılımı.

İlçeler	Toprak örnek Sayısı	İzole Edilen Tr İzolat Sayısı	İzole Edilen <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Kültür Bitkilerine Dağılımı																							
			Zeytin	İncir	Yonca	Biber	Mısır	K.bahar/Lahana	Kavak	Yer fıstığı	Cennet elması	Meşe	Pırasa	Erik	Şeftali	Turunçgil	Pamuk	Pancar	Buğday	Marul	Patlıcan	Nadas	Çilek	Bağ	Ceviz/Badem	Yabancı ot
Efeler	20	6	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Yenipazar	11	6	-	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1
Bozdoğan	10	4	1	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nazilli	6	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuyucak	8	3	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buharkent	7	4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sultanhisar	22	11	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	7	-	-	-	-
Köşk	9	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Karpuzlu	5	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çine	13	6	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Koçarlı	5	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germencik	6	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İncirliova	10	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
Söke	10	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Didim	11	9	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-
Kuşadası	12	11	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Toplam	165	88	14	4	7	1	8	3	1	1	1	1	1	2	2	7	6	3	2	1	1	1	16	1	3	1

4.2. *Trichoderma* İzolatlarının Morfolojik ve Moleküler Tanılaması

4.2.1. Morfolojik Tanılama

Trichoderma izolatlarının morfolojik özellikleri (koloni rengi, konidi, phialid uzunlukları) PDA, CMD, SNA besi ortamlarında koloni gelişimi incelenerek değerlendirilmiştir (Resim 4.1). Farklı türlere ait izolatların $20\pm 1^\circ\text{C}$ 'de inokulasyondan 72 saat sonra koloni çapı olarak değerlendirildiğinde; PDA'da *T. guizhouense* Tr49 (65 mm), SNA'da *T. afroharzianum* Tr153 (53 mm), CMD'de ise *T. afroharzianum* Tr132 (61 mm) ve *T. afroharzianum* Tr90 (61 mm) izolatında diğer izolatlarla göre koloni gelişimi daha fazla olmuştur (Çizelge 4.3). Ayrıca bütün izolatların sporulasyon sonrasında oluşan koloni renginin yeşil olduğu belirlenmiştir (Resim 4.1).



Resim 4.1. *In vivo* denemelerde kullanılan *Trichoderma* izolatlarının PDA'daki koloni gelişimi (A), SNA'daki koloni gelişimi (B), phialid yapısı (C)

Olympus BX53 ışık mikroskopunda gerçekleştirilen her bir *Trichoderma* izolatına ait konidi ve phialid ölçüm değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Phialid uzunlukları 6,96 – 11,64 µm, genişlikleri 1,86-2,71 µm arasında, konidi boyutlarının ise en 2,00-2,97 µm, boy 2,17-3,15 µm arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.3. *In vivo* denemelerde kullanılan *Trichoderma* izolatlarının farklı besiyerlerindeki 20±2°C'deki inkubatörde 72 saat gelişen kültürlerin koloni gelişimi (mm) ve konidi, phialid uzunlukları (µm).

İzolat	Koloni gelişimi (mm) ¹			Phialid (µm) ²			Konidi (µm) ²	
	PDA	SNA	CMD	Boy	En	En	Boy	Boy/ En oranı
Tr28	62	52	56	11,64	2.43	2,76	2,92	1,05
Tr48	57	48	60	10,40	2.44	2,19	2,53	1,15
Tr49	65	42	53	9,29	2.08	2,16	2,28	1,05
Tr55	56	42	48	9,15	2.18	2,23	2,27	1,01
Tr84	52	39	48	7,96	2.47	2,00	2,17	1,08
Tr90	56	51	61	10,17	2.71	2,32	2,41	1,03
Tr95	52	44	54	10,87	2.00	2,67	2,85	1,06
Tr96	58	44	60	11,12	2.04	2,29	2,42	1,05
Tr118	52	46	50	6,96	1.86	2,28	2,54	1,11
Tr124	46	38	48	9,74	2.42	2,28	2,70	1,18
Tr125	52	52	56	10,91	2.46	2,30	2,70	1,17
Tr129	56	40	50	9,61	2.81	2,26	2,67	1,18
Tr132	57	48	61	10,91	2.27	2,97	3,15	1,06
Tr138	45	43	50	9,28	2.45	2,30	2,57	1,11
Tr153	63	53	60	10,99	2.34	2,25	2,51	1,11

¹: Koloni gelişimine ait değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

²: Phialid ve konidi uzunluk değerleri 25 tekrerrüre ait ortalamalardır.

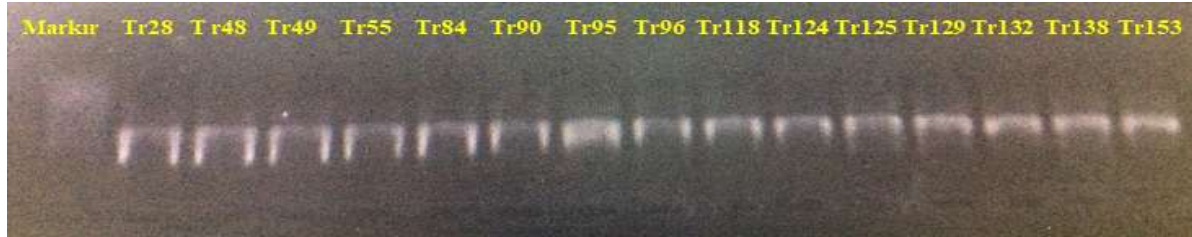
4.2.2. Moleküler Tanılama ve Filogenetik Ağaç

In vivo denemelerde kullanılan *Trichoderma* izolatlarının DNA ekstraksiyonu Cenis (1992) yöntemi ile yapılmış ve Nanodrop yardımı DNA miktarı ve absorbans değerlerine ilişkin veriler (Çizelge 4.4) belirlenmiştir. *In vivo* denemelerde kullanılan *Trichoderma* izolatlarının DNA miktarının 57,6-998,5 ng/µl arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca NCBI Blast Sonucu %100 Benzerlik Oranı ile 12 izolat *T. afroharzianum*, 2 izolat *T. guizhouense* (Tr49, Tr118), 1 izolat *T. harzianum* olmak üzere üç tür olduğu görülmüştür. *T. afroharzianum* zeytin (Bozdoğan), meşe (Buharkent), incir, çilek (Sultanhisar), pamuk (Koçarlı), incir+zeytin (Germencik), zeytin (İncirliova), erik, mandalina, badem (Kuşadası), çilek (Köşk), *T. guizhouense* pancar (Buharkent) ve buğday (Didim), *T. harzianum* (Tr124) zeytin (Kuşadası) yetiştirilen topraklardan elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

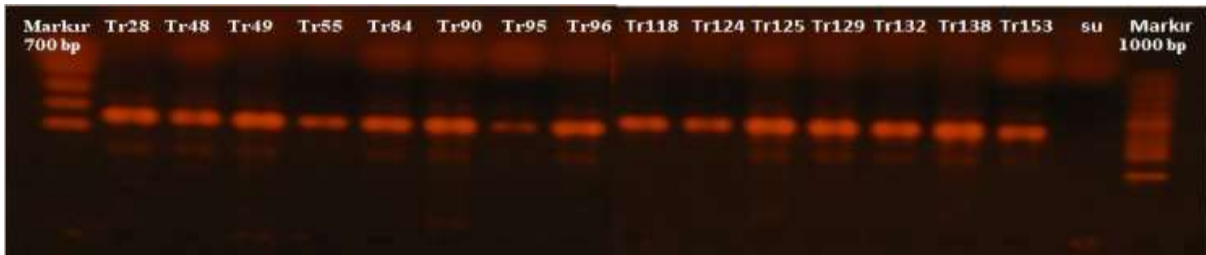
Çizelge 4.4. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının Blast sonucu ve izole edildiği tarım alanı bilgileri.

İzolat	DNA miktarı (ng/µl)	260/280 oranı	<i>Trichoderma</i> Türü	NCBI Blast Sonucu Benzerlik Oranı (%)			İzole Edildiği Kültür Bitkisi/İlçe
				ITS	TEF1	RPB2	
Tr28	598,8	2,07	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Zeytin (Bozdoğan)
Tr48	689,4	2,08	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Meşe (Buharkent)
Tr49	465,0	1,94	<i>T. guizhouense</i>	100	100	100	Pancar (Buharkent)
Tr55	998,5	1,86	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	İncir (Sultanhisar)
Tr84	252,8	1,99	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Pamuk (Koçarlı)
Tr90	375,1	1,91	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	İncir+Zeytin (Germencik)
Tr95	57,6	2,10	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Çilek (İncirliova)
Tr96	445,8	2,05	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Zeytin (İncirliova)
Tr118	761,1	2,08	<i>T. guizhouense</i>	100	100	100	Buğday (Didim)
Tr124	108,0	2,10	<i>T. harzianum</i>	100	100	100	Zeytin (Kuşadası)
Tr125	165,6	2,04	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Erik (Kuşadası)
Tr129	171,4	1,98	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Mandalina (Kuşadası)
Tr132	296,4	2,06	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Badem (Kuşadası)
Tr138	728,4	2,14	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Çilek (Köşk)
Tr153	730,0	2,10	<i>T. afroharzianum</i>	100	100	100	Çilek (Sultanhisar)

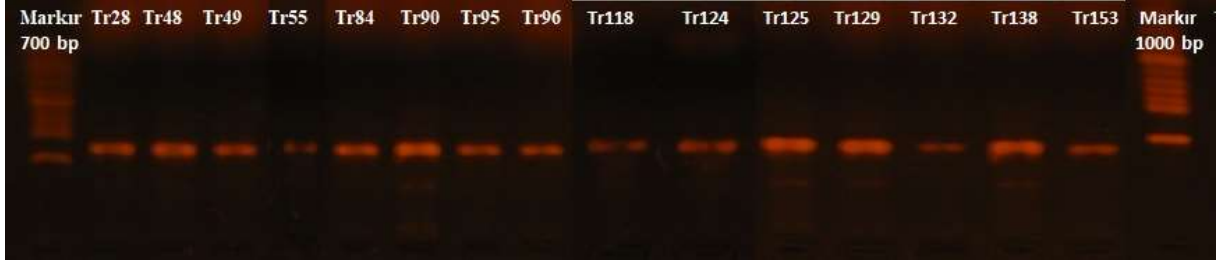
ITS, TEF-1 α ve RPB2 gen bölgelerine ait primerlerle gerçekleştirilen Real Time PCR sonrasında ürünler agaroz jelde yürütülmüştür. *Trichoderma* izolatlarının ITS, TEF-1 α ve RPB2 farklı gen bölgesine ait jel görüntüleri (sırasıyla Resim 4.2, 4.3, 4.4) verilmiştir.



Resim 4.2. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının ITS gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü



Resim 4.3. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının TEF-1 α gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü



Resim 4.4. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının RPB2 gen bölgesine ait agaroz jel görüntüsü

Çizelge 4.5’te belirtilen ITS, TEF-1 α ve RPB2 gen bölgelerine ait referans diziler NCBI veri tabanından FASTA formatında alınmıştır. Her bir gen bölgesine ait *Trichoderma* izolatlarının baz dizileri ile referans baz dizileri MEGA6 programında ClustalW ile çoklu sekans hizalaması yapılmıştır. Filogenetik analiz için Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter modeli kullanılmıştır. Filogenetik ağaçlar bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.5. NCBI veri tabanından alınan ITS, TEF-1 α ve RPB2 gen bölgelerine ait referans dizilere ilişkin bilgiler.

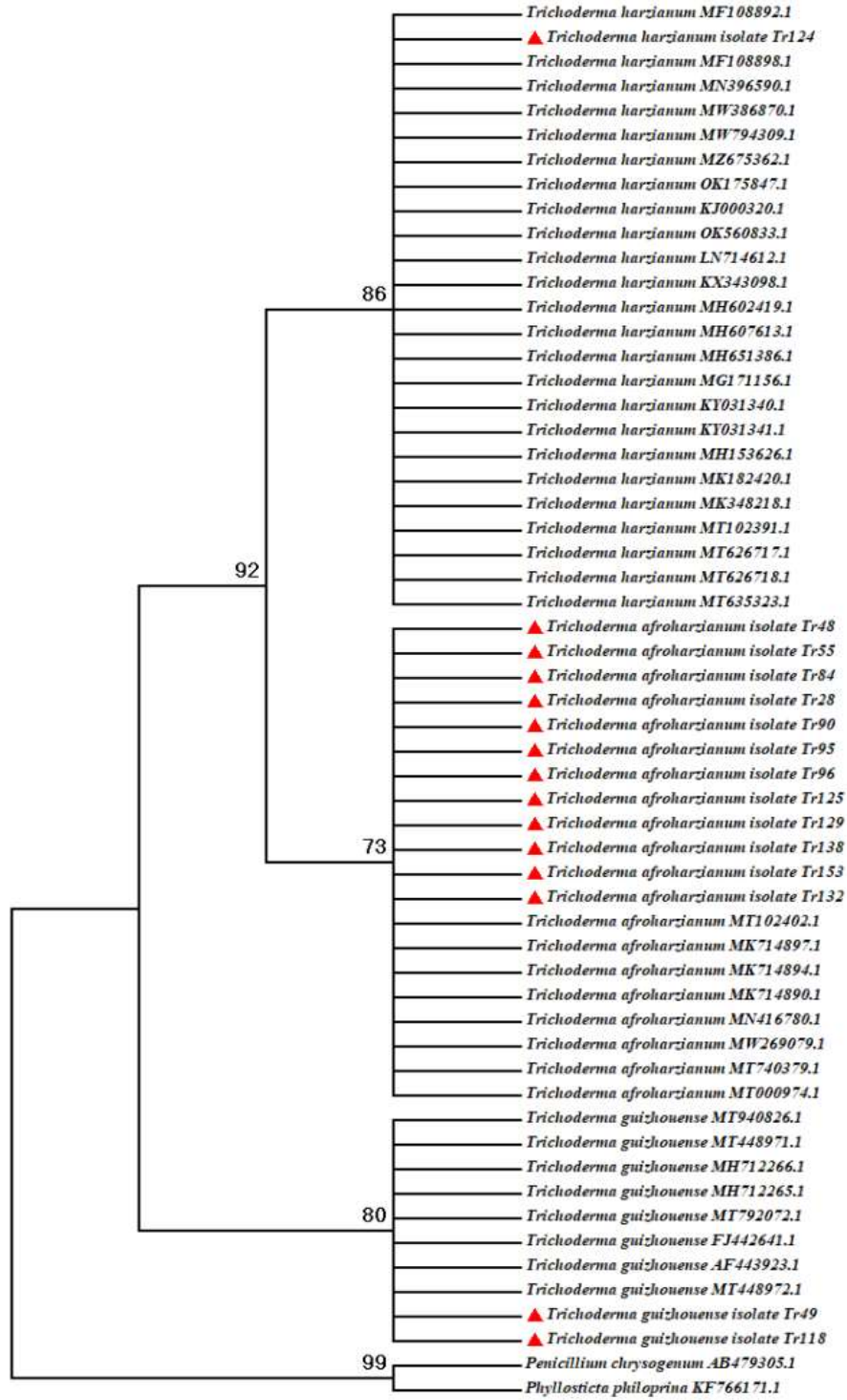
Tür adı	İzolat kodu	İzole edildiği yer	Ülke	Gen bölgesi	NCBI refrans izolatların accession no
<i>T. afroharzianum</i>	Tafum2	Toprak	Çin	ITS	MT102402.1
<i>T. afroharzianum</i>	CEN1417	Toprak	Brezilya	ITS	MK714897.1
<i>T. afroharzianum</i>	CEN1414	Toprak	Brezilya	ITS	MK714894.1
<i>T. afroharzianum</i>	CEN1410	Toprak	Brezilya	ITS	MK714890.1
<i>T. afroharzianum</i>	IIPR-64	Toprak (Nohut)	Hindistan	ITS	MN416780.1
<i>T. afroharzianum</i>	MI376	Toprak	Almanya	ITS	MW269079.1
<i>T. afroharzianum</i>	He08	Toprak (Zambak)	Endonezya	ITS	MT740379.1
<i>T. afroharzianum</i>	ALG09	Toprak	Cezayir	ITS	MT000974.1
<i>T. harzianum</i>	ThLem2017-01	Toprak (Limon)	Ürdün	ITS	MT626718.1
<i>T. harzianum</i>	ThRC2017-01	Toprak (Kırmızı lahana)	Ürdün	ITS	MT626717.1
<i>T. harzianum</i>	Thaum14	Toprak	Çin	ITS	MT102391.1
<i>T. harzianum</i>	T-A66	–	Çin	ITS	MK348218.1
<i>T. harzianum</i>	MEL-12	–	Hindistan	ITS	MK182420.1
<i>T. harzianum</i>	NECC30092	Toprak (Çam)	Çin	ITS	MH153626.1
<i>T. harzianum</i>	G2	Toprak (Buğday)	İran	ITS	KY031341.1
<i>T. harzianum</i>	E6	Toprak (Buğday)	İran	ITS	KY031340.1
<i>T. harzianum</i>	G360	Toprak (Bezelye)	Polonya	ITS	MH651386.1
<i>T. harzianum</i>	pen8	– (Mandalina)	Pakistan	ITS	MH607613.1
<i>T. harzianum</i>	LIT2-9.1	Toprak	İspanya	ITS	KX343098.1
<i>T. harzianum</i>	CCM8008	–	Çekya	ITS	LN714612.1

Çizelge 4.5. NCBI veri tabanından alınan ITS, TEF-1 α ve RPB2 gen bölgelerine ait referans dizilere ilişkin bilgiler (devamı).

Tür adı	İzolat kodu	İzole edildiği yer	Ülke	Gen bölgesi	NCBI referans izolatların accession no
<i>T. harzianum</i>	VRU-Th137	Toprak (A. Fıstığı)	İran	ITS	KJ000320.1
<i>T. harzianum</i>	1	Toprak	Hindistan	ITS	OK175847.1
<i>T. harzianum</i>	2020-6	Toprak	Çin	ITS	MW386870.1
<i>T. harzianum</i>	A1	–	Tunus	ITS	MN396590.1
<i>T. harzianum</i>	XZ N212-1	Toprak	Çin	ITS	MF108898.1
<i>T. harzianum</i>	PDA N176-1	Toprak	Çin	ITS	MF108892.1
<i>T. guizhouense</i>	PARC1025	–	Kanada	ITS	MT448971.1
<i>T. guizhouense</i>	GJS 07-18	Toprak	Amerika	ITS	FJ442641.1
<i>T. guizhouense</i>	G.J.S. 85-119	–	Amerika	ITS	AF443923.1
<i>T. guizhouense</i>	PARC1026	–	Kanada	ITS	MT448972.1
<i>T. guizhouense</i>	T6	Toprak	Cezayir	ITS	MT940826.1
<i>T. afroharzianum</i>	ALG09	Toprak	Cezayir	TEF	MT472849.1
<i>T. afroharzianum</i>	ALG05	Toprak	Cezayir	TEF	MT472845.1
<i>T. afroharzianum</i>	T14	Toprak (Buğday)	Cezayir	TEF	MW171248.1
<i>T. afroharzianum</i>	TM2-4	Toprak	Çin	TEF	MK779175.1
<i>T. afroharzianum</i>	TRA1-31	Toprak	Çin	TEF	MW267265.1
<i>T. afroharzianum</i>	TB3-36	Toprak	Çin	TEF	MW267263.1
<i>T. afroharzianum</i>	TAS4	–	Cezayir	TEF	MT069954.1
<i>T. guizhouense</i>	i4Tg	–	Çin	TEF	MN946500.1
<i>T. guizhouense</i>	i3Tg	–	Çin	TEF	MN946499.1
<i>T. guizhouense</i>	i2Tg	–	Çin	TEF	MN946498.1
<i>T. harzianum</i>	-	–	Çin	TEF	KP747450.1
<i>T. harzianum</i>	N-10	Toprak	Çin	TEF	MF125298.1
<i>T. harzianum</i>	392	Kompost	Türkiye	TEF	MT249287.1
<i>T. guizhouense</i>	S628	–	Yunanistan	RPB2	KJ665273.1
<i>T. afroharzianum</i>	TAS4	–	Cezayir	RPB2	MT069955.1
<i>T. afroharzianum</i>	TRA1-28	Toprak (soya)	Çin	RPB2	MW325744.1
<i>T. afroharzianum</i>	TB3-36	Toprak (soya)	Çin	RPB2	MW325746.1
<i>T. afroharzianum</i>	TRA1-32	Toprak (soya)	Çin	RPB2	MW325745.1
<i>T. afroharzianum</i>	TAS2	–	Cezayir	RPB2	MT069957.1
<i>T. afroharzianum</i>	TA1-49	Toprak (soya)	Çin	RPB2	MW325749.1
<i>T. afroharzianum</i>	HZA3	Toprak	Çin	RPB2	MH647793.1
<i>T. afroharzianum</i>	FES1712	Kauçuk ağacı	Çin	RPB2	MW014361.1
<i>T. harzianum</i>	T2	–	Çin	RPB2	KX632534.1
<i>T. harzianum</i>	T1	–	Çin	RPB2	KX632533.1

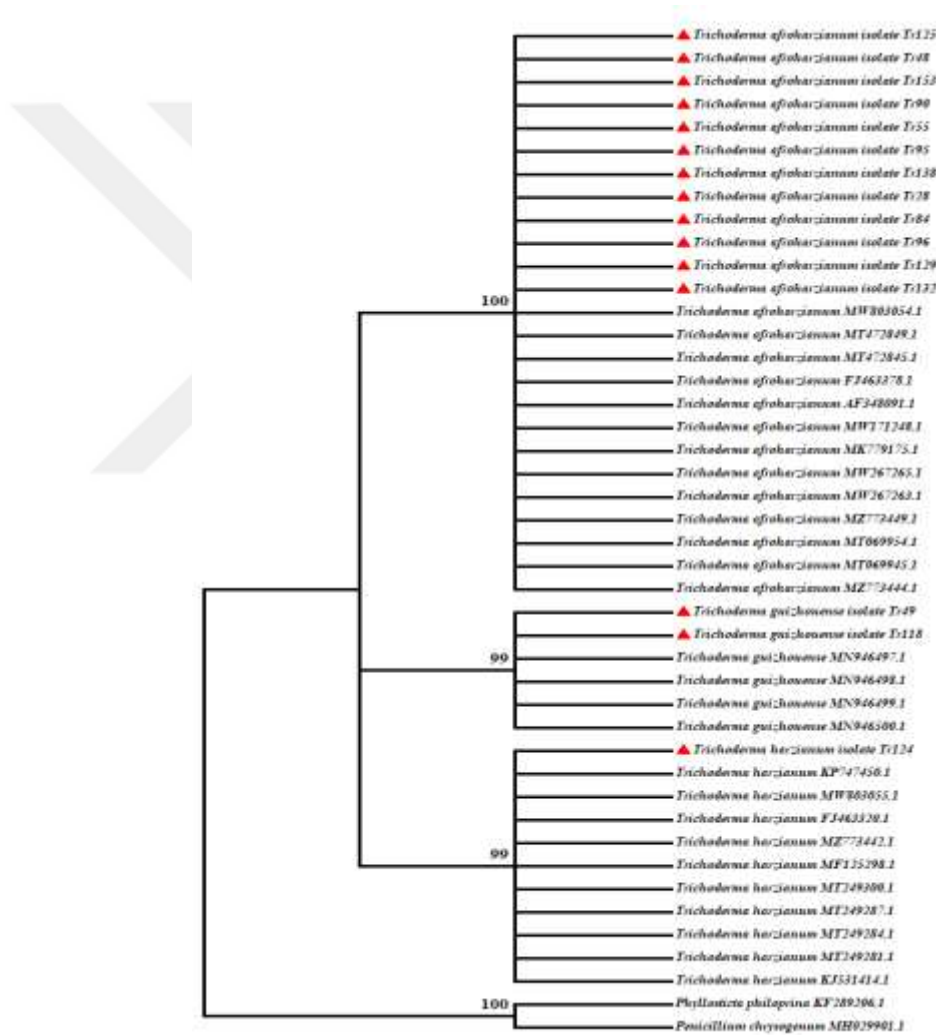
ITS gen bölgesine ait filogenetik analiz 57 nükleotid sekans içermektedir. Birinci grup çalışmamız kapsamında elde edilen izolatu ve referans izolatlarında yer aldığı *T. harzianum* türünden oluşmuştur ve %86 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. İkinci grup ise referans izolatlarla birlikte elde ettiğimiz *T. afroharzianum* türünden oluşmuştur ve %73 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Üçüncü grup ise *T. guizhouense* türünden oluşmuştur ve %80 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Ayrıca filogenetik analizde dış grup olarak kullandığımız *Penicillium chrysogenum* (Accession number: AB479305.1) ve *Phyllosticta philoprina* (Accession number: KF766171.1) türleri ayrı bir grup oluşturmuştur ve %99 bootstrap değeri ile desteklenmiştir (Şekil 4.1).





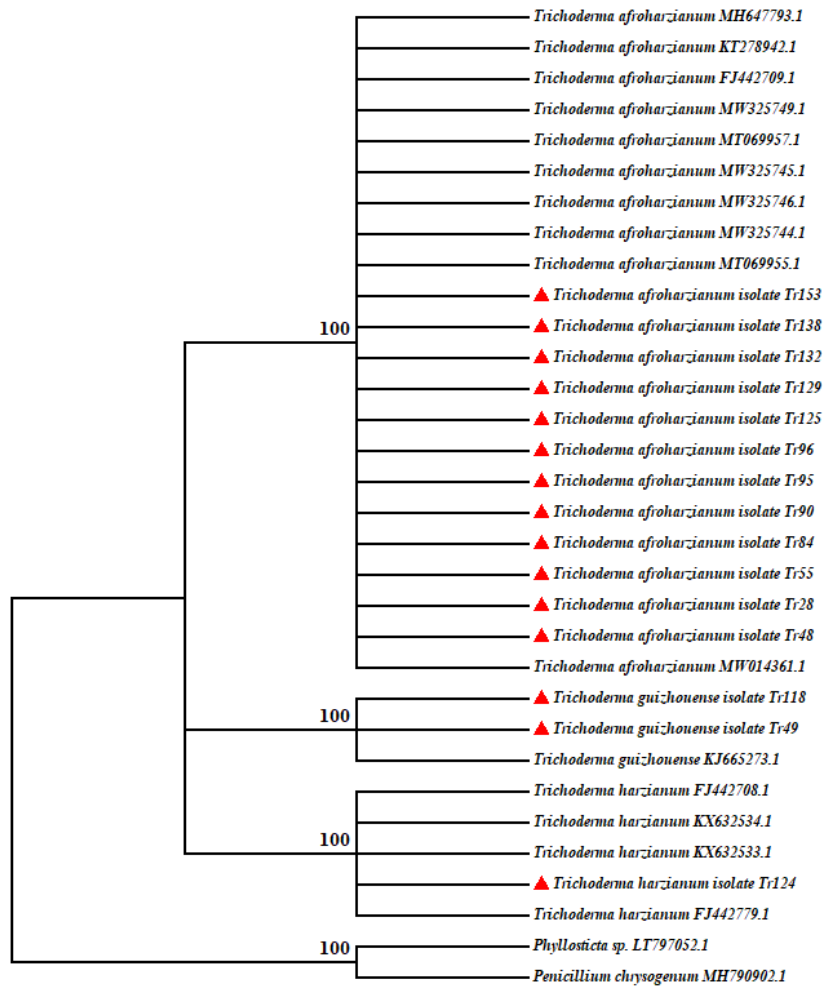
Şekil 4.1. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının ITS gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter (Kimura, 1980) modeli kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013)

TEF-1 α gen bölgesine ait filogenetik analiz 44 nükleotid sekans içermektedir. Birinci grup, çalışmamız kapsamında elde edilen türe ait izolatlar ve referans izolatlarında yer aldığı *T. afroharzianum* türünden oluşmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. İkinci grup ise referans izolatlarla birlikte elde ettiğimiz *T. guizhouense* türünden oluşmuştur ve %99 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Üçüncü grup ise *T. harzianum* türünden oluşmuştur ve %99 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Ayrıca filogenetik analizde dış grup olarak kullandığımız *Penicillium chrysogenum* (Accession number: MH029901.1) ve *Phyllosticta philoprina* (Accession number: KF289206.1) türleri ayrı bir grup oluşturmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının TEF-1 α gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter (Kimura, 1980) modeli kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013)

RPB2 gen bölgesine ait filogenetik analiz 32 nükleotid sekans içermektedir. Birinci grup, çalışmamız kapsamında elde edilen türe ait izolatlar ve referans izolatlarında yer aldığı *T. afroharzianum* türünden oluşmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. İkinci grup ise referans izolatlarla birlikte elde ettiğimiz *T. guizhouense* türünden oluşmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Üçüncü grup ise *T. harzianum* türünden oluşmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir. Ayrıca filogenetik analizde dış grup olarak kullandığımız *Penicillium chrysogenum* (Accession number: MH790902.1) ve *Phyllosticta* sp. (Accession number: LT797052.1) türleri ayrı bir grup oluşturmuştur ve %100 bootstrap değeri ile desteklenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. *In vivo* çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının RPB2 gen bölgesine ait Neighbor-Joining metodu ve Kimura 2-parameter modeli (Kimura, 1980) kullanılarak bootstrap değeri 1,000 tekrarlı olarak elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı renk ile belirtilmiştir. Evrimsel analizler MEGA6 programında yapılmıştır (Tamura vd., 2013)

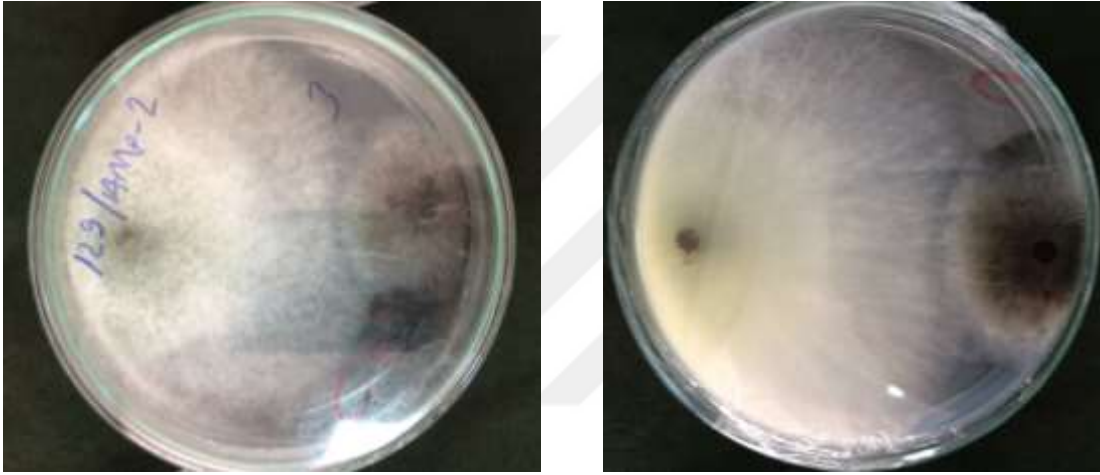
Macrophomina izolatlarının ITS, TEF-1 α ve beta Tubulin gen bölgelerine ait sekans verilerinin NCBI Blast sonucunda %100 eşleşme ile *M. phaseolina* türüne ait olduğu belirlenmiştir.

4.3. *Trichoderma* spp.'nin *M. phaseolina*'ya Karşı Etkinlik Çalışmaları

4.3.1. *In vitro* Çalışmalar

4.3.1.1. İkili Kültür Testi

Topraktan izole edilen 88 adet *Trichoderma* izolatının Dennis ve Webster (1971a)'e göre AMp-2, AMp-9 ve V1 *M. phaseolina* izolatlarına karşı yürütülen ikili kültür testine (Resim 4.5) ait miselyal gelişimi engelleme oranı (%) Sreedevi vd. (2011) formülü ile değerlendirilmiştir.



Resim 4.5. İkili kültür testinde karşılıklı yerleştirilen *Trichoderma* (sol) ve *M. phaseolina* (sağ) izolatlarının 5. gündeki koloni gelişimi

İkili kültür testi sonucunda *Trichoderma* izolatları, AMp-2 izolatının miselyal gelişimini %56,66-%81,48 arasında değişen oranlarda engellemiştir. En yüksek etkiyi %81,48 ile Tr129 izolatı gösterirken, en düşük etkiyi ise Tr157B izolatı (%56,66) göstermiştir. AMp-9 izolatına ait veriler değerlendirildiğinde; *Trichoderma* izolatları %55,93-%84,81 oranında miselyal gelişimi engellemiş ve en yüksek etkiyi Tr125 izolatı (%84,81) gösterirken, en düşük etki ise Tr157B izolatında (%55,93) belirlenmiştir. V1 izolatında ise miselyal gelişimi %56,78-%81,85 arasında sınırlandırmış ve burada en yüksek etkiyi Tr135 (%81,85), Tr125 (%81,85) izolatları gösterirken, en düşük etki Tr93 izolatında (%56,78) görülmüştür (Çizelge 4.6). İkili kültür testi sonucunda *M. phaseolina* izolatlarına karşı ortak olarak en yüksek etkiyi gösteren 5 adet *Trichoderma* izolatı (Tr125, Tr129, Tr132, Tr90, Tr118) in vivo çalışmalarına dahil edilmiştir.

Çizelge 4.6. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%).

İzolat	AMP-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMP-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr129	81,48±1,95 a	Tr125	84,81±0,9 a	Tr135	81,85±0,3 a
Tr97	80,74±0,74 ab	Tr129	82,22±1,2 ab	Tr125	81,85±0,9 a
Tr101	80,00±0,64 abc	Tr90A	82,22±0,6 ab	Tr114	80,37±1,6 ab
Tr125	79,63±0,37 abcde	Tr117	81,85±0,9 abc	Tr122	79,26±0,7 abc
Tr132	78,89±0,64 abcde	Tr132	81,11±0,6 abcd	Tr132	79,26±0,9 abc
Tr138A	78,52±0,97 abcde	Tr97	80,00±1,1 bcde	Tr124A	78,89±0,6 abcd
Tr90A	78,52±0,97 abcde	Tr127	80,00±0,6 bcde	Tr138A	78,52±1,6 abcde
Tr160	78,52±0,97 abcde	Tr4	79,38±0,3 bcdef	Tr129	77,41±1,3 bcdef
Tr108	78,15±0,37 abcdef	Tr101	78,89±0,6 bcdefg	Tr90A	77,41±0,3 bcdef
Tr124A	78,15±0,74 abcdef	Tr118	78,52±0,9 bcdefgh	Tr118	77,41±0,3 bcdef
Tr118	77,41±0,37 bcdefg	Tr108	78,52±0,7 bcdefgh	Tr127	77,41±0,3 bcdef
Tr130	77,04±0,37 cdefgh	Tr90B	78,15±0,9 cdefgh	Tr90B	77,41±0,9 bcdef
Tr122	77,04±0,74 cdefgh	Tr114	77,78±0,6 defghi	Tr128B	77,04±0,9 bcdefg
Tr88	76,67±0,64 cdefgh	Tr160	77,41±0,9 defghi	Tr138B	77,04±1,3 bcdefg
Tr105	76,67±0,64 cdefgh	Tr130	77,41±0,3 defghij	Tr105	77,04±1,3 bcdefg
Tr135	76,67±0,64 cdefgh	Tr116	77,04±0,7 efghijk	Tr106	76,30±0,9 bcdefgh
Tr117	76,67±1,11 cdefghi	Tr106	77,04±0,9 efghijk	Tr91	76,30±1,3 bcdefgh
Tr86	76,30±0,98 defghij	Tr102	77,04±0,7 efghijk	Tr104	75,19±1,6 cdefghi
Tr91	75,93±0,98 efghijk	Tr104	76,67±0,6 efghijkl	Tr102	74,81±1,6 defghi
Tr127	75,93±0,98 efghijk	Tr123	76,67±0,6 efghijkl	Tr116	74,44±0,6 efghij
Tr123	75,93±1,33 efghijk	Tr89	76,30±0,9 efghijklm	Tr86	74,07±0,9 fghijk
Tr121	75,56±1,69 efghijk	Tr69A	75,98±0,5 fghijklmn	Tr57	74,07±0,9 fghijk
Tr114	74,81±0,98 fghijkl	Tr122	75,93±1,3 fghijklmn	Tr124B	74,07±0,9 fghijk
Tr104	74,44±0,64 ghijklm	Tr128A	75,93±1,3 fghijklmn	Tr117	74,07±1,3 fghijk
Tr158	74,07±1,61 ghijklm	Tr128B	75,93±0,9 fghijklmn	Tr101	73,70±2,5 fghijkl
Tr85	73,70±1,33 hijklm	Tr162	75,92±2,0 fghijklmn	Tr128A	73,70±1,3 ghijklm
Tr106	73,33±0,64 ijklmn	Tr5	75,70±0,4 fghijklmno	Tr112	72,96±0,9 hijklmn
Tr162	72,96±1,62 jklmn	Tr41	75,19±0,9 ghijklmnop	Tr56	72,59±1,3 hijklmno
Tr124B	72,59±0,97 klmn	Tr112	74,81±0,9 hijklmnopq	Tr121	72,22±1,6 ijklmnop
Tr90B	72,59±0,97 klmn	Tr88	74,81±0,3 hijklmnopq	Tr160	71,85±0,9 ijklmnop
Tr20	71,87±2,62 lmn	Tr48	74,05±0,8 ijklmnopqr	Tr88	71,85±0,9 ijklmnop
Tr112	71,85±0,97 lmn	Tr16	74,00±2,4 ijklmnopqr	Tr42	71,85±0,3 ijklmnopq
Tr128A	71,11±1,69 mno	Tr138A	73,70±1,6 jklmnopqrs	Tr162	71,48±1,6 ijklmnopq
Tr138B	71,11±1,28 nop	Tr25	73,45±1,7 klmnopqrst	Tr38	71,48±0,3 ijklmnopq
Tr96	70,00±0,64 opq	Tr77	73,43±1,7 klmnopqrst	Tr89	71,48±0,3 ijklmnopqr
Tr56	68,15±0,97 pqr	Tr91	73,33±0,6 klmnopqrst	Tr130	71,11±1,2 ijklmnopqr
Tr77	67,77±1,57 pqrs	Tr124A	72,96±0,9 lmnopqrstu	Tr123	71,11±1,2 ijklmnopqr
Tr41	67,41±0,97 pqrs	Tr121	72,96±0,9 lmnopqrstu	Tr49	71,11±0,6 ijklmnopqr
Tr103	67,04±0,97 pqrs	Tr38	72,59±0,9 mnopqrstuv	Tr41	71,11±1,2 ijklmnopqr

¹:Değerler 3 tekrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.6. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	Amp-2 Etki (%) ¹	İzolat	Amp-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr102	66,67±1,6 qrst	Tr67	72,44±3,9 mnopqrstuv	Tr97	71,11±0,6 jklmnopqrs
Tr57	66,30±1,6 qrst	Tr31B	72,40±1,4 mnopqrstuv	Tr142	70,37±0,9 klmnopqrst
Tr163	66,30±0,9 qrstu	Tr158	72,22±1,2 nopqrstuvwx	Tr60	70,00±0,6 lmnopqrstu
Tr55	65,78±0,7 qrstu	Tr138B	72,22±1,2 nopqrstuvwx	Tr96	69,63±0,9 lmnopqrstu
Tr31B	65,60±0,2 qrstuv	Tr52	71,97±0,9 opqrstuvwxy	Tr3	69,50±0,4 mnopqrstuv
Tr36	65,56±0,6 qrstuv	Tr12	71,71±2,4 pqrstuvwxy	Tr152	69,26±1,3 mnopqrstuv
Tr153	65,56±1,2 qrstuvw	Tr135	71,48±1,6 pqrstuvwxyz	Tr108	69,26±0,9 nopqrstuvw
Tr76B	65,32±0,6 qrstuvwx	Tr3	71,38±1,3 pqrstuvwxyz	Tr31A	68,67±1,6 opqrstuvwx
Tr95	65,19±0,9 qrstuvwx	Tr56	71,11±1,2 qrstuvwxyza ₁	Tr158	68,15±1,3 opqrstuvwx
Tr142	65,19±0,9 qrstuvwx	Tr57	71,11±0,6 qrstuvwxyza ₁	Tr103	68,15±0,9 opqrstuvwxy
Tr18	64,88±1,3 rstuvwxy	Tr28	70,92±3,0 qrstuvwxyza ₁ b ₁	Tr67	67,96±1,5 pqrstuvwxyz
Tr31A	64,79±0,2 rstuvwxyz	Tr49	70,74±1,3 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr44	67,80±2,3 pqrstuvwxyz
Tr84A	64,63±1,7 rstuvwxy	Tr35	70,74±0,9 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr36	67,78±1,6 qrstuvwxyza ₁
Tr52	64,52±2,1 rstuvwxy	Tr36	70,74±1,3 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr4	67,42±0,7 rstuvwxyza ₁ b ₁
Tr3	64,51±1,7 rstuvwxyza ₁	Tr105	70,37±0,3 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr113	67,04±0,9 rstuvwxyza ₁ b ₁
Tr128B	64,44±0,6 stuvwxyza ₁ b ₁	Tr86	70,37±0,9 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr153	67,04±0,9 rstuvwxyza ₁ b ₁
Tr69B	64,19±0,7 stuvwxyza ₁ b ₁	Tr95	70,37±0,9 rstuvwxyza ₁ b ₁	Tr95	67,04±0,9 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁
Tr42	64,07±1,3 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr74	70,18±1,3 rstuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr69A	66,45±1,3 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁
Tr76A	63,18±1,5 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr84A	70,04±0,9 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr85	66,30±1,3 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr59	63,06±0,5 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr124B	70,00±0,6 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr20	66,02±2,2 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr34	62,94±1,1 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr20	69,90±2,1 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr69B	65,90±2,1 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr93	62,87±1,2 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr18	69,88±1,9 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr31B	65,82±3,3 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
Tr67	62,79±1,1 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr84B	69,88±1,9 stuvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr76B	65,77±0,9 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr4	62,74±1,8 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁	Tr44	69,71±0,4 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr48	65,59±1,1 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr157A	62,59±2,2 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr42	69,63±1,3 tuvwxxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr35	65,56±1,2 vwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁
Tr89	62,59±1,3 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr93	69,29±2,0 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr61	65,19±0,9 vwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁
Tr48	62,58±2,0 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr55	68,92±2,7 vwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr74	65,06±4,3 wxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁
Tr74	62,49±0,8 uvwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr96	68,52±1,3 wxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr65	64,44±1,2 xyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁
Tr38	62,22±0,6 vwxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr17	68,36±2,7 xyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr76A	64,27±2,6 xyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁
Tr28	62,01±0,1 wxyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr163	68,15±1,3 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr84B	64,16±0,9 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁
Tr5	61,90±1,4 xyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr34	67,59±0,9 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr34	63,76±2,1 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁
Tr35	61,85±0,9 xyza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr103	67,41±0,9 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr157A	63,70±1,3 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁
Tr69A	61,53±1,3 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr59	67,05±1,6 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr55	63,58±1,0 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁
Tr116	61,48±1,6 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr65	67,04±0,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr157B	63,33±1,9 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁
Tr61	61,48±1,3 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr76A	66,35±0,5 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr18	63,32±2,7 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁
Tr65	61,48±0,9 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr113	65,93±0,9 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr5	63,24±1,4 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁
Tr25	61,44±1,3 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr76B	65,09±0,4 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	Tr12	63,09±1,5 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr113	61,11±0,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr50	64,82±1,3 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁ l ₁	Tr77	62,77±3,5 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.6. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr49	61,11±1,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr85	64,81±0,9 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁ l ₁	Tr52	62,40±2,0 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr44	61,04±1,4 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr60	64,44±0,6 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁ l ₁ m ₁	Tr50	61,85±0,9 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr17	60,08±0,3 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr69B	64,00±4,1 h ₁ i ₁ j ₁ k ₁ l ₁ m ₁	Tr17	61,50±1,3 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr60	60,00±0,6 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr31A	63,59±1,8 i ₁ j ₁ k ₁ l ₁ m ₁ n ₁	Tr163	61,48±0,9 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr12	59,97±0,9 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr87	62,22±0,6 j ₁ k ₁ l ₁ m ₁ n ₁	Tr87	61,48±1,6 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁
Tr87	59,26±1,6 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr142	61,48±1,6 k ₁ l ₁ m ₁ n ₁	Tr28	61,15±3,1 h ₁ i ₁ j ₁ k ₁ l ₁
Tr16	59,00±0,8 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr153	61,11±1,2 l ₁ m ₁ n ₁	Tr16	60,30±1,6 i ₁ j ₁ k ₁ l ₁
Tr152	58,89±1,2 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr61	60,74±0,9 m ₁ n ₁ o ₁	Tr59	59,72±2,3 j ₁ k ₁ l ₁
Tr84B	58,69±0,5 f ₁ g ₁ h ₁	Tr152	60,00±0,6 n ₁ o ₁	Tr25	59,34±2,0 k ₁ l ₁
Tr50	57,78±1,2 g ₁ h ₁	Tr157A	57,04±1,3 o ₁ p ₁	Tr84A	58,64±0,8 l ₁
Tr157B	56,67±1,2 h ₁	Tr157B	55,93±1,3 p ₁	Tr93	56,78±1,4 l ₁
Kontrol	0,00±0,0 i ₁	Kontrol	0,00±0,0 q ₁	Kontrol	0,00±0,0 m ₁

¹: Değerler 3 tekrere ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

4.3.1.2. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Uçucu Bileşiklerin *M. phaseolina*'ya Etkisi

Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatları tarafından oluşturulan uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimine olan etkisi (Resim 4.6) yüzde engelleme oranı olarak değerlendirilmiştir. *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin AMp-2'nin miselyal gelişimini %5,19-%61,11 oranında engellediği ve Tr84B (%61,11) izolatının en yüksek etkiyi gösteren izolat olduğu belirlenmiştir. AMp-9 izolatının miselyal gelişimini %5,74-%71,26 oranında engellendiği ve Tr55 (%71,26) izolatının en yüksek etkiyi gösterdiği görülmüştür. V1 izolatının miselyal gelişiminin %8,15-%56,30 oranlarında miselyal gelişimi engellediği ve Tr158 (%56,30)'in yüksek etki gösteren izolat olduğu da belirlenmiştir. Tr158 aynı zamanda AMp-2 ve AMp-9 izolatlarına karşı da etkili bir performans göstermiştir. Ancak Tr84B ve Tr55 *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimine olan etkisi izolatlar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7).



Resim 4.6. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* türlerinin oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'ya etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada patojen izolatların genel görünümü

Çizelge 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%).

İzolat	AMP-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMP-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr84B	61,11±2,5 a	Tr55	71,26±1,1 a	Tr158	56,30±1,33 a
Tr76A	58,15±3,9 ab	Tr158	58,52±0,9 b	Tr160	54,44±1,6 ab
Tr158	57,04±1,6 abc	Tr102	57,78±1,6 b	Tr5	54,10±0,4 ab
Tr48	55,93±1,9 abcd	Tr96	57,78±1,2 b	Tr142	52,22±1,9 bc
Tr41	53,33±2,3 bcdef	Tr138A	55,19±0,9 bc	Tr28	51,47±0,5 bcd
Tr4	51,48±0,7 cdef	Tr95	55,19±0,9 bc	Tr52	51,13±0,4 bcd
Tr96	51,11±1,2 cdefg	Tr101	55,18±1,9 bc	Tr59	50,97±0,2 bcde
Tr44	50,74±3,9 cdefg	Tr106	54,82±1,3 bcd	Tr41	50,00±1,6 cdef
Tr97	50,74±2,0 cdefg	Tr160	53,70±0,9 cde	Tr55	48,16±0,3 defg
Tr160	50,37±0,9 defgh	Tr103	52,59±1,6 cdef	Tr12	47,94±0,4 defg
Tr18	50,00±1,2 defgh	Tr50	52,59±1,3 cdef	Tr84A	47,78±0,7 defgh
Tr52	50,00±1,2 defgh	Tr84B	52,33±0,2 cdef	Tr69B	47,31±0,8 efgh
Tr3	49,26±5,3 efgh	Tr89	52,22±2,3 cdef	Tr16	47,27±0,8 efgh
Tr138A	48,89±0,6 efghı	Tr91	51,11±1,6 defg	Tr17	46,23±0,7 fghı
Tr50	47,41±2,2 efghıj	Tr41	50,00±2,3 efgh	Tr106	45,93±0,9 ghıj
Tr69A	47,04±5,7 efghıjk	Tr138B	50,00±1,2 efgh	Tr74	45,86±0,4 ghıj
Tr138B	46,67±1,2 fghıjkl	Tr42	49,63±1,6 fghı	Tr48	45,22±0,4 ghıj
Tr95	45,93±2,4 fghıjklm	Tr88	49,63±1,6 fghı	Tr3	44,40±0,8 ghıj
Tr31A	45,56±3,3 fghıjklm	Tr61	49,63±2,6 fghı	Tr44	44,14±0,5 hijk
Tr60	45,55±1,6 fghıjklm	Tr57	47,41±1,6 ghıj	Tr96	44,07±0,9 hijk
Tr117	45,19±0,9 fghıjklm	Tr122	46,67±1,6 hijk	Tr76B	43,03±0,6 ijkl
Tr102	45,19±0,9 fghıjklm	Tr105	45,93±1,3 ijk	Tr123	42,96±1,6 ijkl

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre ($p<0,05$) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr42	44,81±1,6 fghijklm	Tr90A	45,93±0,9 ijk	Tr20	42,85±0,3 ijkl
Tr77	44,81±2,6 ghijklmn	Tr112	45,19±1,6 jk	Tr18	42,78±0,7 ijkl
Tr69B	44,07±8,7 hijklmno	Tr142	45,19±0,9 jk	Tr25	42,31±0,3 jklm
Tr55	43,33±2,5 hijklmno	Tr104	45,18±1,3 jk	Tr69A	42,30±0,1 jklm
Tr106	43,33±1,9 hijklmno	Tr124B	44,81±1,6 jk	Tr84B	42,17±0,5 jklmn
Tr31B	43,33±2,5 ijklmnop	Tr52	44,37±0,7 jk	Tr152	40,37±1,6 klmno
Tr87	41,85±5,9 ijklmnop	Tr124A	43,33±1,2 kl	Tr76A	40,20±0,2 lmno
Tr28	41,85±3,9 ijklmnop	Tr90B	43,33±1,2 kl	Tr4	40,15±0,9 lmno
Tr61	41,85±1,6 ijklmnopq	Tr36	42,96±0,9 kl	Tr162	40,00±1,9 lmnop
Tr103	41,48±1,9 ijklmnopqr	Tr117	42,96±0,9 kl	Tr36	40,00±2,3 lmnop
Tr57	41,11±2,3 ijklmnopqr	Tr31B	40,52±1,2 lm	Tr31B	38,78±0,7 mnopq
Tr84A	41,11±3,8 jklmnopqr	Tr108	38,52±1,6 mn	Tr95	38,52±2,2 nopqr
Tr89	40,37±0,9 klmnopqr	Tr123	38,15±0,9 mn	Tr77	38,44±0,4 nopqr
Tr105	40,00±1,9 lmnopqr	Tr69A	37,96±0,7 mn	Tr50	38,15±1,6 opqr
Tr104	39,63±1,3 lmnopqr	Tr162	37,78±1,6 mn	Tr153	36,67±1,6 opqrs
Tr90A	39,26±1,6 lmnopqr	Tr125	37,04±0,9 mn	Tr108	36,30±1,6 pqrst
Tr142	39,26±0,9 lmnopqr	Tr35	37,04±1,6 mn	Tr102	35,93±1,6 qrstu
Tr132	39,26±2,6 mnopqr	Tr113	34,82±1,3 no	Tr93	35,56±1,2 qrstuv
Tr101	38,89±1,6 nopqrs	Tr121	32,96±1,6 op	Tr113	35,19±0,9 qrstuv
Tr162	37,41±0,9 nopqrs	Tr127	30,74±1,6 pq	Tr42	34,82±1,3 rstuv
Tr25	37,41±3,9 opqrst	Tr128A	30,74±1,3 pq	Tr67	34,27±0,5 stuvw
Tr86	37,04±1,9 opqrst	Tr152	30,37±1,6 pq	Tr121	34,07±1,9 stuvw
Tr93	36,67±3,8 pqrst	Tr132	30,00±1,9 pq	Tr138B	34,07±1,3 stuvw
Tr91	36,30±1,9 pqrst	Tr114	28,89±2,3 q	Tr34	33,84±0,8 stuvw
Tr16	35,93±1,9 qrstu	Tr60	28,52±1,6 qr	Tr103	33,70±0,9 stuvwxy
Tr122	34,82±1,9 rstuv	Tr128B	24,81±2,2 rs	Tr105	33,70±1,6 stuvwxy
Tr20	34,44±2,5 rstuv	Tr129	24,44±1,2 s	Tr90A	33,70±0,9 stuvwxy
Tr124A	34,44±1,6 rstuv	Tr118	24,44±1,2 s	Tr132	32,96±1,6 stuvwxyz
Tr59	34,44±2,2 rstuv	Tr163	24,07±0,9 st	Tr57	32,96±0,9 stuvwxyz
Tr88	34,44±1,9 rstuv	Tr97	21,85±1,6 stu	Tr117	32,96±0,9 stuvwxyz
Tr112	34,44±0,6 stuvw	Tr130	20,37±0,9 tuv	Tr97	32,96±0,9 stuvwxyz
Tr76B	30,74±1,9 tuvw	Tr116	19,26±0,9 uvw	Tr114	32,59±1,3 tuvwxyza ₁
Tr36	30,37±1,6 tuvw	Tr65	18,89±1,9 uvw	Tr61	32,22±1,9 uvwxyza ₁
Tr124B	30,37±2,2 tuvw	Tr31A	18,74±1,7 uvw	Tr122	31,85±0,9 vwxyza ₁ b ₁
Tr90B	30,37±1,9 tuvw	Tr56	18,15±2,5 uvw	Tr101	31,85±1,6 vwxyza ₁ b ₁
Tr116	30,37±1,6 uvwx	Tr20	17,48±1,2 vwx	Tr89	30,74±2,2 wxyza ₁ b ₁ c ₁
Tr123	28,89±2,3 vwxy	Tr153	17,41±1,3 vwxy	Tr138A	30,37±0,9 xyza ₁ b ₁ c ₁

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr65	27,78±1,6 vwxy	Tr157B	16,30±0,9 wxy	Tr104	30,37±1,6 xyza ₁ b ₁ c ₁
Tr118	27,78±2,3 wxy	Tr135	15,56±1,2 wxyz	Tr163	30,00±2,3 yza ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr125	27,41±1,9 wxy	Tr28	14,26±0,7 xyza ₁	Tr86	29,26±2,0 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
Tr108	27,41±2,2 wxy	Tr86	12,96±1,3 yza ₁ b ₁	Tr112	28,89±1,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁
Tr38	26,67±3,8 wxy	Tr157A	12,59±1,3 yza ₁ b ₁	Tr128A	28,15±0,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr56	25,93±2,4 wxy	Tr25	12,11±1,2 za ₁ b ₁ c ₁	Tr60	27,78±1,9 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr35	25,92±2,0 wxy	Tr48	12,04±0,4 za ₁ b ₁ c ₁	Tr88	27,41±0,9 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr113	24,81±1,6 wxyz	Tr18	11,89±0,3 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr157B	27,41±2,2 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁
Tr114	24,45±1,6 wxyz	Tr44	11,52±0,3 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr87	26,30±1,3 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁
Tr121	24,44±1,6 wxyz	Tr17	11,30±0,9 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr125	25,92±2,0 e ₁ f ₁ g ₁
Tr67	24,07±5,3 wxyza ₁	Tr87	11,11±1,2 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr31A	25,59±0,9 e ₁ f ₁ g ₁
Tr152	22,22±1,2 xyza ₁	Tr16	10,33±0,3 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr91	25,55±1,1 e ₁ f ₁ g ₁
Tr163	21,48±0,9 yza ₁ b ₁	Tr84A	9,98±0,7 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr124A	24,82±3,0 e ₁ f ₁ g ₁
Tr127	21,11±1,2 yza ₁ b ₁	Tr38	9,63±0,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr127	24,44±1,2 f ₁ g ₁ h ₁
Tr128B	17,78±1,2 za ₁ b ₁ c ₁	Tr49	9,63±1,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr90B	24,44±1,9 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁
Tr128A	17,78±2,3 za ₁ b ₁ c ₁	Tr74	9,37±1,9b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr128B	23,33±1,2 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁
Tr17	17,41±1,9 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr93	8,69±1,6 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr124B	22,59±0,9 g ₁ h ₁ i ₁
Tr153	15,19±0,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr5	8,35±0,5 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr157A	21,11±1,6 g ₁ h ₁ i ₁
Tr157B	13,70±1,6 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr34	8,15±0,4 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr35	20,74±0,9 h ₁ i ₁
Tr129	13,70±1,6 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr3	7,78±1,2 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr116	20,74±0,9 i ₁ j ₁
Tr157A	10,74±0,9 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr12	7,48±0,7 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr38	17,04±1,3 i ₁ j ₁
Tr135	10,74±1,6 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr77	7,27±0,9 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr130	16,30±2,5 j ₁ k ₁
Tr49	9,63±0,7 e ₁ f ₁ g ₁	Tr67	7,26±0,8 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr135	16,30±1,9 k ₁ l ₁
Tr74	9,37±1,9 e ₁ f ₁ g ₁	Tr76B	6,89±0,7 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	Tr118	12,96±1,3 k ₁ l ₁
Tr130	8,15±0,9 f ₁ g ₁	Tr69B	6,30±0,3 h ₁ i ₁ j ₁	Tr65	11,48±0,9 l ₁ m ₁
Tr12	5,56±0,0 g ₁ h ₁	Tr76A	6,29±0,4 h ₁ i ₁ j ₁	Tr129	11,48±0,9 m ₁ n ₁
Tr5	5,56±0,0 g ₁ h ₁	Tr59	6,26±0,6 h ₁ i ₁ j ₁	Tr56	9,63±0,9 m ₁ n ₁
Tr34	5,56±0,0 g ₁ h ₁	Tr85	5,93±0,9 i ₁ j ₁	Tr49	8,52±0,9 m ₁ n ₁
Tr85	5,19±0,9 g ₁ h ₁	Tr4	5,74±1,2 j ₁	Tr85	8,15±1,3 n ₁
Kontrol	0,00±0,0 h ₁	Kontrol	0,00±0,0 k ₁	Kontrol	0,00±0,0 o ₁

¹: Değerler 3 tekrere ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Trichoderma spp.'nin mikrosklerot sayısına etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada kontrol grubundaki AMp-2 izolatında 513,67, AMp-9 izolatında 537, V1 izolatında ise 494 mikrosklerot belirlenmiştir. *Trichoderma* izolatlarının uygulandığı petrilere ms oluşumunu değerlendirildiğinde tüm izolatlarda kontrole göre daha az sayıda ms oluşmuştur. Tr69B izolatı AMp-2'de 101,33, AMp-9'da 86,00, V1 izolatında ise 137,67 ile en düşük mikrosklerot saptanmıştır. *T. afroharzianum* Tr48 izolatında ise AMp-2'de 115, AMp-9'da

113,33, V1 ise 140,00 mikrosklerot sayısı ile tüm *M. phaseolina* izolatlarında Tr69B'den sonra en az mikrosklerot oluşumunu saptanan diğer izolat olmuştur. *Trichoderma* izolatlarının kontrole göre mikrosklerot oluşumunu azaltmada etkisini değerlendirdiğimizde; AMp-2 izolatında Tr69B %80,27, Tr18 %78,52, *T. afroharzianum* Tr48 %77,61, AMp-9 izolatında Tr69B %83,99, V1 izolatında Tr69B %72,13, *T. afroharzianum* Tr48 %71,66 oranında mikrosklerot oluşumunu azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın mikrosklerot oluşumuna etkisi.

İzolat	AMp-2		İzolat	AMp-9		İzolat	V1	
	Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)
Kontrol	513,67±5,4 a	0,00	Kontrol	537,00±5,4 a	0,00	Kontrol	494,00±4,7 a	0,00
Tr130	492,00±7,7 ab	4,22	Tr85	498,33±5,1 b	7,20	Tr129	477,00±4,0 ab	3,44
Tr85	482,00±5,1 bc	6,16	Tr130	474,67±7,7 c	11,61	Tr124B	477,00±6,4 ab	3,44
Tr67	475,33±12,1 bcd	7,46	Tr65	459,00±8,3 cd	14,53	Tr85	474,67±6,1 bc	3,91
Tr129	464,00±7,7 cde	9,67	Tr125	450,33±6,1 de	16,14	Tr91	469,67±5,2 bc	4,93
Tr128A	454,00±11,0 def	11,62	Tr129	438,67±7,7 def	18,31	Tr118	464,67±4,9 bc	5,94
Tr91	452,00±7,0 ef	12,01	Tr118	438,33±5,2 def	18,37	Tr130	458,67±4,0 c	7,15
Tr128B	433,00±5,6 fg	15,70	Tr67	436,33±12,1 def	18,75	Tr65	439,00±6,8 d	11,13
Tr117	429,00±6,8 g	16,48	Tr128A	435,33±11,0 ef	18,93	Tr90B	433,00±3,2 de	12,35
Tr65	427,00±8,3 g	16,87	Tr163	432,33±4,4 ef	19,49	Tr125	419,67±6,4 e	15,05
Tr127	426,33±11,0 g	17,00	Tr90B	430,00±5,5 efg	19,93	Tr36	418,67±5,2 e	15,25
Tr157A	423,33±5,2 gh	17,59	Tr124B	426,00±7,7 fgh	20,67	Tr116	417,67±6,1 ef	15,45
Tr49	417,67±8,6 ghi	18,69	Tr128B	425,33±5,6 fgh	20,79	Tr124A	417,33±4,7 ef	15,52
Tr118	417,00±5,2 ghij	18,82	Tr17	423,33±9,5 fghi	21,17	Tr127	400,67±7,2 fg	18,89
Tr28	412,67±17,3 ghijk	19,66	Tr157A	420,33±5,2 fghi	21,73	Tr61	397,00±4,0 gh	19,64
Tr90B	412,00±5,5 ghijk	19,79	Tr97	419,00±4,6 fghi	21,97	Tr95	395,33±5,2 gh	19,97
Tr41	404,00±7,2 hijkl	21,35	Tr116	408,67±4,9 ghij	23,90	Tr90A	393,67±5,8 ghi	20,31
Tr121	402,67±6,1 hijkl	21,61	Tr153	406,67±4,0 hij	24,27	Tr97	393,00±4,3 ghi	20,45
Tr163	400,67±4,4 ijklm	22,00	Tr117	405,00±6,8 hij	24,58	Tr117	388,33±4,3 ghij	21,39
Tr125	397,67±6,1 ijklm	22,58	Tr157B	403,67±2,3 hij	24,83	Tr67	385,67±15,3 ghijk	21,93
Tr153	395,33±4,0 jklm	23,04	Tr44	401,00±10,1 ijk	25,33	Tr128B	384,67±3,7 ghijk	22,13
Tr36	392,00±4,7 klmn	23,69	Tr127	395,67±11,0 jkl	26,32	Tr88	383,67±3,5 ghijk	22,33
Tr124B	387,67±7,7 lmno	24,53	Tr41	388,67±7,2 jklm	27,62	Tr41	383,67±6,4 ghijk	22,33
Tr116	386,67±4,9 lmnop	24,72	Tr124A	387,00±9,9 jklmn	27,93	Tr157B	383,00±3,1 hijkl	22,47
Tr157B	386,67±2,3 lmnop	24,72	Tr152	386,00±3,6 jklmno	28,12	Tr157A	381,00± 2,6 hijklm	22,87
Tr95	386,00±6,5 lmnop	24,85	Tr86	380,00±7,8 klmnop	29,24	Tr89	376,67±6,1 ijklmn	23,75
Tr34	382,67±7,2 lmnop	25,50	Tr91	379,00±7,0 klmnop	29,42	Tr163	372,67±2,6 jklmno	24,56
Tr90A	382,33±5,3 lmnop	25,57	Tr105	378,67±4,9 klmnop	29,48	Tr135	371,67±4,3 jklmno	24,76
Tr87	380,00±10,2mnopq	26,02	Tr121	377,67±6,1 lmnopq	29,67	Tr105	370,00±5,5klmnop	25,10
Tr114	379,00±9,2 mnopq	26,22	Tr61	374,00±11,0lmnopqr	30,35	Tr60	366,33±6,0 lmnopq	25,84
Tr152	373,00±3,6 nopqr	27,38	Tr90A	366,33±5,3mnopqrs	31,78	Tr34	366,00±5,3 lmnopq	25,91
Tr57	369,67±7,3 opqrs	28,03	Tr95	366,00±6,5mnopqrs	31,84	Tr44	365,67±10,2mnopqr	25,98

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın mikrosklerot oluşumuna etkisi (devamı).

İzolat	AMP-2		İzolat	AMP-9		İzolat	V1	
	Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)
Tr44	369,00±10,1 opqrs	28,16	Tr42	365,00±6,6 nopqrs	32,03	Tr28	364,67±7,5mnopqr	26,18
Tr124A	366,33±9,9 opqrst	28,68	Tr36	364,67±4,7 nopqrs	32,09	Tr128A	364,33±6,3mnopqr	26,25
Tr61	365,33±11,0 pqrstu	28,88	Tr34	363,67±7,2 opqrst	32,28	Tr42	363,33±3,2 nopqr	26,45
Tr42	359,67±6,6 qrstuv	29,98	Tr28	363,00±17,3 pqrst	32,40	Tr153	358,33±3,1 opqr	27,46
Tr96	358,67±6,4 qrstuv	30,18	Tr135	362,33±6,3 pqrstu	32,53	Tr96	353,00±5,6 pqrs	28,54
Tr97	353,00±4,6 rstuvw	31,28	Tr38	361,33±10,5pqrstu	32,71	Tr121	352,67±5,5 qrs	28,61
Tr31B	350,67±3,8 stuvw	31,73	Tr89	357,67±6,5pqrstuv	33,40	Tr114	352,00±7,0 qrs	28,74
Tr76B	347,00±8,0 tuvwx	32,45	Tr96	357,33±6,4pqrstuv	33,46	Tr101	351,67±3,7 qrs	28,81
Tr84B	345,33±16,0 uvwxy	32,77	Tr87	355,33±10,2qrstuv	33,83	Tr35	348,67±4,3 rs	29,42
Tr86	343,67±7,8 vwxy	33,10	Tr114	355,00±9,2 qrstuv	33,89	Tr57	339,67±7,8 st	31,24
Tr135	342,33±6,3 vwxyz	33,35	Tr57	353,67±7,5 rstuv	34,14	Tr87	327,33±4,7 tu	33,74
Tr123	340,67±6,3 wxyza ₁	33,68	Tr142	351,00±3,4 stuv	34,64	Tr31B	327,00±6,3 tu	33,81
Tr60	335,67±6,4 wxyza ₁	34,65	Tr88	345,67±7,3 stuvw	35,63	Tr104	326,00±4,6 tu	34,01
Tr89	334,33±6,5xyza ₁ b ₁	34,91	Tr162	345,00±5,8 stuvw	35,75	Tr102	323,33±4,7 tuv	34,55
Tr113	329,33±6,3 yza ₁ b ₁ c ₁	35,89	Tr60	341,00±6,4 tuvw	36,50	Tr152	317,67±5,6 uvw	35,70
Tr162	328,33±5,8 yza ₁ b ₁ c ₁	36,08	Tr113	339,67±6,3 uvw	36,75	Tr142	317,00±2,3 uvwx	35,83
Tr105	326,67±4,9 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁	36,40	Tr101	335,00±8,7 vw	37,62	Tr50	313,67±6,6 uvwxy	36,50
Tr142	319,33±3,4 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	37,83	Tr35	327,33±5,5 wxy	39,04	Tr112	313,67±6,7 uvwxy	36,50
Tr88	315,33±7,3 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	38,61	Tr138B	324,67±3,8 wxyz	39,54	Tr138A	312,33±2,0uvwxyz	36,77
Tr35	311,00±5,5 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	39,45	Tr104	323,67±6,3 wxyz	39,73	Tr17	306,67±13,8vwxyz	37,92
Tr104	308,00±6,3 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	40,04	Tr106	314,00±6,7 xyza ₁	41,53	Tr31A	304,67±6,8 wxyz	38,33
Tr101	307,00±8,7 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	40,23	Tr138A	310,33±4,6 yza ₁	42,21	Tr86	303,67±7,0 wxyz	38,53
Tr56	307,00±7,8 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	40,23	Tr108	309,67±6,9 yza ₁	42,33	Tr113	300,33±6,4 xyza ₁	39,20
Tr12	303,67±3,7 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	40,88	Tr93	309,33±6,3 yza ₁	42,40	Tr106	297,67±4,1 yza ₁ b ₁	39,74
Tr106	302,67±6,7d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁	41,08	Tr102	305,33±5,0 yza ₁ b ₁	43,14	Tr103	295,33±5,2za ₁ b ₁ c ₁	40,22
Tr59	301,67±7,8e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	41,27	Tr76B	303,33±8,0za ₁ b ₁ c ₁	43,51	Tr162	286,00±5,6a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	42,11
Tr17	300,00±9,5e ₁ f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	41,60	Tr50	298,00±6,9a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	44,51	Tr138B	282,00±3,2b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	42,91
Tr84A	294,00±7,8 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	42,76	Tr49	297,00±8,6a ₁ b ₁ c ₁ d ₁	44,69	Tr93	280,33±4,9c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	43,25
Tr138B	293,67±3,8 g ₁ h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	42,83	Tr112	284,33±4,9b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	47,05	Tr84A	277,33±12,1d ₁ e ₁ f ₁	43,86
Tr112	293,33±4,9 h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	42,89	Tr158	283,33±5,6b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	47,24	Tr84B	274,33±12,7d ₁ e ₁ f ₁	44,47
Tr102	288,33±5,0 h ₁ i ₁ j ₁ k ₁	43,87	Tr123	283,33±6,3b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	47,24	Tr76B	272,33±6,1d ₁ e ₁ f ₁	44,87
Tr50	284,33±6,9 i ₁ j ₁ k ₁	44,65	Tr59	281,00±7,8 c ₁ d ₁ e ₁	47,67	Tr12	268,33±12,4e ₁ f ₁	45,68
Tr93	283,33±6,3 j ₁ k ₁ l ₁	44,84	Tr12	279,67±3,7 d ₁ e ₁	47,92	Tr59	265,00±11,0e ₁ f ₁	46,36
Tr138A	281,33±4,6 k ₁ l ₁ m ₁	45,23	Tr31B	278,33±3,8 d ₁ e ₁	48,17	Tr122	264,67±3,7 f ₁	46,42
Tr108	278,67±6,9 k ₁ l ₁ m ₁	45,75	Tr84B	276,00±16,0d ₁ e ₁ f ₁	48,60	Tr38	264,00±27,2 f ₁	46,56
Tr5	275,67±7,1 l ₁ m ₁ n ₁	46,33	Tr103	271,33±8,9 e ₁ f ₁	49,47	Tr108	264,00±5,7 f ₁	46,56
Tr31A	274,33±11,4 l ₁ m ₁ n ₁	46,59	Tr122	271,00±7,2 e ₁ f ₁	49,53	Tr123	244,33±5,4 g ₁	50,54
Tr160	258,67±5,5 m ₁ n ₁ o ₁	49,64	Tr3	269,33±10,3e ₁ f ₁	49,84	Tr132	235,67±8,8g ₁ h ₁	52,29
Tr103	258,67±8,9 n ₁ o ₁ p ₁	49,64	Tr5	268,33±7,1 e ₁ f ₁	50,03	Tr69A	233,67±4,9g ₁ h ₁	52,70
Tr38	256,00±10,5 n ₁ o ₁ p ₁	50,16	Tr56	267,00±10,5e ₁ f ₁	50,28	Tr56	232,00±5,8g ₁ h ₁	53,04

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın mikrosklerot oluşumuna etkisi (devamı).

İzolat	AMp-2		İzolat	AMp-9		İzolat	V1	
	Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)		Mikrosklerot sayısı ¹	Etki (%)
Tr69A	241,67±4,6 n ₁ o ₁ p ₁	52,95	Tr160	254,00±5,5 fl ₁ g ₁	52,70	Tr5	228,67±5,0 g ₁ h ₁	53,71
Tr122	239,00±7,2 o ₁ p ₁ q ₁	53,47	Tr84A	243,67±7,8 g ₁	54,62	Tr160	226,00±4,5 h ₁	54,25
Tr25	238,00±5,1 p ₁ q ₁	53,67	Tr132	213,33±4,2 h ₁	60,27	Tr25	222,33±6,3 h ₁	54,99
Tr158	235,33±5,6 q ₁ r ₁	54,19	Tr31A	210,67±11,4 h ₁	60,77	Tr49	222,33±5,0 h ₁	54,99
Tr77	230,67±17,6 r ₁ s ₁	55,09	Tr69A	202,00±4,6 h ₁ t ₁	62,38	Tr158	220,33±40,4h ₁ t ₁	55,40
Tr55	227,67±11,3 r ₁ s ₁ t ₁	55,68	Tr25	179,33±5,1 i ₁ j ₁	66,60	Tr16	203,33±8,2 i ₁ j ₁	58,84
Tr132	212,67±4,2 s ₁ t ₁	58,60	Tr77	175,00±17,6 j ₁ k ₁	67,41	Tr77	199,00±4,7i ₁ j ₁ k ₁	59,72
Tr4	199,00±13,4s ₁ t ₁	61,26	Tr4	165,33±13,4j ₁ k ₁ l ₁	69,21	Tr4	184,33±6,0 k ₁ l ₁	62,69
Tr16	187,67±5,7 s ₁ t ₁	63,47	Tr76A	153,33±6,1k ₁ l ₁ m ₁	71,45	Tr52	176,00±6,4l ₁ m ₁	64,37
Tr76A	181,67±6,1 s ₁ t ₁	64,63	Tr52	148,00±4,2l ₁ m ₁ n ₁	72,44	Tr20	174,00±8,4l ₁ m ₁	64,78
Tr3	179,67±10,3 s ₁ t ₁	65,02	Tr74	142,33±10,9m ₁ n ₁	73,49	Tr76A	168,33±3,9l ₁ m ₁	65,92
Tr52	172,67±4,2 s ₁ t ₁	66,39	Tr55	141,00±11,3m ₁ n ₁	73,74	Tr3	166,00±7,2 m ₁	66,40
Tr74	149,33±10,9 t ₁	70,93	Tr18	133,00±7,1m ₁ n ₁ o ₁	75,23	Tr55	165,67±6,3 m ₁	66,46
Tr20	144,67±5,6 u ₁	71,84	Tr20	125,33±5,6 n ₁ o ₁	76,66	Tr74	163,00±7,7 m ₁	67,00
Tr48	115,00±8,8 v ₁	77,61	Tr16	114,67±5,7 o ₁	78,65	Tr18	145,33±10,1 n ₁	70,58
Tr18	110,33±7,1 v ₁	78,52	Tr48	113,33±8,8 o ₁	78,90	Tr48	140,00±3,5 n ₁	71,66
Tr69B	101,33±7,1 v ₁	80,27	Tr69B	86,00±6,5 p ₁	83,99	Tr69B	137,67±4,1 n ₁	72,13

¹: Değerler 5 tekrere ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

4.3.1.3. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Uçucu Olmayan Bileşiklerin *M. phaseolina*'ya Etkisi

Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının uçucu olmayan bileşiklerinin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini etkisi değerlendirildiğinde; AMp-2'nin miselyal gelişiminin %12,59-%69,63 arasında değişen oranlarda sınırlandırdığı saptanmıştır. En etkili izolatlar ise Tr12 (%69,63), Tr16 (%69,52), Tr84B (%68,52) olarak belirlenmiştir. AMp-9 izolatında ise *Trichoderma* spp.'nin %17,41-78,15 oranında miselyal gelişimi engellediği ve Tr12 (78,15), Tr16 (%74,07) izolatlarının en yüksek etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. V1 izolatının miselyal gelişimi %11,48-76,30 oranında sınırlandırmış ve en yüksek etkiyi Tr12 (76,30), Tr84B (71,85) izolatları göstermiştir. Tr12, Tr16, Tr84B *Trichoderma* izolatlarının AMp2, AMp-9 ve V1 izolatlarının koloni gelişimini engelleme oranı en yüksek izolatlar olduğu görülmektedir. Uçucu olmayan bileşiklerin etkileri açısından tüm patojen izolatlarında miselyal gelişimi engellemede ortak olarak en yüksek etkiyi gösteren Tr12 izolatı olmuştur (Çizelge 4.9 ve Resim 4.7).



Resim 4.7. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* türlerinin oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*'ya etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada sıvı ortamlar ve sıvı ortamda geliştirilen *Trichoderma* spp. kültürleri ve metabolitlerin elde edilmesi

Çizelge 4.9. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	V1 Etki (%) ¹
Tr12	69,63±1,6 a	Tr12	78,15±1,3 a	Tr12	76,30±0,9 a
Tr16	68,52±1,6 a	Tr16	74,07±0,9 a	Tr84B	71,85±0,9 ab
Tr84B	68,52±2,2 a	Tr102	68,52±1,6 b	Tr16	70,74±0,9 b
Tr31A	62,96±0,9 b	Tr84B	68,52±0,9 b	Tr34	70,00±1,2 b
Tr69A	62,59±1,6 b	Tr96	67,04±1,9 bc	Tr59	64,44±2,5 c
Tr142	62,59±1,3 b	Tr59	66,67±2,3 bc	Tr69A	62,59±1,3 cd
Tr163	61,85±1,3 b	Tr95	66,30±0,9 bcd	Tr41	61,48±0,9 cde
Tr59	61,48±1,3 bc	Tr101	65,93±2,2 bcde	Tr160	61,48±1,9 cde
Tr160	60,74±1,9 bcd	Tr106	63,70±1,3 cdef	Tr142	60,00±1,2 cde
Tr48	59,26±0,9 bcd	Tr34	62,96±2,2 cdefg	Tr130	59,63±0,9 de
Tr18	57,41±0,9 cd	Tr88	62,59±2,2 cdefg	Tr48	58,89±0,6 de
Tr34	57,41±0,9 cd	Tr31A	62,59±1,3 cdefg	Tr158	58,15±0,9 de
Tr158	57,40±2,0 cde	Tr18	61,85±1,9 defg	Tr96	57,78±1,9 ef
Tr41	56,67±1,2 def	Tr50	61,48±0,9 efgh	Tr84A	57,04±1,3 ef
Tr96	56,67±1,2 def	Tr69A	60,74±0,9 fghi	Tr106	53,70±0,9 fg
Tr102	56,30±1,6 def	Tr61	60,37±0,9 fghi	Tr128B	53,33±1,2 gh
Tr130	55,18±0,9 efgh	Tr142	60,00±1,2 fghi	Tr163	52,59±1,6 gh
Tr117	52,96±1,6 efgh	Tr103	59,63±1,3 fghi	Tr103	52,22±2,5 gh
Tr103	52,59±1,6 efgh	Tr158	59,63±0,9 fghi	Tr123	52,22±1,9 gh
Tr95	52,22±1,6 fgh	Tr91	59,63±2,2 fghi	Tr95	51,85±1,9 gh
Tr60	52,22±1,2 fgh	Tr84A	58,89±1,2 ghij	Tr157A	50,74±1,3 gh
Tr87	51,85±1,6 ghı	Tr41	58,52±1,3 ghijk	Tr50	50,00±2,3 ghı
Tr129	51,85±0,9 ghı	Tr160	58,14±1,9 ghijk	Tr135	50,00±1,2 ghı

¹: Değerler 3 tekrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre ($p<0,05$) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.9. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	VI Etki (%) ¹
Tr106	50,37±0,9 ghı	Tr163	57,40±1,6 hijkl	Tr138B	50,00±1,2 ghı
Tr4	50,37±1,3 ghı	Tr42	57,04±1,3 hijkl	Tr157B	50,00±1,2 ghı
Tr31B	50,37±1,6 ghı	Tr57	56,67±1,6 ijklm	Tr102	48,52±1,6 hij
Tr90A	49,63±1,3 ghij	Tr112	54,82±1,3 jklmn	Tr42	47,78±2,5 hijk
Tr132	49,63±0,9 ghij	Tr36	54,44±1,2 jklmno	Tr36	47,04±2,5 ijkl
Tr128B	49,62±2,6 ghij	Tr48	54,07±0,9 klmnop	Tr93	46,67±1,2 ijkl
Tr97	48,52±1,9 hijk	Tr117	52,59±1,6 lmnop	Tr52	46,67±1,6 ijkl
Tr42	48,52±0,9 hijk	Tr132	52,59±0,9 lmnop	Tr108	46,30±0,9 ijklm
Tr86	47,78±1,2 ijk	Tr89	52,59±1,6 lmnop	Tr138A	46,30±1,3 ijklm
Tr157A	46,30±0,9 jkl	Tr105	52,22±1,9 mnop	Tr4	46,30±1,6 ijklm
Tr61	45,93±0,9 jkl	Tr122	51,85±2,2 nop	Tr90A	45,93±1,6 ijklmn
Tr50	45,93±1,6 jkl	Tr90B	51,85±1,6 nop	Tr121	44,44±1,6 jklmno
Tr90B	45,19±0,9 kl	Tr124B	51,11±2,3 nop	Tr153	44,07±1,6 jklmno
Tr101	44,81±1,6 klm	Tr90A	51,11±2,3 nop	Tr31B	43,70±1,6 klmnop
Tr84A	44,44±1,6 klmn	Tr104	50,74±1,9 nop	Tr162	42,96±0,9 klmnop
Tr93	43,33±1,9 lmno	Tr123	50,00±1,2 opq	Tr113	43,70±1,6 klmnop
Tr124B	42,59±1,3 lmno	Tr157A	49,63±0,9 pq	Tr57	42,59±1,9 lmnopq
Tr91	42,22±1,9 lmno	Tr124A	49,63±1,6 pq	Tr67	41,85±2,2 mnopqr
Tr105	42,22±1,2 lmno	Tr108	45,56±1,2 qr	Tr152	41,85±0,9 mnopqr
Tr138A	41,85±0,9 lmnop	Tr135	45,56±1,2 qr	Tr117	41,48±1,6 nopqr
Tr122	41,85±0,9 lmnop	Tr128B	44,81±0,9 rs	Tr3	41,48±1,6 nopqr
Tr124A	41,85±1,6 lmnop	Tr35	44,81±0,9 rs	Tr105	41,11±1,2 opqrs
Tr104	40,74±2,2 mnopq	Tr93	44,44±1,9 rs	Tr97	40,74±1,6 opqrst
Tr157B	40,74±0,9 mnopq	Tr157B	44,44±0,6 rs	Tr124A	40,37±1,6 opqrst
Tr57	40,37±1,3 nopq	Tr4	44,07±1,3 rs	Tr101	40,00±2,3 opqrst
Tr123	40,00±2,3 opq	Tr125	43,33±1,2 rst	Tr114	39,26±1,6 pqrstuv
Tr118	39,26±1,6 opqr	Tr31B	40,37±1,9 stu	Tr89	39,26±1,6 pqrstuv
Tr108	39,26±1,3 pqrs	Tr138A	39,26±0,9 tuv	Tr124B	38,15±1,6 qrstuvw
Tr89	37,78±1,6 qrst	Tr113	39,26±0,9 tuv	Tr61	37,78±2,3 rstuvwxy
Tr138B	36,67±0,6 rstu	Tr130	38,89±1,2 uv	Tr87	36,67±1,9 stuvwxy
Tr35	36,67±1,6 rstu	Tr114	38,52±2,5 uv	Tr31A	36,67±1,9 stuvwxy
Tr152	35,18±0,9 stuv	Tr127	37,78±1,2 uv	Tr35	36,67±1,2 stuvwxy
Tr65	35,19±1,6 stuv	Tr60	37,41±1,9 uv	Tr127	36,30±1,6 tuvwxzy
Tr36	34,82±1,3 stuvw	Tr5	35,19±0,9 vw	Tr18	35,56±2,3 uvwxyz
Tr121	34,44±1,2 tuvwx	Tr25	34,81±0,9 vwx	Tr90B	35,56±1,9 uvwxyz
Tr162	33,70±0,9 tuvwx	Tr162	34,44±1,6 vwx	Tr91	35,55±1,6 uvwxyz
Tr88	32,96±0,9 tuvwx	Tr138B	34,07±0,9 vwx	Tr20	35,19±1,6 vwxyza ₁
Tr125	32,59±1,6 tuvwx	Tr74	32,59±1,3 wxy	Tr25	34,44±0,6 wxyza ₁ b ₁

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge 4.9. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engelleme oranı (%) (devamı).

İzolat	AMp-2 Etki (%) ¹	İzolat	AMp-9 Etki (%) ¹	İzolat	VI Etki (%) ¹
Tr25	32,59±0,9 tuvwx	Tr97	32,22±1,2 wxy	Tr125	33,70±0,9 wxyza ₁ b ₁
Tr56	32,59±1,3 tuvwx	Tr129	31,48±0,9 wxyz	Tr104	33,33±1,9 xyza ₁ b ₁
Tr5	32,59±0,7 tuvwx	Tr121	31,11±1,9 wxyz	Tr122	32,96±0,9 yza ₁ b ₁ c ₁
Tr112	32,22±1,2 uvwx	Tr118	30,37±2,2 xyza ₁	Tr112	32,96±0,9 yza ₁ b ₁ c ₁
Tr28	31,85±0,9 uvwxy	Tr28	30,37±0,9 xyza ₁	Tr88	32,59±1,6 yza ₁ b ₁ c ₁
Tr114	31,48±1,9 uvwxy	Tr52	30,00±2,3 yza ₁ b ₁	Tr128A	31,85±1,6 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr113	31,48±0,9 uvwxy	Tr152	29,63±1,3 yza ₁ b ₁	Tr60	30,74±1,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁
Tr52	30,74±0,9 vwxy	Tr65	29,26±1,9 yza ₁ b ₁ c ₁	Tr5	30,37±1,3 b ₁ c ₁ d ₁
Tr116	30,37±1,9 wxy	Tr20	27,41±1,6 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁	Tr86	30,37±1,6 b ₁ c ₁ d ₁
Tr67	30,00±1,2 xyz	Tr77	27,04±2,2 za ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr28	28,52±0,9 c ₁ d ₁ e ₁
Tr38	29,63±0,9 xyza ₁	Tr44	26,30±0,9 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr116	27,78±1,2 d ₁ e ₁ f ₁
Tr127	27,78±1,2 yza ₁ b ₁	Tr76A	26,30±2,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr76A	24,07±1,6 e ₁ f ₁ g ₁
Tr20	25,93±1,3 za ₁ b ₁ c ₁	Tr67	25,93±1,6 a ₁ b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁	Tr17	23,33±1,6 f ₁ g ₁ h ₁
Tr17	25,55±1,6 a ₁ b ₁ c ₁	Tr128A	25,56±1,2 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr44	23,33±0,6 f ₁ g ₁ h ₁
Tr74	25,19±0,9 b ₁ c ₁ d ₁	Tr3	25,56±2,5 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁	Tr74	22,96±1,3 g ₁ h ₁
Tr44	24,44±1,9 b ₁ c ₁ d ₁ e ₁	Tr55	24,82±1,9 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr38	22,59±1,3 g ₁ h ₁
Tr128A	22,59±1,9 c ₁ d ₁ e ₁	Tr116	24,82±1,9 c ₁ d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr76B	21,11±2,3 g ₁ h ₁ i ₁
Tr77	22,22±1,6 c ₁ d ₁ e ₁	Tr17	24,07±1,3 d ₁ e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr69B	19,26±1,6 h ₁ i ₁ j ₁
Tr76A	21,11±1,2 d ₁ e ₁ f ₁	Tr76B	22,59±1,6 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr77	17,41±1,3 i ₁ j ₁ k ₁
Tr3	20,74±2,2 e ₁ f ₁ g ₁	Tr153	22,59±0,9 e ₁ f ₁ g ₁ h ₁	Tr65	17,04±1,9 i ₁ j ₁ k ₁
Tr69B	20,37±2,2 e ₁ f ₁ g ₁	Tr86	21,85±1,6 f ₁ g ₁ h ₁ i ₁	Tr56	16,30±1,3 j ₁ k ₁
Tr76B	17,04±1,9 f ₁ g ₁	Tr87	21,11±2,3 g ₁ h ₁ i ₁	Tr118	15,93±1,3 j ₁ k ₁ l ₁
Tr49	16,67±1,9 g ₁ h ₁	Tr69B	21,11±1,6 g ₁ h ₁ i ₁	Tr49	15,55±2,9 j ₁ k ₁ l ₁
Tr85	12,59±1,6 h ₁	Tr56	20,74±1,6 h ₁ i ₁	Tr55	13,33±1,6 k ₁ l ₁
Tr55	12,59±1,3 h ₁	Tr38	17,41±0,9 i ₁ j ₁	Tr85	11,48±1,6 l ₁
Kontrol	0,00±0,0 h ₁	Kontrol	0,00±0,0 k ₁	Kontrol	0,00±0,0 m ₁

¹: Değerler 3 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

4.3.2. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Sıcaklıklardaki Koloni Gelişimi

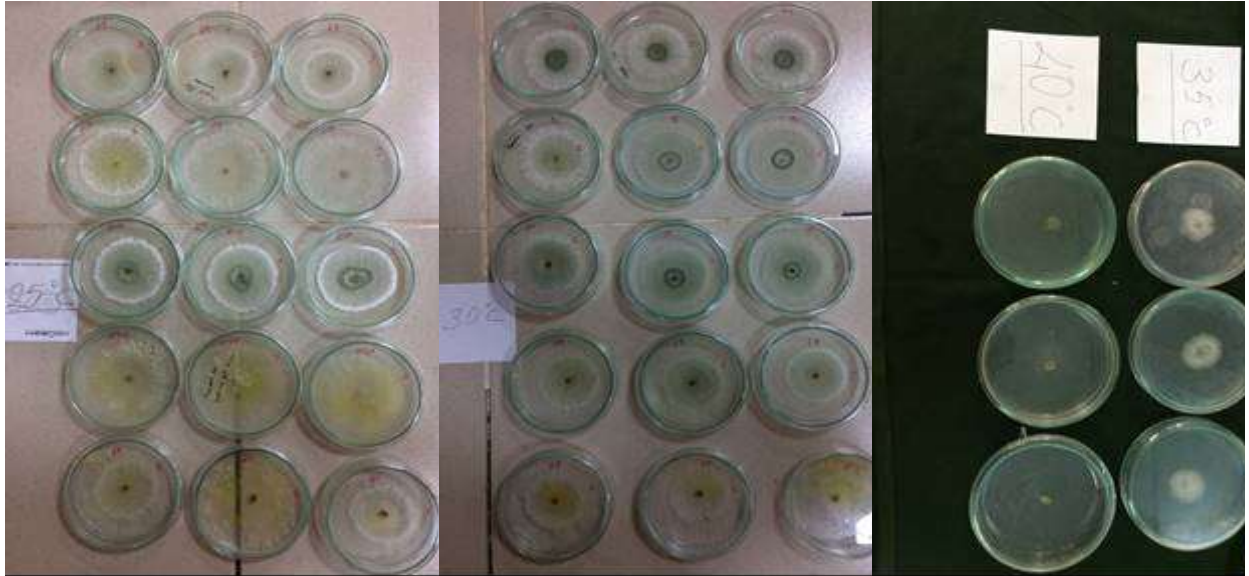
Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının farklı sıcaklıklardaki koloni gelişimleri değerlendirildiğinde (Resim 4.8); optimum gelişme sıcaklığı 25°C ve 30°C olarak belirlenmiştir ve inokulasyondan 72 saat sonra içerisinde PDA bulunan 90 mm çapındaki petrinin tüm yüzeyini kaplamıştır. *Trichoderma* izolatların hiçbiri 40°C'de miselyal gelişme göstermemiştir. *T. guizhouense* Tr49 izolatı 20°C'de en düşük koloni gelişimi (66,04 mm) gösteren izolat olurken *T. afroharzianum* Tr55 izolatı (80,45 mm) ve *T.*

afroharzianum Tr153 izolatu (81,02 mm) en yüksek koloni gelişimi gösteren izolatlar olmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve *in vivo* çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının 20°C, 25°C, 30°C, 35°C ve 40°C'deki miselyal gelişimleri (mm).

İzolat	Sıcaklıklar / koloni gelişimi (mm) ¹				
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
Tr28	76,47	90,00	90,00	66,67	0,00
Tr48	71,22	90,00	90,00	78,33	0,00
Tr49	66,04	90,00	90,00	53,67	0,00
Tr55	80,45	90,00	90,00	72,67	0,00
Tr84	77,33	90,00	90,00	62,00	0,00
Tr90	79,52	90,00	90,00	61,33	0,00
Tr95	74,50	90,00	90,00	90,00	0,00
Tr96	73,86	90,00	90,00	90,00	0,00
Tr118	77,52	90,00	90,00	78,67	0,00
Tr124	72,35	90,00	90,00	78,67	0,00
Tr125	71,37	90,00	90,00	80,00	0,00
Tr129	70,43	90,00	90,00	79,33	0,00
Tr132	70,72	90,00	90,00	90,00	0,00
Tr138B	76,52	90,00	90,00	80,33	0,00
Tr153	81,02	90,00	90,00	90,00	0,00

¹: İzolatların inokulasyondan 72 saat sonraki koloni gelişimi (mm),değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır.

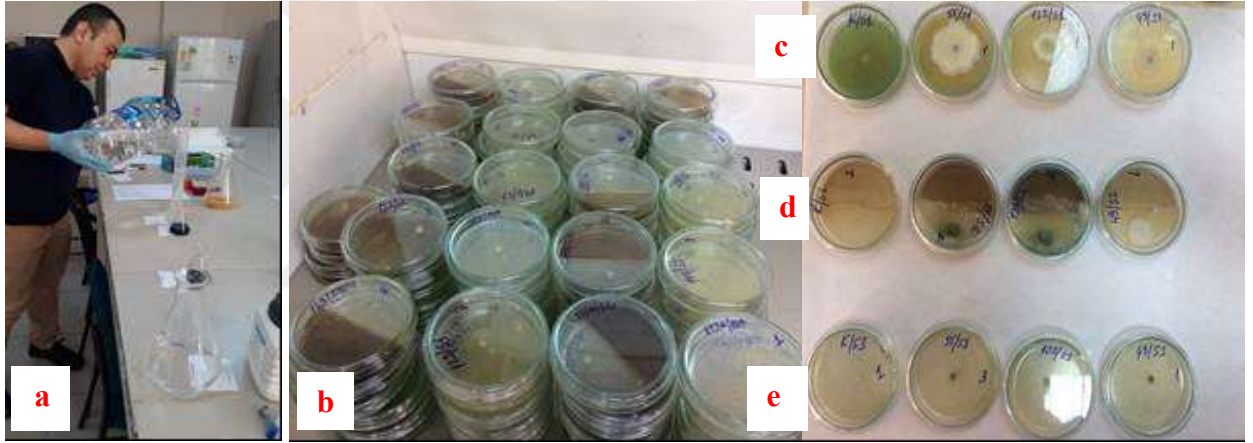


Resim 4.8. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve *in vivo* çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının farklı sıcaklıklarda PDA'da gelişen koloni görünüşleri

4.3.3. *Trichoderma* Türlerinin Siderofor ve Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

4.3.3.1. Siderofor Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının siderofor aktivitesi 25°C’de 5 günlük inkubasyonun ardından koloni çevresindeki portakal rengi alanın meydana gelmesine bağlı olarak Go vd. (2019) yapmış olduğu değerlendirme modifiye edilerek (Çizelge 4.11) değerlendirilmiştir (Resim 4.9). Çalışma sonucunda en sağlıklı veri S1 ortamında alınmıştır. Bu nedenle izolatların siderofor aktivitesi S1 ortamındaki gelişimlerine göre değerlendirilmiştir. İzolatlardan sadece *T. harzianum* Tr124 inokule edilen besi ortamında 1 cm portakal rengi alan ölçülmüş ve siderofor aktivitesi çok düşük, diğer tüm izolatlar da ise 4 cm’den büyük portakal rengi alan ölçülmüş ve çok yüksek siderofor aktivitesine sahip oldukları saptanmıştır (Çizelge 4.11).



Resim 4.9. Siderofor testi için besi ortamlarının hazırlanması (a), izolatların inokulasyonunun gerçekleştirilmesi (b), inokulasyondan 7 gün sonra siderofor testi değerlendirmesi; S1 besi ortamındaki koloni gelişimi (c), S2 besi ortamındaki koloni gelişimi (d), S3 besi ortamındaki koloni gelişimi (e)

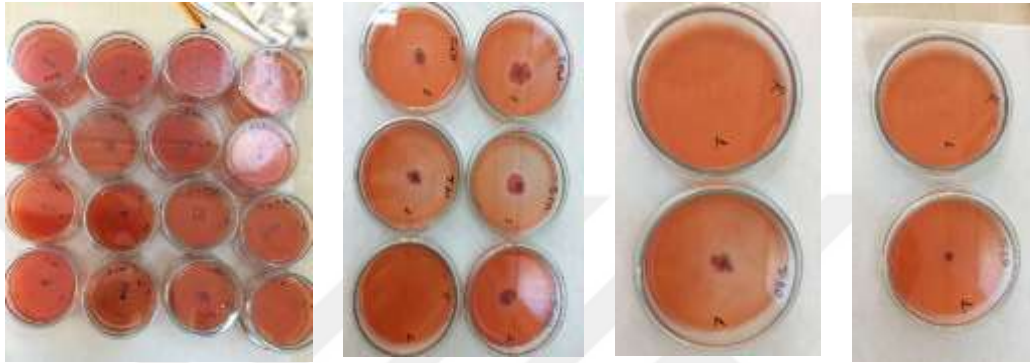
Çizelge 4.11. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının siderofor üretme düzeyleri.

İzolat	Siderofor aktivitesi ¹	İzolat	Siderofor aktivitesi ¹
<i>T. afroharzianum</i> Tr28	++++	<i>T. guizhouense</i> Tr118	++++
<i>T. afroharzianum</i> Tr48	++++	<i>T. harzianum</i> Tr124A	+
<i>T. guizhouense</i> Tr49	++++	<i>T. afroharzianum</i> Tr125	++++
<i>T. afroharzianum</i> Tr55	++++	<i>T. afroharzianum</i> Tr129	++++
<i>T. afroharzianum</i> Tr84A	++++	<i>T. afroharzianum</i> Tr132	++++
<i>T. afroharzianum</i> Tr90A	++++	<i>T. afroharzianum</i>	++++
<i>T. afroharzianum</i> Tr95	++++	<i>T. afroharzianum</i>	++++

¹: Değerlendirme 3 tekrerrür üzerinden yapılmıştır.

4.3.3.2. Selülaz Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının selülaz enzim aktivitesinin değerlendirilmesinde (Resim 4.10) Zehra vd. (2017) göre meydana gelen sarı-mat alanların (hale) ve koloni çapı ölçülerek değerlendirilmiştir. Selülaz aktivitesi en yüksek *T. harzianum* Tr124 ve *T. guizhouense* Tr49 izolatlarında görülmüştür. En düşük enzim aktivitesi ise *T. afroharzianum* Tr55 izolatında oluşmuştur (Çizelge 4.12).



Resim 4.10. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının selülaz aktivitesinin değerlendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmada petriyelerdeki selülaz aktivitesi düzeylerinin görünümü

Çizelge 4.12. Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının selülaz aktivitesi.

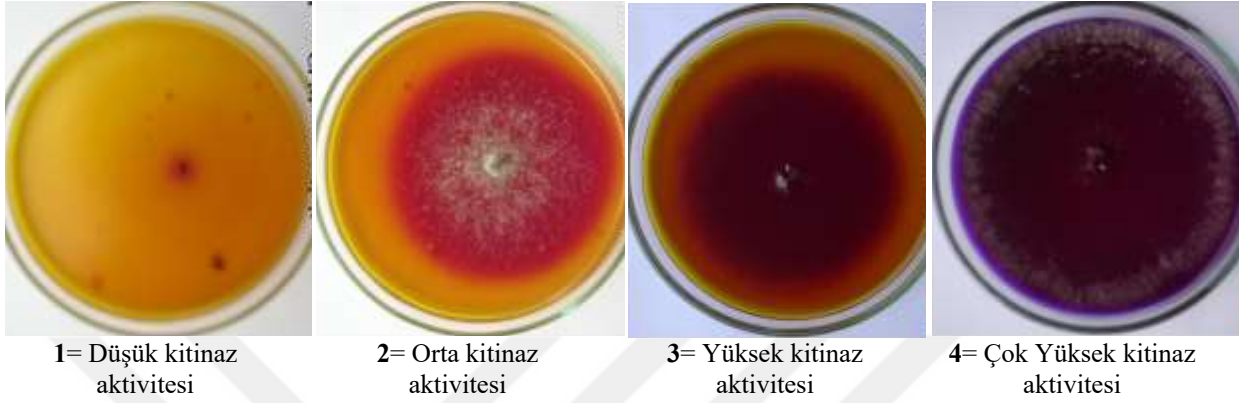
İzolat	Hale çapı (mm) ¹	Koloni çapı (mm) ¹	İzolat	Hale çapı (mm) ¹	Koloni çapı (mm) ¹
Tr124	43,33	51,00	Tr138	26,67	49,33
Tr49	43,00	52,67	Tr95	24,67	41,67
Tr129	42,33	52,33	Tr125	21,33	52,67
Tr153	41,67	53,67	Tr48	21,00	54,33
Tr132	38,33	53,33	Tr96	17,67	50,67
Tr84	37,67	51,33	Tr28	17,00	52,33
Tr90	36,00	52,67	Tr55	14,67	52,00
Tr118	31,00	52,33	Kontrol	—	55,00

¹: Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

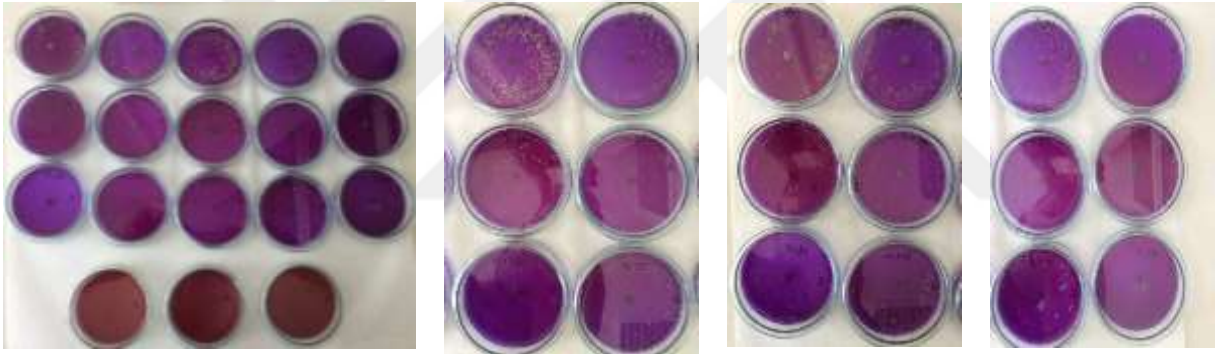
4.3.3.3. Kitinaz Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Aydın ili merkez ve ilçelerine ait tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının kitinaz enzim aktivitesinin değerlendirilmesinde (Resim 4.12) Resim 4.11’de verilen Agrawal ve Kotasthane (2012)

değerlendirme skalası kullanılmıştır. *Trichoderma* izolatlarının 11 adedinin (Tr28, Tr48, Tr49, Tr55, Tr84, Tr95, Tr124, Tr125, Tr129, Tr138, Tr153) 7 günün sonunda ortam renginin Resim 4.11’de verilen skala değeri 4’te görüldüğü gibi mor renge dönüştüğü ve çok yüksek kitinaz aktivitesine sahip olduğu 4 adet *T. afroharzianum* izolatının (Tr90, Tr96, Tr118, Tr132) ise yüksek düzeyde kitinaz aktivitesinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).



Resim 4.11. Kitinaz aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılan 1-4 skalası (Agrawal ve Kotasthane, 2012)



Resim 4.12. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının 7 günün sonunda kitinaz aktivitesi sonucu mora dönüşen ortam rengi

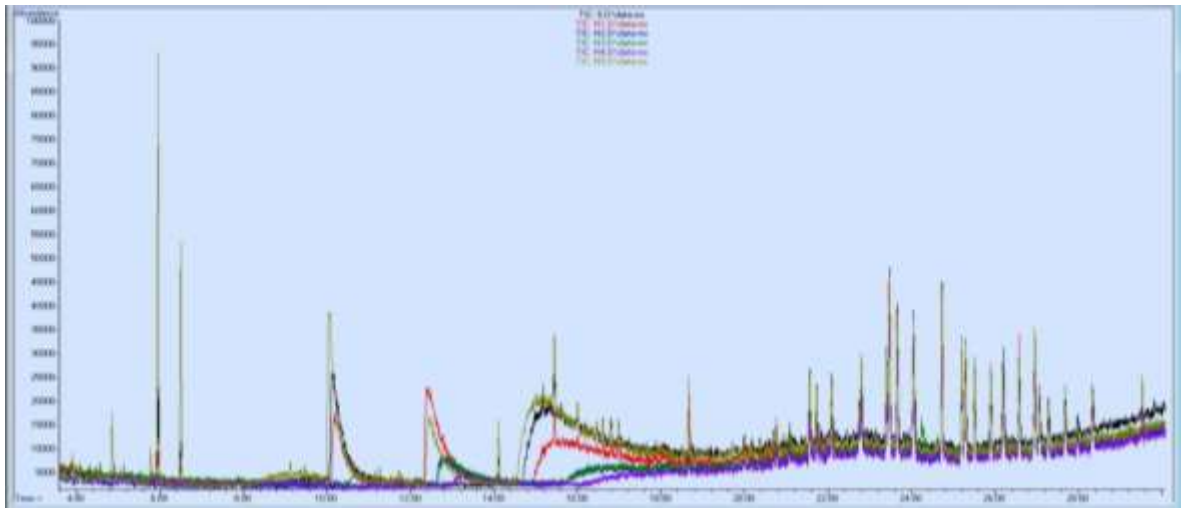
Çizelge 4.13. Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen ve in vivo çalışmalarda kullanılan *Trichoderma* izolatlarının 1-4 skalasına göre kitinaz aktivitesi.

İzolat	Skala Değeri ¹	Kitinaz Aktivitesi	İzolat	Skala Değeri ¹	Kitinaz Aktivitesi
Tr95	4	Çok yüksek	Tr49	4	Çok yüksek
Tr55	4	Çok yüksek	Tr124	4	Çok yüksek
Tr96	3	Yüksek	Tr125	4	Çok yüksek
Tr28	4	Çok yüksek	Tr129	4	Çok yüksek
Tr48	4	Çok yüksek	Tr132	3	Yüksek
Tr138	4	Çok yüksek	Tr90	3	Yüksek
Tr84	4	Çok yüksek	Tr118	3	Yüksek
Tr153	4	Çok yüksek	Kontrol	–	–

¹: Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

4.3.4. *Trichoderma* Türlerinin Oluşturduğu Sekonder Metabolitlerin Belirlenmesi

Aydın ili merkez ve ilçelerindeki tarım alanlarından elde edilen aynı zamanda arazi çalışmalarında kullanılan ve moleküler tanılama sonucunda *Trichoderma afroharzianum* olduğu belirlenen Tr48, Tr84, Tr90, Tr132, Tr138 izolatlarının PDB besi yerinde 31 gün geliştirildikten sonra elde edilen filtratın GC-MS analizi sonucu belirlenen sekonder metabolitlerin kromatogram görüntüsü Şekil 4.4'te verilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.14'te belirtilen bileşen listesinde genel olarak ortak metabolitlerin meydana geldiği ve benzene grubunda yer aldığı görülmektedir. Ancak Tr138 izolatında diğer izolatlardan farklı olarak butyl-acetate, dodecane gibi farklı bileşenler tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).



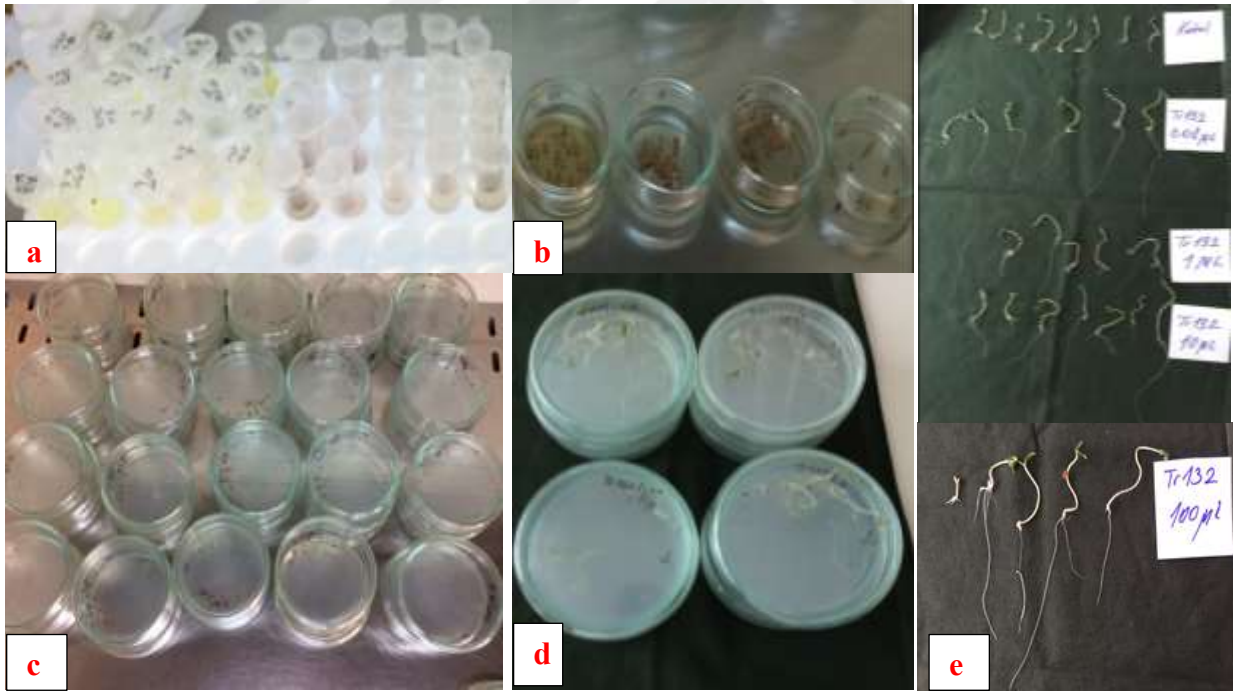
Şekil 4.4. Sekonder metabolitlerin kromatogram görüntüsü

Çizelge 4.14. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarının GC-MS ile belirlenen sekonder metabolitler.

Bileşen Adı	Kategori	Kimyasal formül	Alıkonma zamanı (RT)	Tr138		Tr132		Tr90		Tr84		Tr48	
				Alan	(%) Alan	Alan	(%) Alan	Alan	(%) Alan	Alan	(%) Alan	Alan	(%) Alan
Butyl-acetate	Ester	C ₆ H ₁₂ O ₂	4,847	433355	0,99	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenylethyl Alcohol	Alkol	C ₈ H ₁₀ O	12,443	3542327	8,11	-	-	-	-	-	-	6033763	22,72
Dodecane	Hidrokarbon	C ₁₂ H ₂₆	14,117	374618	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetradecane		C ₁₄ H ₃₀	18,662	390893	0,90	-	-	-	-	-	-	283364	1,07
o-Xylene		C ₈ H ₁₀	5,95	1844707	4,22	-	-	-	-	-	-	151064	0,57
Benzene, 1.3-bis (1,1-dimethylethyl)		C ₁₄ H ₂₂	15,444	366820	0,84	-	-	-	-	-	-	7381810	27,79
Propanoic acid		C ₁₆ H ₂₆	21,725	304942	0,70	160587	1,74	155727	1,45	202455	1,79	283189	1,07
2-Methyl benzoic acid		C ₈ H ₈ O ₂	22,086	413425	0,95	165566	1,79	200732	1,87	179026	1,58	408274	1,54
Benzene, (1-methylnonyl)		C ₁₆ H ₂₆	22,797	451642	1,03	264292	2,86	280904	2,62	367033	3,24	-	-
Benzene, (1-pentylhexyl)		C ₁₇ H ₂₈	23,39	432568	0,99	343730	3,72	296282	2,77	392254	3,46	390631	1,47
Benzene, (1-butylheptyl)		C ₁₇ H ₂₈	23,459	844393	1,93	697205	7,55	688066	6,43	747752	6,60	844259	3,18
Benzene, (1-propyloctyl)		C ₁₇ H ₂₈	23,654	645399	1,48	547899	5,93	551542	5,15	634617	5,60	718092	2,70
Benzene, (1-ethylnonyl)	Aromatik Bileşikler	C ₁₇ H ₂₈	24,039	880787	2,02	686669	7,43	596499	5,57	744249	6,57	760007	2,86
Benzene, (1-methyldecyl)		C ₁₇ H ₂₈	24,725	821849	1,88	657628	7,12	691518	6,46	788709	6,96	850192	3,20
Benzene, (1-pentylheptyl)		C ₁₈ H ₃₀	25,205	547675	1,25	507318	5,49	507588	4,74	547674	4,83	574480	2,16
Benzene, (1-butylloctyl)		C ₁₈ H ₃₀	25,289	565858	1,30	501974	5,43	498927	4,66	536958	4,74	588325	2,22
Benzene, (1-propylnonyl)		C ₁₈ H ₃₀	25,511	432797	0,99	413880	4,48	524109	4,89	413897	3,65	477088	1,80
Benzene, (1-ethyldecyl)		C ₁₈ H ₃₀	25,896	454321	1,04	423994	4,59	465603	4,35	476447	4,21	489236	1,84
1,2-Dicarboxy-3-(4-chlorophenyl)-2,3(1H)-dihydropyrido (1,2a)		C ₁₉ H ₁₅ ClN ₂ O ₄	26,184	512722	1,17	478684	5,18	447974	4,18	446081	3,94	398978	1,50
Benzene, (1-methylundecyl)		C ₁₈ H ₃₀	26,572	504116	1,15	452835	4,90	501044	4,68	493638	4,36	542946	2,04

4.3.4.1. Sekonder Metabolitlerin Bitki Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi

Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen ve arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma afroharzianum* izolatlarının sekonder metabolitlerinin bitki gelişimine etkisine yönelik yürütülen çalışmada domates tohumlarının (H2274 çeşidi) sekonder metabolit sıvısı içinde bekletilmesi (30 dk.) sonucunda (Resim 4.13) kontrolde %73,2 oranında tohum çimlenmesi meydana gelirken en iyi çimlenme oranı *T. afroharzianum* Tr132 izolatında 1 µl ve 100 µl konsantrasyonda %100 olarak belirlenmiştir. Ayrıca *T. afroharzianum* Tr84 izolatının 1 µl, 10 µl ve 100 µl konsantrasyonlarında sırasıyla %80, %93,2, %93,2 oranında tohum çimlenmesi meydana gelmiştir. Tohum çimlenmesi sonrasında meydana gelen fidelerin 6. gündeki kök uzunluğu ve gövde uzunlukları ölçülmüştür (Çizelge 4.15). *T. afroharzianum* Tr90 izolatının 0,1 µl konsantrasyonu haricinde diğer *Trichoderma* izolatlarının tüm konsantrasyonlarında kontrole göre daha fazla kök uzunluğu elde edilmiştir. Gövde uzunlukları bakımından değerlendirildiğinde ise kontrole göre en fazla uzunluk *T. afroharzianum* Tr132 izolatının 0,1 µl ve 1 µl konsantrasyonlarında elde edilmiştir (Çizelge 4.15).



Resim 4.13. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma* izolatlarına ait sekonder metabolitlerin konsantrasyonunun hazırlanması (a), domates tohumlarının metabolit içerisinde bekletilmesi (b), uygulama yapılan tohumların agar besi yerine yerleştirilmesi (c), çimlenen tohumların 6 gün sonraki petrideki görüntüsü (d), fidelerin kök ve gövde uzunlukları (e)

Çizelge 4.15. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma afroharzianum* izolatlarının oluşturduğu sekonder metabolitlerin domates tohumu çimlenme oranı ve bitki kök, gövde uzunlukları.

İzolat	Konsantrasyon	Çimlenen tohum sayısı (adet) ¹	Çimlenme oranı (%) ¹	Kök uzunluğu (mm) ¹	Gövde uzunluğu (mm) ¹
Tr48	0,01	1,00	20,00	23,78	16,22
	0,1	1,66	33,20	19,21	11,46
	1	1,33	26,66	23,20	10,22
	10	1,33	26,66	30,40	16,24
	100	2,00	40,00	27,84	14,46
Tr84	0,01	3,33	66,66	67,20	39,25
	0,1	3,66	73,20	70,00	36,60
	1	4,00	80,00	34,00	31,75
	10	4,66	93,20	27,50	32,66
Tr90	100	4,66	93,20	21,71	30,00
	0,01	0	0	0	0
	0,1	1,33	26,66	64,00	30,20
	1	1,00	20,00	45,33	37,00
	10	1,33	26,66	38,00	29,20
Tr132	100	2,00	40,00	61,70	37,75
	0,01	3,66	73,20	78,00	31,20
	0,1	3,00	60,00	57,14	68,00
	1	5,00	100,0	24,00	56,00
	10	4,66	93,20	43,30	39,50
Tr138	100	5,00	100	59,30	46,00
	0,01	2,66	53,20	39,25	14,75
	0,1	3,33	66,66	72,80	31,20
	1	1,66	33,20	20,60	28,60
	10	1,66	33,20	40,00	29,60
Kontrol	100	2,33	46,66	18,20	21,42
	0	3,66	73,20	13,50	26,87

¹: Değerler 5 tekrere ait ortalamalardır.

4.3.4.2. Sekonder Metabolitlerin *M.phaseolina*'ya Etkisinin Belirlenmesi

Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere seçilen *Trichoderma afroharzianum* izolatlarının sekonder metabolitleri farklı konsantrasyonlarda *M. phaseolina*'ya ait 5 mm diske uygulanan çalışmada konsantrasyon arttıkça *M. phaseolina* koloni gelişimini engelleme oranında da artış görülmüştür. Tüm konsantrasyonlarda miselyal gelişimi engellemede en yüksek etkiyi *T. afroharzianum* Tr138 izolatına ait metabolit karışımında olmuştur ve 0,01-0,1-1-10-100 µl/disk konsantrasyonlarda sırasıyla %28,15, %37,04, %42,22, %47,78, %56,30 oranında *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimi engellediği belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. *Trichoderma afroharzianum* izolatlarına ait sekonder metabolitlerin *M. phaseolina*'nın (AMp-2) miselyal gelişimine etkisi.

Konsantrasyon (µl/disk)	Tr48		Tr84		Tr90		Tr132		Tr138	
	Miselyal gelişme (mm) ¹	Etki (%) ¹	Miselyal gelişme (mm) ¹	Etki (%) ¹	Miselyal gelişme (mm) ¹	Etki (%) ¹	Miselyal gelişme (mm) ¹	Etki (%) ¹	Miselyal gelişme (mm) ¹	Etki (%) ¹
0,01	73,33	18,52	70,67	21,48	71,33	20,74	72,00	20,00	64,67	28,15
0,10	69,67	22,59	65,67	27,04	67,33	25,19	69,33	22,96	56,67	37,04
1	65,67	27,04	61,33	31,85	63,67	29,26	63,67	29,26	52,00	42,22
10	65,00	27,78	56,00	37,78	59,67	33,70	61,33	31,85	47,00	47,78
100	59,33	34,07	54,67	39,26	59,33	34,07	58,00	35,56	39,33	56,30
Kontrol	90,00	0	90,00	0	90,00	0	90,00	0	90,00	0

¹: Değerler 3 tekrüre ait ortalamalardır.

Trichoderma afroharzianum Tr48, Tr84, Tr90, Tr132, Tr138 izolatlarına ait sekonder metabolit karışımı farklı konsantrasyonlarda *M. phaseolina*'nın koloni gelişimine etkisinin değerlendirildiği petrilere alınan 5 mm çapındaki disklerden yapılan mikrosklerot sayımı sonucunda 100 µl/disk konsantrasyonda mikrosklerot oluşumunu en fazla azaltan Tr138 (%56,63), diğer konsantrasyonlarda ise (0,01-0,1-1-10 µl/disk) mikrosklerot oluşumunu en fazla azaltan Tr48 (%42,11-%52,85) izolatının olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. *Trichoderma afroharzianum* izolatlarına ait sekonder metabolitlerin *M. phaseolina*'nın (AMp-2) mikrosklerot oluşumuna etkisi.

Konsantrasyon (µl/disk)	Tr48		Tr84		Tr90		Tr132		Tr138	
	Mikrosklerot sayısı (adet) ¹	Etki (%) ¹	Mikrosklerot sayısı (adet) ¹	Etki (%) ¹	Mikrosklerot sayısı (adet) ¹	Etki (%) ¹	Mikrosklerot sayısı (adet) ¹	Etki (%) ¹	Mikrosklerot sayısı (adet) ¹	Etki (%) ¹
0,01	321,67	42,11	389,33	29,93	523,33	5,82	425,67	23,40	345,67	37,79
0,10	294,00	47,09	352,00	36,65	501,67	9,72	381,67	31,31	316,33	43,07
1	277,00	50,15	334,67	39,77	466,67	16,02	378,00	31,97	294,33	47,03
10	262,00	52,85	310,67	44,09	449,33	19,14	353,67	36,35	272,33	50,99
100	253,00	54,47	292,33	47,39	429,33	22,74	286,00	48,53	241,00	56,63
Kontrol	555,67	0,00	555,67	0,00	555,67	0,00	555,67	0,00	555,67	0,00

¹: Değerler 3 tekrüre ait ortalamalardır.

4.4. *In vivo* Çalışmalar

4.4.1. Saksı Çalışmalarında Kullanılacak *Trichoderma* spp.'nin Seçimi

Yöntem 3.2.3.2.2'de belirtilen "Etki" hesaplama formülüne göre elde edilen değerlendirme sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Buna göre en yüksek etkiyi gösteren 10 adet izolat (Tr95, Tr55, Tr96, T28, Tr48, Tr138B, Tr84A, Tr153, Tr49, Tr124) saksı çalışması için seçilmiştir. Ortak değerlendirme dışında ikili kültür testinde en yüksek etkiyi gösteren 5 adet *Trichoderma* izolatı da (Tr125, Tr129, Tr132, Tr90A, Tr118) saksı çalışmasına dahil edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. *In vivo* çalışması için *Trichoderma* izolatlarının seçimi.

İzolat	İkili kültür (%70) ¹	Uçucu Bileşik (%15) ¹	Uçucu olmayan bileşik (%15) ¹	Miselyal Gelişimi Engelleme oranı (%70) ¹	Azalttığı Mikrosklerot sayısı (%30) ¹	Etki
Tr95	67,53	46,54	56,79	62,77	391,67	161,44
Tr55	66,09	54,25	16,91	56,94	377,22	153,02
Tr96	69,38	50,99	60,49	65,29	348,44	150,24
Tr28	64,69	35,86	30,25	55,20	370,44	149,77
Tr48	67,40	37,73	57,41	61,45	352,00	148,62
Tr138B	73,46	43,58	40,25	63,99	321,89	141,36
Tr84A	64,44	32,96	53,46	58,07	332,22	140,31
Tr153	64,57	23,09	37,04	54,22	331,44	137,39
Tr49	67,65	9,26	15,06	51,01	334,44	136,04
Tr124A	76,67	34,20	43,95	65,39	298,44	135,31
Tr105	74,69	39,88	45,18	65,04	295,00	134,03
Tr44	66,18	35,47	24,69	55,35	317,11	133,88
Tr132	79,75	34,07	52,34	68,79	279,44	131,99
Tr59	63,28	30,56	64,20	58,51	274,22	123,22
Tr76B	65,39	26,89	20,25	52,85	286,78	123,03
Tr97	77,28	35,18	40,49	65,45	253,78	121,95
Tr128B	72,47	21,98	49,26	61,41	253,67	119,09
Tr90B	76,05	32,72	44,20	64,77	241,78	117,87
Tr91	75,18	37,65	45,80	65,15	231,33	115,00
Tr36	68,02	37,78	45,43	60,10	236,78	113,10
Tr34	64,76	15,85	63,46	57,23	242,44	112,79
Tr101	77,53	41,97	50,25	68,10	215,89	112,44
Tr124B	72,22	32,59	43,95	62,04	217,44	108,66
Tr104	75,43	38,39	41,60	64,8	210,56	108,53
Tr35	66,05	27,90	39,38	56,33	228,33	107,93
Tr38	68,76	17,78	23,21	54,28	224,89	105,46
Tr18	66,03	34,89	51,61	59,19	209,00	104,13
Tr16	64,43	31,18	71,11	60,45	202,89	103,18
Tr4	69,85	32,46	46,91	60,80	198,67	102,16

¹: Değerler 3 tekrere ait ortalamalardır.

Çizelge 4.18. *In vivo* çalışması için *Trichoderma* izolatlarının seçimi (devamı).

İzolat	İkili kültür (%70) ¹	Uçucu Bileşik (%15) ¹	Uçucu olmayan bileşik (%15) ¹	Miselyal Gelişimi Engelleme oranı (%70) ¹	Azalttığı Mikrosklerot sayısı (%30) ¹	Etki
Tr87	60,99	26,42	36,54	52,14	216,11	101,33
Tr41	71,24	51,11	58,89	66,36	180,22	100,52
Tr90A	79,38	39,63	48,89	68,85	168,78	98,83
Tr25	64,74	30,61	33,95	55,00	199,89	98,47
Tr152	62,72	30,99	35,56	53,88	201,44	98,15
Tr17	63,31	24,98	24,32	51,71	206,22	98,07
Tr3	68,46	33,81	29,26	57,38	192,44	97,90
Tr67	67,73	21,87	32,59	55,58	194,33	97,21
Tr5	66,95	22,67	32,72	55,17	195,22	97,19
Tr157A	61,11	14,81	48,89	52,33	201,33	97,03
Tr50	61,48	46,05	52,47	57,82	187,67	96,77
Tr128A	73,58	25,56	26,67	59,34	180,78	95,77
Tr52	66,29	48,50	35,80	59,05	181,33	95,74
Tr103	67,53	42,59	54,82	61,88	171,00	94,62
Tr106	75,56	48,03	55,93	68,48	151,78	93,47
Tr160	75,93	52,84	60,12	70,09	141,56	91,53
Tr158	71,48	57,28	58,40	67,39	145,67	90,87
Tr56	70,62	17,90	23,21	55,60	170,89	90,19
Tr85	68,27	6,42	12,35	50,60	176,89	88,49
Tr122	77,41	37,78	42,22	66,19	138,00	87,73
Tr116	70,99	23,46	27,66	57,36	157,56	87,42
Tr142	65,68	45,56	60,86	61,94	145,78	87,09
Tr31A	65,68	29,96	54,07	58,58	152,33	86,71
Tr130	75,19	14,94	51,24	62,56	141,22	86,16
Tr69B	64,70	32,56	20,25	53,21	156,67	84,25
Tr61	62,47	41,23	48,02	57,12	141,11	82,32
Tr77	67,99	30,18	22,22	55,45	143,67	81,92
Tr93	62,98	26,97	44,81	54,85	143,78	81,53
Tr69A	67,99	42,44	61,97	63,25	122,33	80,98
Tr127	77,78	25,43	33,95	63,35	119,22	80,11
Tr129	80,37	16,54	46,54	65,72	111,67	79,51
Tr20	69,26	31,59	29,51	57,65	129,22	79,12
Tr57	70,49	40,49	46,54	62,40	117,56	78,95
Tr74	65,91	21,54	26,91	53,41	137,33	78,58
Tr108	75,31	34,07	43,70	64,38	109,78	78,00
Tr135	76,67	14,20	46,91	62,83	113,22	77,95
Tr163	65,31	25,18	57,28	58,09	119,89	76,63
Tr60	64,81	33,95	40,12	56,48	121,44	75,97
Tr121	73,58	30,49	36,67	61,58	107,89	75,47
Tr113	64,69	31,61	38,15	55,75	121,22	75,39
Tr102	72,84	46,30	57,78	66,60	92,56	74,39
Tr12	64,92	20,33	74,69	59,70	108,22	74,26

¹: Değerler 3 tekrere ait ortalamalardır.

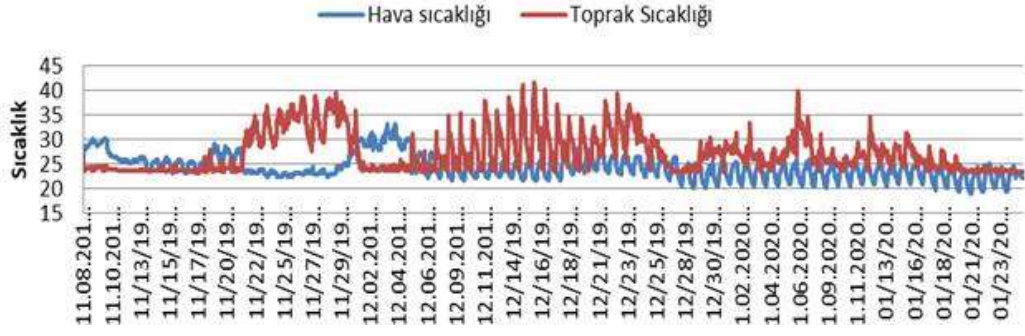
Çizelge 4.18. *In vivo* çalışması için *Trichoderma* izolatlarının seçimi (devamı).

İzolat	İkili kültür (%70) ¹	Uçucu Bileşik (%15) ¹	Uçucu olmayan bileşik (%15) ¹	Miselyal Gelişimi Engelleme oranı (%70) ¹	Azalttığı Mikrosklerot sayısı (%30) ¹	Etki
Tr31B	67,94	40,88	44,81	60,41	98,11	71,72
Tr138A	76,91	44,82	42,47	66,93	82,11	71,49
Tr42	68,52	43,09	51,11	62,09	91,78	71,00
Tr89	70,12	41,11	43,21	61,73	92,44	70,95
Tr117	77,53	40,37	49,01	67,68	77,44	70,61
Tr157B	58,64	19,14	45,06	50,68	108,89	68,14
Tr86	73,58	26,42	33,33	60,47	85,67	68,03
Tr112	73,21	36,17	40,00	62,67	75,00	66,37
Tr88	74,44	37,16	42,72	64,09	69,78	65,80
Tr123	74,57	36,67	47,41	64,81	66,44	65,30
Tr65	64,32	19,38	27,16	52,01	95,67	65,10
Tr84B	64,24	51,87	69,63	63,19	67,56	64,50
Tr118	77,78	21,73	28,52	61,98	60,00	61,39
Tr125	82,10	30,12	36,54	67,47	40,11	59,26
Tr76A	64,60	34,88	23,83	54,03	58,33	55,32
Tr114	77,65	28,64	36,42	64,12	24,89	52,35
Tr162	73,46	38,40	37,04	62,73	15,00	48,41

¹: Değerler 3 tekrüre ait ortalamalardır.

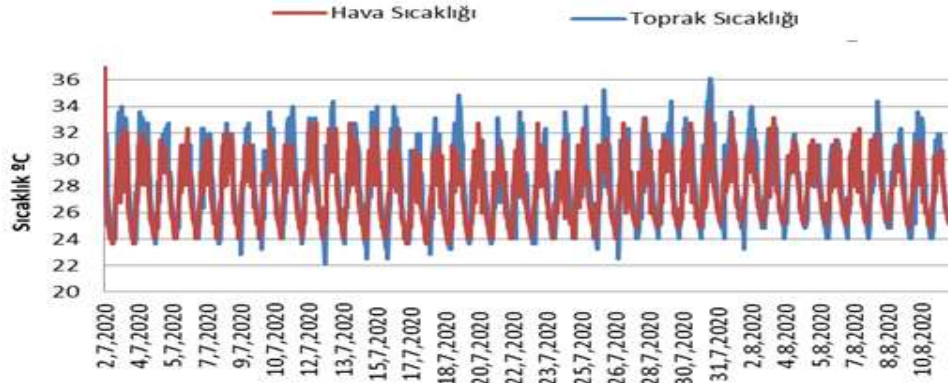
4.4.2. *Trichoderma* İzolatlarının *M. phaseolina*'ya ve Bitki Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi

Saksı çalışması için Yaltır A.Ş'den temin edilen Rubygem çeşidi çilek fideleriyle deneme kurulmuş ancak 20 gün boyunca fidelerde hiçbir gelişme görülmedikçe deneme Fortuna çeşidi fidelerle yeniden kurulmuştur. Deneme Çizelge 3.6'da belirtildiği gibi 10 karakterli, 5 tekerrürlü, her bir tekerrürde bir fide olacak şekilde iklim odası koşullarında ilki 30.11.2019-25.01.2020 ve ikincisi 30.06.2020-12.08.2020 arasında olmak üzere iki kez tekrarlanmıştır. Birinci deneme süresince 1 saat aralıklarla iklim odasında ait sıcaklık ve toprak sıcaklığı Hobo Onset yardımıyla kaydedilmiştir. Kaydedilen hava sıcaklık değerleri 20-24°C arasında toprak sıcaklık değerleri ise 20-40°C olmuştur. 25.11-4.12.2019 tarihleri arasında toprak sıcaklığının 40°C olarak kaydedilmesi cihazdan kaynaklanan bir aksaklık nedeniyle yanlış ölçülmüştür (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Birinci saksı çalışmasında iklim odasına ait 1 saat aralıklarla Hobo Onset ile 08.11.2019-23.01.2020 tarihleri arasında kaydedilen günlük ortalama sıcaklık verileri grafiği

30.06.2020-12.08.2020 tarihleri arasında iklim odasında yürütülen denemede hava sıcaklık değerleri 24-33°C arasında, toprak sıcaklık değerleri ise 22-36°C olmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. İkinci saksı çalışmasında iklim odasına ait 30.06.2020-12.08.2020 arasında 1 saat aralıklarla Hobo Onset ile kaydedilen günlük ortalama sıcaklık verileri grafiği

Birinci saksı çalışmasında *Trichoderma* izolatlarının bitki gelişimine olan etkisi değerlendirildiğinde (Resim 4.14-4.15), fidelerde en fazla yaş ağırlık artışını *T. afroharzianum* türüne ait Tr48 (%236,89), Tr132 (%215,49), Tr84 (%183,83) ve *T. guizhouense* Tr118 (%169,42) izolatları sağlamıştır (Çizelge 4.19).

İkinci saksı çalışmasında *Trichoderma* izolatlarının bitki gelişimine olan etkisinin değerlendirildiği çalışmada ise fidelerde en fazla yaş ağırlık artışını *T. afroharzianum* türüne ait Tr132 (%295,90), Tr138 (%275,42), Tr84 (%274,30) izolatları sağlamıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında çilek bitkilerindeki yaş ağırlık artış oranları (%).

1.Saksı Çalışması		2.Saksı Çalışması	
İzolot	Yaş ağırlık artışı (%) ¹	İzolot	Yaş ağırlık artışı (%) ¹
Tr48	236,89±49,4 a	Tr132	295,90±44,3a
Tr132	215,49±59,4 a	Tr138	275,42±60,4 a
Tr84	183,83±20,5 ab	Tr84	274,30±45,2 a
Tr118	169,42±39,8 abc	Tr48	250,13±34,2 ab
Tr125	155,05±54,1 abcd	Tr49	208,35±37 abc
Tr28	148,37±24,2 abcd	Tr90	190,31±22,6 bcd
Tr124	118,24±29,5bcde	Tr124	178,18±36 cd
Tr96	116,32±34,3 bcde	Tr125	171,02±15,4 cd
Tr90	110,01±34,1 bcde	Tr118	165,21±33,4 cd
<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	106,65±15,8 bcde	Fludioxonil+metalaxyl	139,31±5,5 cd
Tr95	103,45±30 bcde	Tr153	115,66±24,2 d
Tr138	97,04±24,3 bcde	Tr55	107,10±26 d
Tr129	95,94±26,9 bcde	Tr96	93,37±27,3 d
Tr55	87,45±35,3 cde	Tr28	81,15±14,7 d
Fludioxonil+metalaxyl	83,26±19,4 cde	Tr95	72,48±35,4 d
Kontrol	75,82±6,1 de	<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	63,38±29 d
Tr49	48,35±13 e	Kontrol	61,44±35,8 d
Tr153	37,44±9,5 e	Tr129	53,44±15,3 d

¹: Değerler 5 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.



Resim 4.14. *Trichoderma* izolatlarının *in vivo* koşullarında bitki gelişimine etkisinin değerlendirildiği saksı çalışmasına ait fidelerin dikimden 15 gün sonraki görüntüsü



Resim 4.15. *In vivo* çalışmasının genel görünümü, yaş ağırlıklar alınmak üzere sökülülüp kökleri yıkanmış fideler



Skala değeri : 1



Skala değeri : 2



Skala değeri : 3



Skala değeri : 4



Skala değeri : 5

Resim 4.16. *M. phaseolina*'nın çilekte neden olduğu solgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan 1-5 skalası (Koike, 2016) değerlerini yansıtan iklim odasında belirti gösteren çilek bitkileri

Birinci saksı denemesine ait Tr+Mp uygulaması değerlendirildiğinde; *Trichoderma* izolatları içerisinde en fazla yaş ağırlık artışını sağlayan *T. afroharzianum* türüne ait Tr90 (%176,62), Tr132 (%158,44) Tr138 (%94,34) izolatları olmuştur. Kontrol grubunda yaş ağırlık artışı %75,82 olur iken 12,5 g/l fludioxonil+ 5 g/l metalaxyl (Cebir)'de %92,12, *T. aspellerum*+*T. gamsii* (Remedier) uygulamasında ise %81,13 olmuştur. Hastalık şiddeti değerlendirildiğinde (Resim 4.16); Tr138, Tr90 izolatları en düşük skala değerini (=1) alırken aynı zamanda her iki izolatın 5 tekerründeki fidelerinde çökme gözlenmemiştir (Çizelge 4.20). Tr+Mp15 uygulamasından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; *Trichoderma* izolatları içerisinde en fazla yaş ağırlık artışını *T. afroharzianum* türüne ait Tr132 (%171,53), Tr90 (%101,65), Tr138 (%96,45) izolatları sağlamıştır. Hastalık skalasına ait değerlendirme sonucunda Tr90, Tr132, Tr138B izolatları en düşük skala değerini (1) almıştır. Aynı izolatların fide çökme oranları değerlendirildiğinde bu üç izolatın uygulandığı fidelerde çökme meydana gelmemiştir. Kontrol grubunda yaş ağırlık artışı %75,82, fludioxonil+metalaxyl'de %56,19, *T. aspellerum*+*T. gamsii* uygulamasında ise %60,71 olmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki (1. denemeye ait sonuçlar) bitki yaş ağırlık artış oranı (%) ve hastalık şiddeti.

İzolat	Tr+Mp			Tr+Mp15			
	Yaş Ağırlık Artışı (%) ¹	Skala Değeri ¹	Hastalık Şiddeti (%)	İzolat	Yaş Ağırlık Artışı (%) ¹	Skala Değeri ¹	Hastalık Şiddeti (%)
Tr90A	176,62±36,2 a	1 a	0	Tr132	171,53±15 a	1 a	0
Tr132	158,44±62 ab	1,8 ab	36	Tr90A	101,65±8,7 b	1 a	0
Tr138B	94,43±14,5 bc	1 a	0	Tr138B	96,45±8,7 bc	1 a	0
Fludioxonil+ metalaxyl	92,12±12 bc	1 a	0	Tr48	77,41±7,2 bcd	2,6 b	52
Tr125	90,64±27,4 bc	1,8 ab	36	Negatif kontrol	75,82± bcde	1 a	0
<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	81,13±28,5 c	1,8 ab	36	Tr55	66,51±4,4 bcde	1,8 ab	36
Negatif kontrol	75,82±34 c	1 a	0	Tr118	62,81±5,6 bcdef	1 a	0
Tr153	75,82±34 c	1,8 ab	36	Tr28	62,45±1,65 bcdef	1,8 ab	36
Tr55	71,75±21 c	1,8 ab	36	Tr84A	61,62±9,1 cdef	1 a	0
Tr118	68,41±38,1 c	2,6 abc	52	<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	60,71±7,7 cdef	1,8 ab	36
Tr84A	62,46±25 c	1,8 ab	36	Tr125	59,44±5,8 cdef	1,8 ab	36
Tr124	58,89±20,5 c	1,8 ab	36	Tr129	56,79±2,8 def	1 a	0
Tr129	51,40±23,1 c	3,4 bc	68	Fludioxonil+ metalaxyl	56,19±4,5 defg	2,6 b	52
Tr95	48,49±24,7 c	2,6 abc	52	Tr124	51,90±2,3 defg	1,8 ab	36
Tr49	45,09±23 c	1 a	0	Tr96	49,36±3 defg	2,6 b	52
Tr48	39,01±32,2 c	4,2 c	84	Tr95	42,33±3,8 defg	1,8 ab	36
Tr96	35,28±16,7 c	2,6 abc	52	Tr153	36,49±7,6 efg	2,6 b	52
Tr28	34,16±6,2 c	2,6 abc	52	Tr49	25,77±3,9 fg	1,8 ab	36
Pozitif kontrol	26,32±7,1 c	1 a	0	Pozitif kontrol	17,24±4,6g	1 a	0

¹: Değerler 5 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Birinci saksı denemesine ait bitki ölüm oranı değerlendirildiğinde; *Trichoderma* ile patojenin aynı anda uygulandığı denemede *T. afroharzianum* Tr48 izolatının uygulandığı karakterde en fazla bitki ölümü gerçekleşmiştir. Yapılan izolasyon sonucunda taç kısmında *M. phaseolina* ve *Fusarium* sp. izole edilirken, kökte ise *M. phaseolina* izole edilmiştir. Ayrıca *Trichoderma*'da bitki kısımlarından izole edilmiştir (Çizelge 4.21).

Trichoderma uygulamasından 15 gün sonra inokulasyonunun gerçekleştirildiği çalışmada ise tüm karakterlerdeki bitki ölüm oranı Tr+Mp uygulamasına göre daha az olduğu belirlenmiştir. Ölen bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda bitkinin taç kısmında *M. phaseolina* ve *Fusarium* sp. izole edilen etmenler olmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki çöken fide oranları (%) ve izolasyon sonucu elde edilen etmenler (1. denemeye ait sonuçlar).

İzolot	Tr+Mp			Ölüm oranı (%) ¹	Tr+Mp15	
	Ölüm oranı (%) ¹	İzolasyon sonuçları ²			İzolasyon sonuçları ²	
		Kök	Taç		Kök	Taç
Tr95	40	Tr,Mp,	Tr,Mp,F	20	Tr,Mp,F	Tr,Mp
Tr55	20	Rh, Tr, Mp,F	Tr,Mp,F	20	Tr, Mp	Tr,Mp
Tr96	40	F, Tr, Mp	Tr,Mp,F	40	Tr, Mp	Tr,Mp
Tr28	40	Tr, Mp	Tr,Mp	20	Tr,Mp	Tr,Mp,F
Tr48	80	Tr, Mp	Tr,Mp, F	40	Tr,Mp	Tr,Mp
Tr138B	0	–	–	0	–	–
Tr84	20	Mp,Tr	Tr,Mp	0	–	–
Tr153	20	Rh,Mp,Tr	Tr,Mp	40	Mp,Tr	Mp,Rh,Tr
Tr49	20	Tr, Mp	F, Tr,Mp	20	Tr,Mp	Tr,Mp
Tr124A	20	Tr, Mp	Tr,Mp	0	–	–
Tr125	20	Tr, Mp	Tr,Mp	20	Tr,Mp	Tr,Mp
Tr129	60	Mp, Rh, Tr	Tr,Mp	0	–	–
Tr132	20	Mp, F, Tr	Mp,Tr	0	–	–
Tr90A	0	–	–	0	–	–
Tr118	40	Tr, Mp	Tr,Mp	0	–	–
<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	20	Tr, Mp	Tr,Mp	20	Tr,Mp	Tr,Mp
Fludioxonil+metalaxyl	0	–	–	40	Tr,Mp	Tr,Mp
Pozitif kontrol (K+)	0	–	–	0	–	–
Negatif kontrol (K-)	0	–	–	0	–	–

¹: Değerler 5 tekerrürün ortalamasıdır.

²: Tr; *Trichoderma* spp., Mp; *M. phaseolina*, Rh; *Rhizoctonia* spp. F; *Fusarium* spp.

İkinci saksı denemesine ait Tr+Mp uygulaması değerlendirildiğinde; fidelerde en fazla yaş ağırlık artışını sağlayan *T. afroharzianum* türüne ait Tr90 (%87,89), Tr48 (%87,59), Tr138 (%76,96), Tr132 (%76,71) izolatları olmuştur (Çizelge 4.22). Tr+Mp15 uygulamasından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; uygulamalar içerisinde fidelerde en fazla yaş ağırlık artışını *T. afroharzianum* Tr132 (%227,59) izolatu sağlamıştır. Hastalık sklasına göre değerlendirme sonucunda da *T. afroharzianum* türüne ait Tr132, Tr153, Tr125 izolatları ve Cebir uygulaması en düşük skala değerini (=1) almıştır. Aynı izolatların fide çökme oranları değerlendirildiğinde bu üç izolatu uygulandığı fidelerde çökme meydana gelmemiştir ve skala değeri olarak 1 değerini almıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki (2. denemeye ait sonuçlar) bitki yaş ağırlık artış oranı (%) ve hastalık şiddeti.

İzolot	Tr+Mp			İzolot	Tr+Mp15		
	Yaş Ağırlık Artışı (%) ¹	Skala değeri ¹	Hastalık şiddeti (%)		Yaş Ağırlık Artışı (%) ¹	Skala değeri ¹	Hastalık şiddeti (%)
Tr90	87,89±8,7 a	4,2 a	84	Tr132	227,59±12,1 a	1,0 a	0
Tr48	87,59±7,2 a	4,2 a	84	Tr125	207,96±7,8 ab	1,0 a	0
Tr138	76,96±8,7 a	4,2 a	84	Tr118	205,18±13,5 ab	1,8 ab	36
Tr132	76,71±15,0 a	4,2 a	84	Tr138	195,52±14,3 abc	2,6 abc	52
Tr84A	75,53±9,1 a	4,2 a	84	Tr90	195,15±18,4 abc	2,6 abc	52
Tr118	70,21±5,6 ab	5 b	100	Tr84A	188,31±16,2 abc	3,4 bcd	68
Tr96	54,75±3,0 bc	5 b	100	Tr48	180,81±12,5 abcd	1,8 ab	36
Tr49	43,68±3,9 cd	4,2 a	84	Tr153	179,91±21,1 abcd	1,0 a	0
Tr124	40,47±2,3 cd	5 b	100	Tr124	174,26±16,6 bcd	1,8 ab	36
Tr153	39,69±7,6 cd	4,2 a	84	Tr96	171,52±16,7 bcd	1,8 ab	36
<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	37,36±7,7 cde	5 b	100	Tr129	171,05±12,3 bcd	1,8 ab	36
Tr55	32,57±4,4 de	4,2 a	84	Tr55	154,86±26,9 bcd	3,4 bcd	68
Fludioxonil+ metalaxyl	31,39±4,5 de	4,2 a	84	Tr49	154,04±14,6 bcd	1,8 ab	36
Tr95	29,36±3,8 de	5 b	100	Tr95	145,64±18,2 cde	2,6 abc	52
Tr129	28,96±2,8 de	5 b	100	Tr28	131,55±11,2 de	4,2 cd	84
Tr125	24,68±5,8 de	5 b	100	Fludioxonil+ metalaxyl	131,48±12,2 de	1,0 a	0
Pozitif kontrol	23,23±4,6 de	5 b	100	<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	129,06±12,9 de	5,0 d	100
Tr28	18,05±1,6 e	4,2 a	84	Pozitif kontrol	96,59±13,9 e	5,0 d	100

¹: Değerler 5 tekrere ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.

İkinci saksı denemesinde Tr+Mp'ye ait bitki ölüm oranı değerlendirildiğinde; tüm uygulamalarda %80-100 oranlarında bitkilerde ölüm meydana gelmiştir. Solgunluk gösteren / ölen fidelerden yapılan izolasyon sonucunda taç ve kök kısımlarından *R. solani*, *M. phaseolina* ve *Fusarium* sp. izole edilmiştir (Çizelge 4.23).

Tr+Mp15'e ait bitki ölüm oranı değerlendirildiğinde; pozitif kontrole göre diğer tüm uygulamalarda daha az oranda meydana gelmiştir. Ayrıca solgunluk gösteren/ölen fidelerden yapılan izolasyon sonucunda taç ve kök kısımlarından *R. solani*, *M. phaseolina* ve *Fusarium* sp. izole edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Saksı çalışmasında Tr+Mp ve Tr+Mp15 uygulamalarındaki çöken fide oranları (%) ve izolasyon sonucu elde edilen etmenler (2. denemeye ait sonuçlar).

İzolot	Tr+Mp		Tr+Mp15				
	Çökme oranı (%) ¹	İzolasyon sonuçları ²	İzolot	Çökme oranı (%) ¹			
		Kök	Taç		Kök	Taç	
Tr96	100	Mp,Tr,F	Mp, F,Rs, Tr	Pozitif kontrol	100	Rs, F, Mp	Rs, Mp
Tr118	100	Rs, Tr	Mp,Tr,F	<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	100	Mp, F	Mp, F
Tr124A	100	F, Rs, Tr	Rs, Mp, F	Tr28	80	F, Tr	Mp, F
Tr129	100	Mp	Mp	Tr55	60	F	Mp, F
Tr95	100	Mp, F	Mp, F	Tr84	60	Mp, Tr	Mp
Tr125	100	Mp, Tr	Mp, Tr	Tr95	40	Mp, Tr	Mp, Tr
<i>T. aspellerum</i> + <i>T. gamsii</i>	100	F, Rs, Tr	Rs, Mp, F	Tr90A	40	F, Tr	F,Mp
Pozitif kontrol	100	Mp, Rs,	Mp, F	Tr138B	40	Tr, Mp,F	Rs, Mp, F
Tr132	80	Mp,Rs, Tr	Mp, Tr	Tr129	20	Mp, F	Mp, F
Tr48	80	Mp, Rs	Mp, Tr	Tr49	20	Mp, F	Mp,F
Tr49	80	Mp,Rs, Tr	Mp	Tr48	20	F, Tr	Mp, F,Rs, Tr
Tr153	80	Mp, Rs, Tr	Mp, Tr	Tr124A	20	F, Tr	F, Tr, Mp
Tr138	80	Mp, Rs, Tr	Mp	Tr118	20	Rs, Tr	Mp, F
Tr90A	80	F, Rs, Tr	Rs, Mp, F	Tr96	20	F,Rs, Tr	Rs, Mp, F
Tr84A	80	Mp,Tr	Mp,Tr	Fludioxonil+ metalaxyl	0	-	-
Tr55	80	Mp, Rs, Tr	Mp, Tr	Tr125	0	-	-
Tr28	80	F, Tr, Mp	Rs, Mp, F	Tr153	0	-	-
Fludioxonil+ metalaxyl	80	Mp, F	Rs, Mp, F	Tr132	0	-	-

¹: Değerler 5 tekrerrün ortalamasıdır.

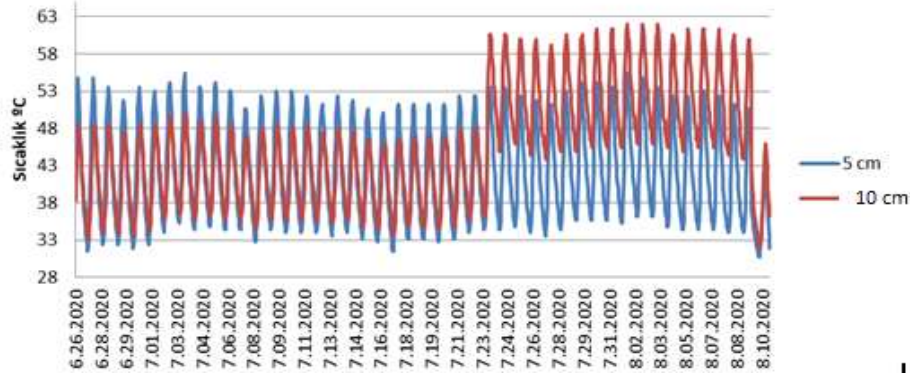
²: Tr; *Trichoderma* spp., Mp; *M. phaseolina*, Rh; *Rhizoctonia* spp. F; *Fusarium* spp.

4.5. Arazi Çalışmaları

Trichoderma izolatlarının arazide etkinliğini değerlendirmek amacıyla; Aydın ili Sultanhisar ilçesinde daha önceki yıllarda çilekte toprak kaynaklı hastalıklar ile ilgili yürütülen çalışmalarla *M.phaseolina* ile bulaşık olduğu belirlenen Nihat Özyiğit'e ait arazide 2 yıl ardı ardına deneme kurulmuştur (Resim 4.17). Arazi çalışması 2020-2021 ve 2021-2022 üretim sezonunda yürütülmüş olup yapılan uygulamalara ilişkin bilgiler Çizelge 3.8'de verilmiştir. Solarizasyon süresince (26.6.2020-10.8.2020) toprağın 5 cm ve 10 cm derinliğindeki günlük ortalama toprak sıcaklıkları verilen Şekil 4.7'ye göre toprağın 5 cm'lik kısmında toprak sıcaklığı 31-56°C iken, 10 cm derinlikte ise 32-62°C olarak kaydedilmiştir.



Resim 4.17. Arazi çalışmasının yürütüldüğü deneme yerinin haritadaki konumu (Sultanhisar/Aydın)



Şekil 4.7. Solarizasyon süresince 26.6.-10.8.2020 tarihleri arasında toprağın 5-10 cm derinliğinde kaydedilen toprak sıcaklığına ilişkin günlük ortalama sıcaklık değerleri

Deneme alanına ait toprak ve su örnekleri analiz sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir.

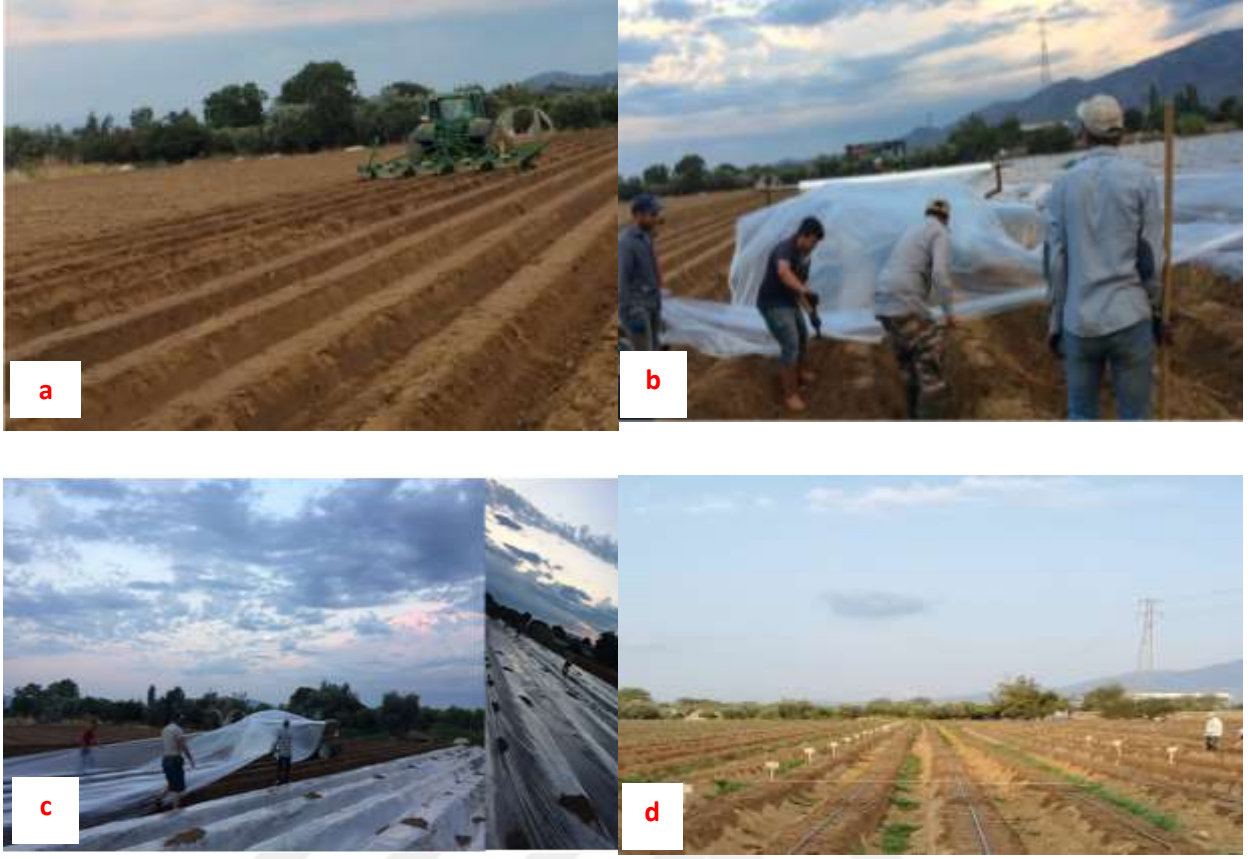
Çizelge 4.24. Toprak ve su örneğine ilişkin analiz sonuçları.

Toprak Analiz Sonuçları		Su Analiz Sonuçları	
Bünye (SL Siltli Tın)	Kum: 33,50 Silt: 58,04 Kil: 8,46	Buharlaştırma kalıntısı	1400 mg/lit
pH	8,61-kuvvetli alkali	Erimiş katı maddeler	520 mg/lit
Toplam Tuz (%)	0,019- tuzsuz	pH	8,91- kuvvetli alkali
Kireç (%)	2,24- düşük	EC	528 mS/cm- iyi
Organik madde (%)	1,99- düşük	Geçici sertlik (Alman)	20,16- sert
Alınabilir fosfor (P)	8,77 ppm- orta	Toplam sertlik (Alman)	9,52- orta sert
Değişebilir potasyum (K)	146,5 ppm- düşük	SAR	0,92 me/lit
Değişebilir kalsiyum (Ca)	1681 ppm- orta	Sınıf	C2S1
Değişebilir magnezyum (Mg)	358,8 ppm- yüksek	CO ₃ ⁻²	1,47 me/lit - kullanılabilir
Yarıyıllı demir (Fe)	6,00 ppm- yeterli	HCO ₃ ⁻¹	6,67 me/lit- yüksek
Yarıyıllı çinko (Zn)	3,37 ppm- yeterli	Cl ⁻¹	0,45 me/lit- uygun
Yarıyıllı mangan (Mn)	3,54 ppm- yeterli	B (ppm)	0,03- çok iyi
Yarıyıllı bakır (Cu)	15,13 ppm- yeterli		
Alınabilir bor (B)	0,88 ppm- düşük		

Arazi çalışmalarına her iki yıllık denemede de solarizasyon uygulaması ile başlanmıştır. Solarizasyon öncesinde deneme alanında parselasyon yapılmış, dikim ile birlikte çilek üretimine ve Çizelge 3.8’de belirtilen tarihlerdeki diğer uygulamalar ile arazi çalışması sürdürülmüştür (Resim 4.18-19).



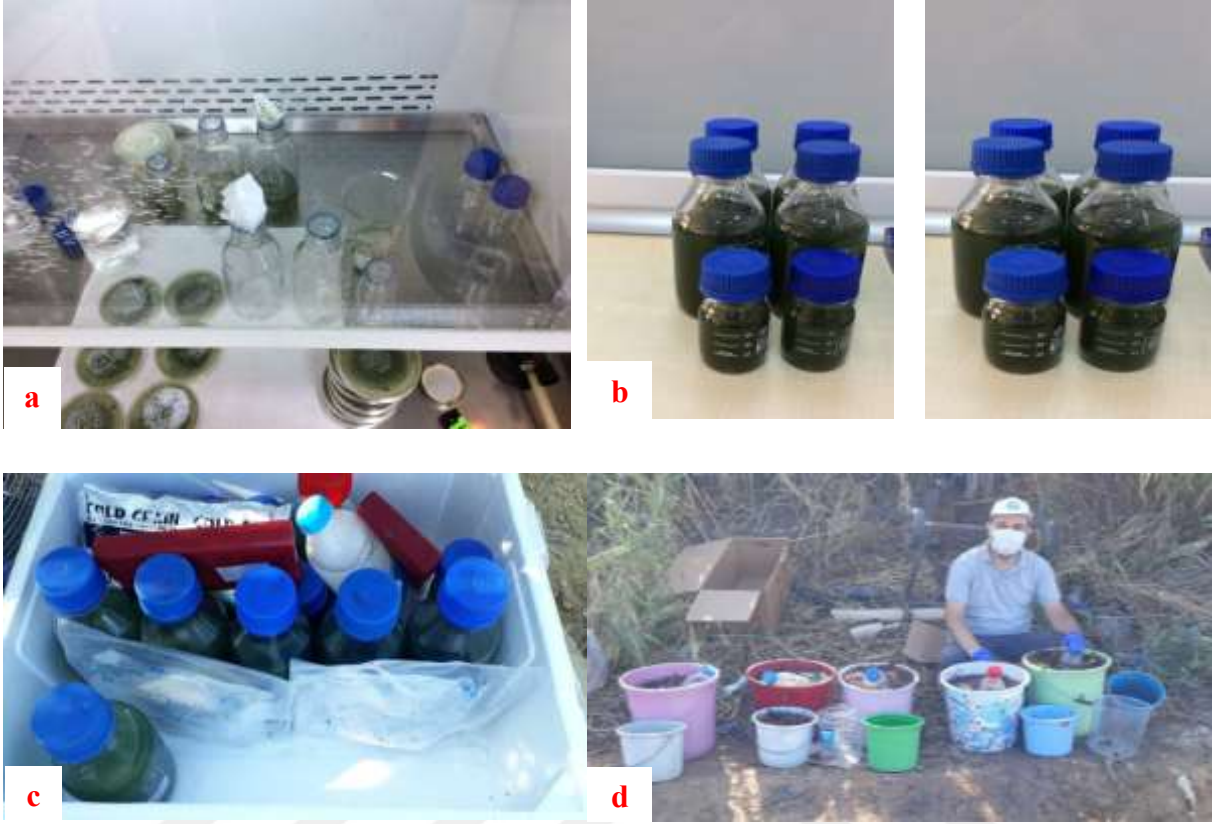
Resim 4.18. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) deneme alanında masuraların oluşturulması (a; 23.06.2020), solarizasyon öncesi toprak örneğinin alınması (b; 23.06.2020) solarizasyon naylonunun çekilmesi ve toprak sıcaklığının hobo yardımıyla kaydedilmesi (c-d; 23.06.2020), parselasyonun yapılması (e; 10.08.2020), malç naylonunun çekilmesi (f; 31.08.2020)



Resim 4.19. 2021-2022 üretim sezonu (2. Yıl) deneme alanında masuraların oluşturulması (a; 25.07.2021), solarizasyon naylonunun çekilmesi (b-c; 25.07.2021), parselasyonun yapılması (d; 02.09.2021)

Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere *Trichoderma* spor süspansiyonları laboratuvarda hazırlandıktan sonra buz kutusu ile araziye götürülmüştür. Birinci ve ikinci arazi çalışmalarında fideler dikimden önce *Trichoderma* süspansiyonunda +4°C'deki depoda 12 saat bekletilmiş ve akabinde fide dikim işlemi gerçekleştirilmiştir (Resim 4.20). Çizelge 3.8'de belirtildiği gibi *Trichoderma* uygulamaları dikim ile başlayıp hasat başlangıcına kadar her iki üretim yılında da belirli aralıklarla 5 kez uygulanmıştır. Çalışmada karşılaştırma ilacı olarak kullanmış olduğumuz *T. aspellerum* ırk ICC 012 + *T. gamsii* ırk ICC 080 ve 12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl uygulamaları da *Trichoderma* uygulamalarıyla birlikte aynı sayıda, belirtilen uygulama dozunda uygulanmıştır. Çalışmadaki bütün karakterlere ait uygulamalar çilek fidelerinin kök bölgesine (toprak yüzeyinde yaklaşık 10 cm derinliğe) Resim 4.21'de belirtildiği gibi her bir fidenin kök bölgesine 100 ml olarak uygulanmıştır. Ayrıca üretici tarafından çalışmamızın yürütüldüğü parsellerde dahil olmak üzere gerek yeşil

aksam hastalık ve zararlılarının mücadelesi gerekse bitki beslemeye yönelik uygulamalar yapılmış ve ilgili bilgiler Ek 1’de verilmiştir.



Resim 4.20. Arazi çalışmalarında kullanılan *Trichoderma* süspansiyonunun hazırlanması (a-b), dikim için hazırlanmış fideleri (c-d)



Resim 4.21. Üretim sezonu boyunca *Trichoderma* spor süspansiyonunun her bir fideye benzinli sırt pülverizatörü ile toprak enjektörü kullanılarak verilmesi

Deneme parsellerindeki *Trichoderma* spp. ve *M. phaseolina* populasyon yoğunluğunun saptanmasına yönelik çalışma, solarizasyon öncesi başlamış, üretim sezonu süresince her ay toprak örneği alınarak hasat sonunda kadar devam etmiştir. Bu kapsamda birinci yıl arazi denemesinde her bir parselden ayrı ayrı olmak üzere toplam 13 kez, ikinci yıl arazi denemesinden 12 kez toprak örneği alınmıştır. Solarizasyon sonrasında uygulamalar yapılmadan alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon sonuçları *Trichoderma* spp. ve *M. phaseolina*'nın deneme alanındaki doğal popülasyonunu ifade etmektedir (Çizelge 4.25-26).

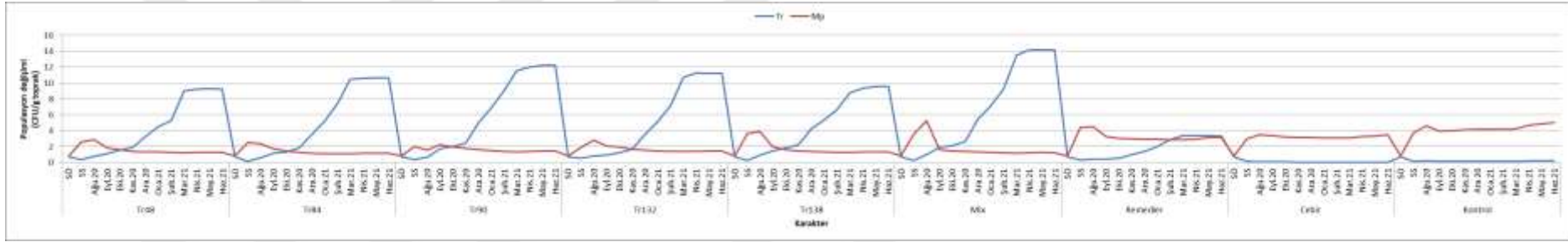
Birinci yıla ait toprak örneklerinden Mihail ve Alcorn (1982)'a göre yapılan izolasyon sonucunda; *M. phaseolina* populasyonu solarizasyon sonrasında bütün karakterlerde artış eğilimi göstermiştir. Ancak *T. afroharzianum* uygulamalarının (Tr48-Tr84A-Tr90-Tr132-Tr138 ve Miks) gerçekleştirildiği parsellerde eylülünden hazirana kadar *M. phaseolina* populasyonunda bir azalış meydana gelmiştir. *T. aspellerum* ırk ICC012 +*T. gamsii* ırk

ICC080 (Remedier) uygulamasında ise solarizasyon sonrası ve farklı zamanlarda yapılan uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda *M. phaseolina* popülasyonu azalış gösterse de Eylül'den hazirana kadar belirli seviyede kalmıştır. 12,5 g/l Fludioxonil+ 5 g/l Metalaxyl (Cebir) ve kontrol grubunda solarizasyon sonrasındaki süreçte *M. phaseolina* popülasyonunda bir azalış görülmemiştir (Şekil 4.5 ve Çizelge 4.25). İkinci yıl arazi denemesinde solarizasyon sonrasında hasat sonuna kadar *Trichoderma* uygulanan parsellerden alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda *M. phaseolina* popülasyonunda bir azalış meydana gelmiştir. Bir önceki yıla ait popülasyon değişim grafiği ile karşılaştırıldığında ise popülasyon yoğunluğunun daha az olduğu görülmektedir. 12,5 g/l Fludioxonil+ 5 g/l Metalaxyl içerikli fungusitin ve *T. aspellerum* ırk ICC012 +*T. gamsii* ırk ICC080 içerikli biyopreparatın çilek bitkisinin kök bölgesine toprağa içirme şeklinde uygulanmasına rağmen *M. phaseolina* popülasyonunda kontrol ile benzer sonuçların elde edilmiştir. Ayrıca bu parsellerde *Trichoderma* spp. popülasyonunda diğer *Trichoderma* izolatlarında saptanan popülasyon artışı görülmemiştir (Şekil 4.26 ve Çizelge 4.26).

Trichoderma popülasyon yoğunluğunu belirlemek amacıyla 1.yıla ait toprak örneklerinden Askew ve Leing (1993)'e göre yapılan izolasyon sonucunda *Trichoderma* popülasyon yoğunluğu sürekli bir artış göstermiştir. Bu artış eğilimine ilişkin veriler değerlendirildiğinde en yüksek *Trichoderma* seviyesinin (cfu/g toprak) Miks uygulamasında olduğu görülmektedir. *T. aspellerum* ırk ICC012 +*T. gamsii* ırk ICC080 uygulaması diğer *Trichoderma* izolatlarının spor süspansiyonu uygulamaları ile paralel yapılmasına karşın topraktaki *Trichoderma* popülasyonu daha düşük olmuştur. Buna göre *Trichoderma* popülasyonu 0,08-14,16 cfu/g arasında değişirken en düşük popülasyon ilk uygulama sonrasında Ağustos ayında 12,5 g/l Fludioxonil+ 5 g/l Metalaxyl ait parsellerden alınan toprak örneğinde, en yüksek ise Mayıs ayında Miks uygulamasında 14,16 cfu/g olarak saptanmıştır. Popülasyonun genel olarak tüm *Trichoderma* uygulamalarında Mart, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.8 ve Çizelge 4.25). İkinci yıla ait toprak örneklerinden Askew ve Leing (1993)'e göre yapılan izolasyon sonucunda *Trichoderma* popülasyon yoğunluğu sürekli bir artış göstermiştir. Bu artış eğilimine ilişkin veriler değerlendirildiğinde en yüksek *Trichoderma* seviyesinin (cfu/g toprak) Tr90 ve Tr132 uygulamalarında olduğu görülmektedir. *T. aspellerum* ırk ICC012 +*T. gamsii* ırk ICC080 uygulaması diğer *Trichoderma* izolatlarının spor süspansiyonu uygulamaları ile paralel yapılmasına karşın topraktaki *Trichoderma* popülasyonu daha düşük olmuştur. Buna göre *Trichoderma* popülasyonu 0,70-3,05 cfu/g arasında değişirken, en düşük popülasyon ilk uygulama sonrasında kontrole ait parsellerden alınan toprak örneğinde, en yüksek ise Nisan

ayında Tr90 uygulamasında 3,05 cfu/g olarak saptanmıştır. Populasyonun genel olarak tüm *Trichoderma* uygulamalarında Mart, Nisan aylarında en yüksek seviyeye ulaştığı saptanmıştır (Şekil 4.9 ve Çizelge 4.26). Arazi çalışmasının yürütüldüğü iki yıl arasında özellikle *Trichoderma* uygulamalarının gerçekleştirildiği parsellerde populasyonlardaki büyük farklılıklar 2021-2022 üretim sezonunda (2.yıl) iklim koşullarının çok farklı olması ve nisan ayında hava sıcaklığının sıfırın altında seyretmesinden kaynaklanmaktadır.



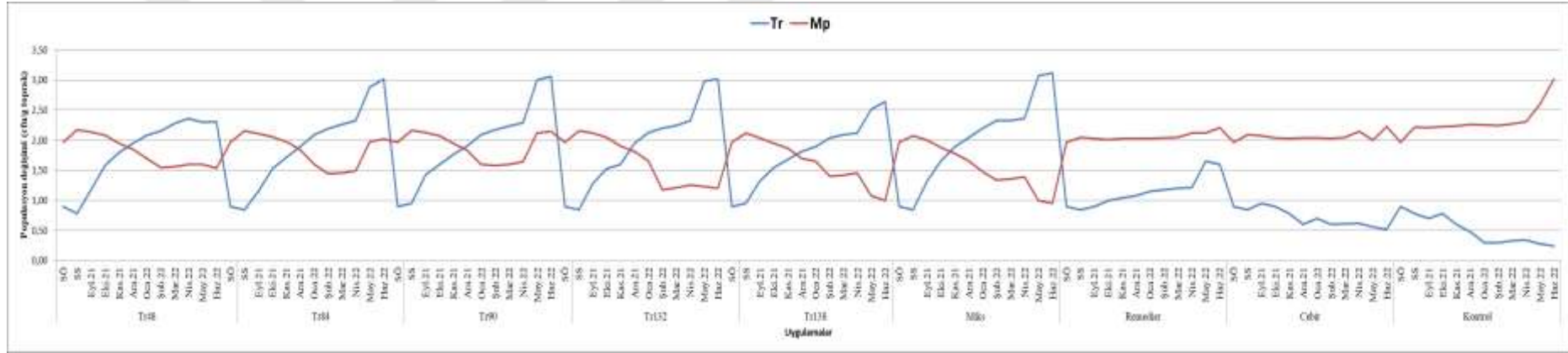


Şekil 4.8. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) deneme parsellerinden periyodik olarak alınan toprak örneklerinden saptanan *Trichoderma* ve *M. phaseolina* miktarının (cfu/g toprak) aylara göre populasyon değişim grafiği

Çizelge 4.25. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) süresince deneme alanından alınan toprak örneklerinden aylara göre elde edilen *Trichoderma* ve *M. phaseolina* populasyon değişimi (cfu /g toprak).

Karakter	Solarizasyon Sonrası ¹		Ağustos 2020 ¹		Eylül 2020 ¹		Ekim 2020 ¹		Kasım 2020 ¹		Aralık 2020 ¹		Ocak 2021 ¹		Şubat 2021 ¹		Mart 2021 ¹		Nisan 2021 ¹		Mayıs 2021 ¹		Haziran 2021 ¹	
	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp
Tr84	0,33	2,57	0,75	2,87	1,08	1,82	1,56	1,62	1,90	1,38	3,23	1,34	4,52	1,29	5,23	1,27	8,98	1,23	9,23	1,26	9,25	1,24	9,22	1,25
Tr84	0,10	2,52	0,60	2,35	1,17	1,72	1,33	1,43	1,80	1,24	3,54	1,16	5,26	1,08	7,42	1,07	10,45	1,08	10,58	1,12	10,61	1,14	10,60	1,16
Tr90	0,33	1,97	0,65	1,52	1,74	2,25	2,00	1,93	2,44	1,76	5,00	1,62	6,81	1,49	9,00	1,40	11,53	1,32	12,00	1,40	12,20	1,41	12,21	1,44
Tr132	0,50	1,87	0,83	2,77	0,94	2,07	1,21	1,95	1,65	1,64	3,45	1,54	5,12	1,42	7,09	1,40	10,69	1,36	11,23	1,40	11,22	1,41	11,21	1,42
Tr138	0,24	3,62	0,92	3,85	1,45	1,92	1,85	1,60	2,21	1,42	4,22	1,38	5,32	1,33	6,64	1,28	8,74	1,25	9,34	1,31	9,54	1,33	9,53	1,34
Mix	0,21	3,52	0,95	5,25	1,89	1,62	2,12	1,45	2,63	1,38	5,48	1,30	7,12	1,27	9,27	1,20	13,49	1,12	14,12	1,23	14,16	1,24	14,14	1,21
Remedier	0,32	4,37	0,38	4,47	0,40	3,25	0,52	3,00	1,00	2,95	1,38	2,92	2,02	2,89	2,87	2,86	3,34	2,85	3,36	2,91	3,35	3,12	3,32	3,14
Cebir	0,13	2,97	0,08	3,50	0,07	3,37	0,04	3,18	0,03	3,15	0,03	3,13	0,02	3,10	0,02	3,09	0,00	3,06	0,00	3,24	0,01	3,28	0,01	3,45
Kontrol	0,12	3,72	0,20	4,62	0,13	3,92	0,11	4,00	0,10	4,12	0,12	4,14	0,14	4,15	0,15	4,17	0,15	4,20	0,16	4,64	0,18	4,86	0,16	5,00

¹: Değerler 4 tekrere ait ortalamalardır.



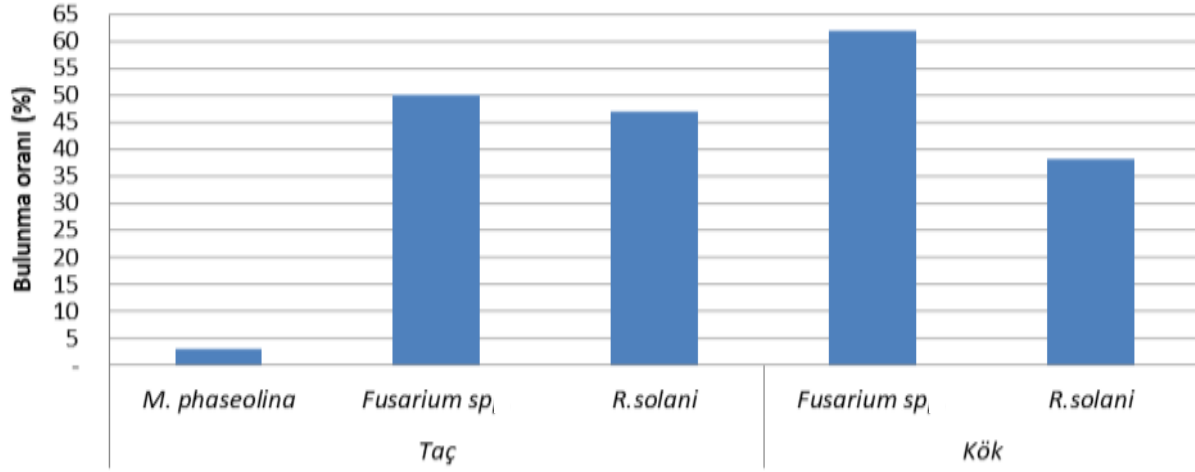
Şekil 4.9. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) deneme parsellerinden periyodik olarak alınan toprak örneklerinden saptanan *Trichoderma* ve *M. phaseolina* miktarının (cfu/g toprak) aylara göre popülasyon değişim grafiği

Çizelge 4.26. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) süresince deneme alanından alınan toprak örneklerinden aylara göre elde edilen *Trichoderma* ve *M. phaseolina* popülasyon değişimi (cfu /g toprak).

Karakter	Solarizasyon öncesi ¹		Solarizasyon sonrası ¹		Eylül 2021 ¹		Ekim 2021 ¹		Kasım 2021 ¹		Aralık 2021 ¹		Ocak 2022 ¹		Şubat 2022 ¹		Mart 2022 ¹		Nisan 2022 ¹		Mayıs 2022 ¹		Haziran 2022 ¹	
	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp	Tr	Mp
Tr48	0,90	1,96	0,78	2,17	1,18	2,14	1,58	2,08	1,80	1,95	1,95	1,85	2,09	1,70	2,16	1,54	2,28	1,56	2,36	1,60	2,30	1,60	2,31	1,54
Tr84	0,90	1,96	0,85	2,15	1,15	2,11	1,53	2,06	1,72	1,97	1,89	1,85	2,09	1,60	2,19	1,45	2,36	1,60	2,90	1,96	2,88	1,98	3,02	2,02
Tr90	0,90	1,96	0,95	2,16	1,43	2,13	1,60	2,08	1,76	1,95	1,90	1,83	2,10	1,60	2,18	1,58	2,90	1,96	3,05	2,15	3,00	2,12	3,06	2,15
Tr132	0,90	1,96	0,85	2,15	1,28	2,12	1,53	2,05	1,60	1,90	1,95	1,81	2,13	1,65	2,20	1,18	2,85	1,15	3,02	1,21	2,98	1,23	3,02	1,20
Tr138	0,90	1,96	0,95	2,12	1,32	2,04	1,54	1,95	1,68	1,87	1,81	1,70	1,90	1,65	2,04	1,40	2,15	1,11	2,53	1,06	2,52	1,08	2,64	1,00
Miks	0,90	1,96	0,85	2,08	1,32	2,00	1,66	1,88	1,89	1,78	2,05	1,65	2,20	1,48	2,32	1,04	2,53	1,06	2,72	0,97	3,07	1,00	3,12	0,95
Remedier	0,90	1,96	0,85	2,05	0,90	2,03	1,00	2,01	1,04	2,03	1,08	2,03	1,15	2,03	1,18	2,04	1,72	1,97	1,79	2,05	1,65	2,12	1,60	2,21
Cebir	0,90	1,96	0,85	2,09	0,95	2,07	0,90	2,04	0,78	2,03	0,60	2,04	0,70	2,04	0,60	2,03	0,61	1,85	0,60	1,90	0,56	2,00	0,52	2,23
Kontrol	0,90	1,96	0,78	2,21	0,70	2,21	0,78	2,23	0,60	2,24	0,48	2,26	0,30	2,26	0,30	2,25	0,29	2,30	0,31	2,45	0,28	2,60	0,24	3,02

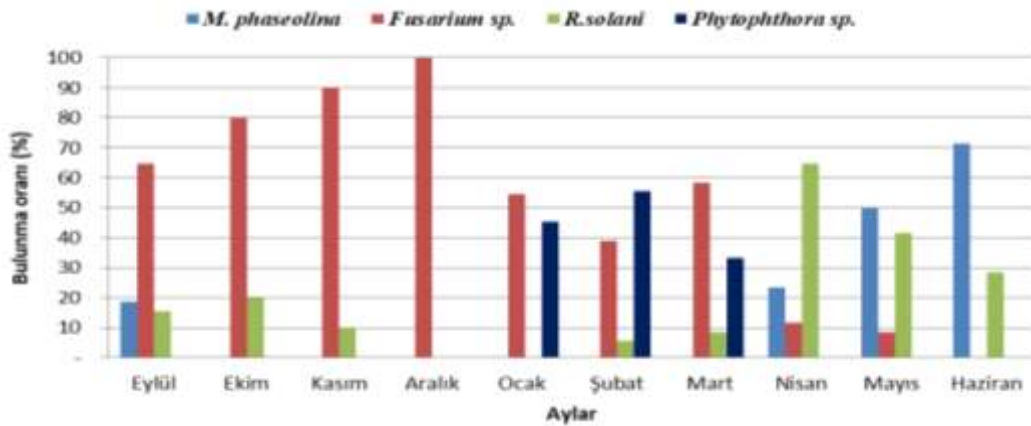
¹: Değerler 4 tekröre ait ortalamalardır.

Birinci yıl arazi çalışmasında (2020-2021 üretim sezonu) dikim öncesinde uygulamalarda kullanılan fidelerden rastgale olmak üzere toplamda 50 adet fide (25 adet dikimde+25 adet aşılama) alınarak taç ve kök kısmından izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda taç kısmından %50 oranında *Fusarium* sp., %47,06 *R. solani*, %2,94 *M. phaseolina*, kökten ise %61,9 oranında *Fusarium* sp., %38,1 oranında *R. solani* izole edilmiştir (Şekil 4.10).



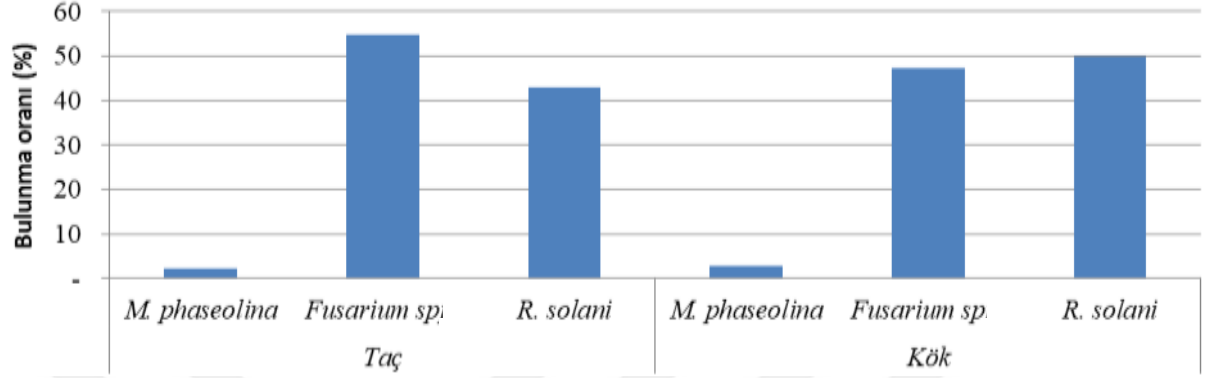
Şekil 4.10. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) dikim öncesinde deneme alanına dikilecek çilek fidelerden alınan fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen fungal etmenlerin oranı (%)

Deneme süresinde (1.yıl) parsellerde solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen etmenler incelendiğinde eylül-ocak döneminde *Fusarium* sp., ocak ve şubat aylarında *Phytophthora* sp., mart ayında *Fusarium* sp., nisan ayında *R. solani*, mayıs ve haziran aylarında *M. phaseolina* ön plana çıkmaktadır (Şekil 4.11).



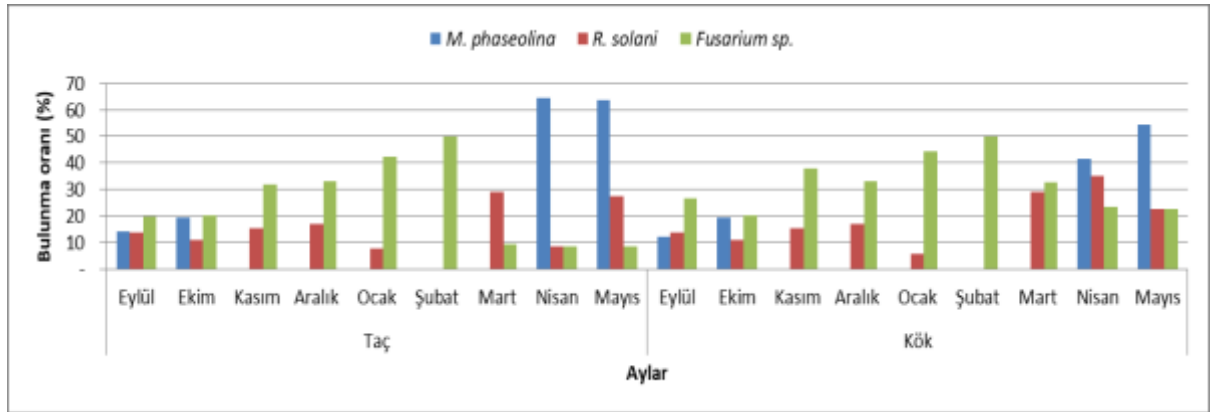
Şekil 4.11. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) boyunca solgunluk gösteren fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen etmenlerin aylara göre izole edilme oranları (%)

İkinci yıl arazi çalışmasında (2021-2022 üretim sezonu) fide dikiminde deneme alanında kullanılan fidelerden rastgale 25 adet alınarak izolasyon yapılmıştır. İzolasyon sonucunda elde edilen etmenler değerlendirildiğinde taç kısmından yüksek oranında *Fusarium spp.*, kök kısmından ise *R. solani* ve *Fusarium sp.* izole edilmiştir (Şekil 4.12)



Şekil 4.12. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) deneme alanında kullanılan fidelerden dikim öncesinde alınan fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen fungal etmenlerin oranı (%)

2.yıl arazi çalışmasının yürütüldüğü parsellerde solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen etmenler incelendiğinde eylül-şubat döneminde *Fusarium sp.*, mart ayında *R. solani*, nisan ve mayıs *M. phaseolina* ön plana çıkmaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) boyunca solgunluk gösteren fidelerden yapılan izolasyon sonucu elde edilen etmenlerin aylara göre izole edilme oranları (%)

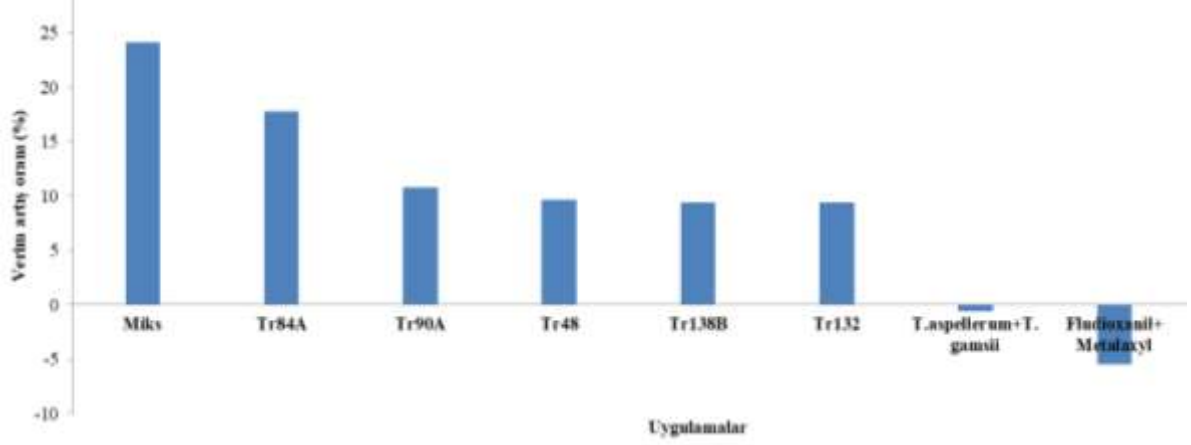
2020-2021 üretim sezonunda (1.yıl) deneme alanındaki parsellerde tekerrür bazında dikilen fide sayısı, haftalık aralıklarla yapılan sayımlar sonucunda toplam ölen bitki sayısı, karakterlere göre ölen bitki oranı (%), verim değerlerine ilişkin veriler Çizelge 4.27'de yer almaktadır. Çizelgeye göre karakterin her bir tekerrüründeki ölen bitki sayıları arasında büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir. Ayrıca aynı çizelgede karakter bazında ölen bitki oranı hesaplandığında en az kaybın ve istatistiksel olarak da farklılık gösteren uygulamanın Miks olduğu görülmüştür (%13,25). Bununla beraber diğer *Trichoderma* uygulamalarında ölen bitki oranı %25 ve daha az olur iken *T. aspellerum* ırk ICC012 +*T. gamsii* ırk ICC080 (Remedier) %30, Fluodixanil+Metalaxyl (Cebir) %37,8 kontrolde ise %38 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Hasat süresince her bir tekerrüre ait verim değerleri ayrı ayrı kaydedilmiş ve hasat sonunda ortalama verim değeri hesaplanmıştır. *Trichoderma* uygulamalarında elde edilen verim diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Buna göre verim değerlerinde istatistiki olarak da farklılık gösteren ve aynı zamanda dekara en yüksek verimi sağlayan Miks uygulaması (5130 kg/da) olmuştur. Kontrolde dekara verim 4133 kg iken, *T. aspellerum* ırk ICC012+*T. gamsii* ırk ICC080 ve 12,5 g/l Fluodixanil+5 g/l Metalaxyl (Cebir) uygulamalarında elde edilen verim sırasıyla 4107 kg/da, 3907 kg/da da ile kontrolden daha düşük olmuştur (Çizelge 4.27). Uygulamaların kontrole göre verim artış oranını hesapladığımızda ise Miks uygulaması dekarda yaklaşık %25'lik bir verim artışı sağlamıştır. *T. afroharzianum* Tr84A izolatu %17,8 oranında verim artışı sağlamıştır (Şekil 4.14).

Çizelge 4.27. 2020-2021 üretim sezonuna (1.yıl) ait fide sayılarına, ölen bitki oranına (%) ve verim (kg/da) değerlerine ilişkin veriler.

Karakter/Tekerrür	Dikilen fide sayısı	Ölen bitki sayısı	Toplam Ölen bitki/dikilen fide sayısı	Ölen bitki oranı (%) ¹	Verim (kg/da) ¹
Tr48/1	85	20			
Tr48/2	92	19	91/358	25,42±2,1 ab	4532,93±66,6 bc
Tr48/3	92	25			
Tr48/4	89	27			
Tr84A/1	83	13			
Tr84A/2	96	24	74/357	20,73±1,9 ab	4869,10±98,6ab
Tr84A/3	82	17			
Tr84A/4	96	20			
Tr90A/1	81	20			
Tr90A/2	89	15	85/352	24,15±2,8 ab	4580,13±116,6bc
Tr90A/3	95	29			
Tr90A/4	87	21			
Tr132/1	78	13			
Tr132/2	79	19	77/321	23,99±2,5 ab	4522,14±107,2bc
Tr132/3	81	23			
Tr132/4	83	22			
Tr138B/1	84	12			
Tr138B/2	86	16	74/347	21,32±4,7 ab	4522,57 ±259,5bc
Tr138B/3	95	17			
Tr138B/4	82	29			
Miks/1	83	12			
Miks/2	84	10	44/332	13,25±0,7 a	5130,67±98,6 a
Miks/3	82	12			
Miks/4	83	10			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC 080 /1	78	14			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC 080 /2	79	21	97/323	30,03±5,0 bc	4107,37±138,8 cd
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC 080 /3	80	26			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T. gamsii</i> ırk ICC 080 /4	86	36			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/1	83	20			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/2	91	31	127/336	37,80±5,7 c	3907,86±274,8 d
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/3	83	42			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/4	79	34			
Kontrol/1	88	24			
Kontrol//2	80	29	129/339	38,05±4,4 c	4133,00±151,5 cd
Kontrol//3	84	41			
Kontrol//4	87	35			

¹: Değerler 4 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.



Şekil 4.14. 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) uygulamaların kontrole göre verim artış oranı (%)

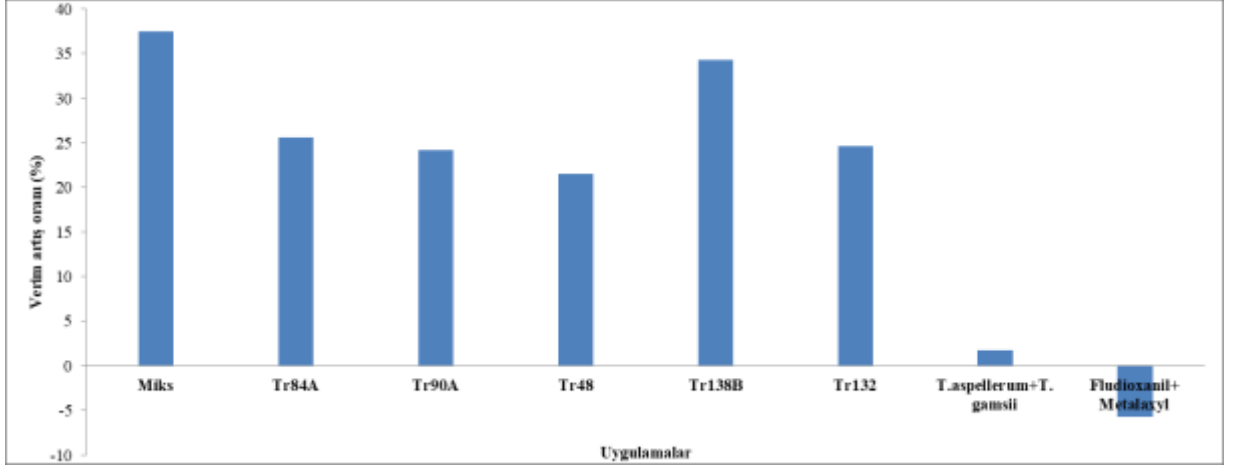
2021-2022 üretim sezonunda (2.yıl) deneme alanındaki parsellerde tekerrür bazında dikilen fide sayısı, haftalık aralıklarla yapılan sayımlar sonucunda toplam ölen bitki sayısı, karakterlere göre ölen bitki oranı (%), verim değerlerine ilişkin veriler Çizelge 4.28’de yer almaktadır. Çizelgeye göre *Trichoderma* uygulamalarında her bir tekerrürdeki ölen bitki sayıları arasında büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir. Ayrıca aynı çizelgede karakter bazında ölen bitki oranı hesaplandığında en az kaybın ve istatistiksel olarak da farklılık gösteren uygulamanın Miks olduğu belirlenmiştir (%15,03). Bununla beraber diğer *Trichoderma* uygulamalarında ölen bitki oranı %27 ve daha az olur iken *T. aspellerum* ırk ICC 012+ *T. gamsii* ırk ICC 080 (Remedier) %32,53, 12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl (Cebir) %31,66, kontrolde ise %32,22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Hasat süresince her bir tekerrüre ait verim değerleri ayrı ayrı kaydedilmiş ve hasat sonunda ortalama verim değeri hesaplanmıştır. *Trichoderma* uygulamalarında elde edilen verim diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Buna göre verim değerlerinde istatistiki olarak da farklılık gösteren ve aynı zamanda dekara en yüksek verimi sağlayan *T.afroharzianum* Tr138B izolatu (2562 kg/da), Miks (2447 kg/da), *T.afroharzianum* Tr132 izolatu (2385 kg/da), *T.afroharzianum* Tr84 izolatu (2381 kg/da) olmuştur. Kontrolde dekara verim 1931 kg iken *T. asperellum*+*T. gamsii* (Remedier) ve Fluodixanil+Metalaxyl (Cebir) uygulamalarında elde edilen verim sırasıyla 1964 kg/da, 1834 kg/da’dır (Çizelge 4.28). Uygulamaların kontrole göre verim artış oranını hesapladığımızda ise *T.afroharzianum* Tr138B izolatu uygulaması dekarda yaklaşık %33’lük bir verim artışı sağlamıştır. Diğer *T. afroharzianum* izolatlari ise %21-%38 değişen oranlarda kontrole göre verim artışı sağlamıştır (Şekil 4.15).

Çizelge 4.28. 2021-2022 üretim sezonuna (2.yıl) ait fide sayılarına, ölen bitki oranına ve verim değerlerine ilişkin veriler.

Karakter/Tekerrür	Dikilen fide sayısı	Ölen bitki sayısı	Toplam Ölen bitki/dikilen fide sayısı	Ölen bitki oranı (%) ¹	Verim (kg/da) ¹
Tr48/1	86	21			
Tr48/2	85	27			
Tr48/3	80	24	90/333	27,03±2,3 ab	2428,99±173,0abc
Tr48/4	82	18			
Tr84A/1	86	17			
Tr84A/2	86	18			
Tr84A/3	82	19	74/333	22,30±1,2 bc	2511,22±134,6 a
Tr84A/4	79	20			
Tr90A/1	83	14			
Tr90A/2	83	21			
Tr90A/3	80	15	66/327	20,17±1,8 cd	2481,58±177,2 ab
Tr90A/4	81	16			
Tr132/1	78	15			
Tr132/2	84	14			
Tr132/3	83	12	55/325	16,97±0,9 cd	2491,39 ±123,7a
Tr132/4	80	14			
Tr138B/1	79	14			
Tr138B/2	83	9			
Tr138B/3	81	16	54/324	16,71±1,9 cd	2684,74±71,7 a
Tr138B/4	81	15			
Miks/1	85	13			
Miks/2	83	16			
Miks/3	88	12	51/341	15,03±1,5 d	2747,40±170,8 a
Miks/4	84	10			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T: gamsii</i> ırk ICC 080 /1	78	27			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T: gamsii</i> ırk ICC 080 /2	83	28			
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T: gamsii</i> ırk ICC 080 /3	83	28	106/326	32,53±1,5 a	2033,95±148,5bcd
<i>T. aspellerum</i> ırk ICC 012+ <i>T: gamsii</i> ırk ICC 080 /4	82	23			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/1	80	21			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/2	83	32			
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/3	82	26	104/328	31,66±2,5 a	1884,23±93,4 d
12,5 g/l Fludioxonil + 5 g/l Metalaxyl/4	83	25			
Kontrol/1	79	21			
Kontrol//2	82	36			
Kontrol//3	81	28	105/326	32,22±4,5 a	1998,98±254,6 cd
Kontrol//4	84	20			

¹: Değerler 4 tekerrüre ait ortalamalardır. LSD testine göre (p<0,05) sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki olarak fark yoktur.



Şekil 4.15. 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) uygulamaların kontrole göre verim artış oranı (%)



5. TARTIŞMA

Dünyada çilek üreticisinin en önemli sorunları arasında toprak kaynaklı fungal hastalıklar ve mücadelesi gelmektedir. *Macrophomina phaseolina*'nın neden olduğu çilekte kömür çürüklüğü hastalığının önemi son yıllarda dünyada ve ülkemizde giderek artmıştır. Aydın ilinde çilek üretim alanlarında *M. phaseolina*'nın oldukça yaygın olduğu ve ekonomik kayıpların ana sorunu haline geldiği farklı çalışmalarla ortaya konmuştur (Benlioğlu vd., 2004,2005; Yıldız vd., 2010). Çilek tarımı iç tüketim ve ihracat açısından gerek ülkemiz gerekse bölgemiz açısından gelir getiren önemli bir üründür. Çilek üretim sezonu boyunca kurumalar dikimle başlayıp ve özellikle hasat başlangıcından itibaren kayıplar artmaktadır. Bu durumun önemli nedenlerinden biri de çilekte toprak kaynaklı hastalıklar ile mücadelede güvenilir ve etkili bir uygulama olmayışıdır. Biyolojik mücadele bu amaçla başvurulabilecek ve toprak dezenfeksiyonu amacıyla yaygın olarak kullanılan solarizasyon ile kombine edilebilecek bir uygulama olarak dikkati çekmektedir. Bu nedenle planlanan çalışma Aydın ili çilek üretim alanlarında verim kayıplarına yol açan en önemli toprak kaynaklı fungal etmenlerden *M. phaseolina*'nın neden olduğu kömür çürüklüğü hastalığı mücadelesinde bölgeye adapte olmuş *Trichoderma* spp.'nin tespiti ve hem hastalık hem de bitki gelişimine etkilerinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür.

Bölgeye adapte olmuş biyolojik mücadele etmeni *Trichoderma* izolatlarının elde edilmesine yönelik olarak 2018 yılı ekim-kasım, 2019 yılı şubat-mart-haziran aylarında Aydın ilinin tüm ilçelerinden farklı kültür bitkisi/meyve yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplamda 165 adet toprak örneğinin alınması ile başlamıştır. Bu topraklardan 88 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir. Bu izolatların kültür bitkisi çeşidi bakımından dağılımı incelendiğinde en fazla izolat sayısının çilek (16 adet) ve zeytin (14 adet) alanlardan elde edildiği görülmektedir. İlçeler bazında alınan toprak örneklerinden elde edilen *Trichoderma* izolat sayısı değerlendirildiğinde ise Kuşadası ilçesinden alınan 12 adet toprak örneğinden 11 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir. *Trichoderma* spp.'nin tarım alanlarından elde edilme oranlarında farklılık olsa da, az ya da çok sayıda izolat elde edilebilmektedir. Nitekim ülkemizde farklı illerde yetiştirilen patates üretim alanlarından ve patates yetiştirilmeyen alanlardan alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen antagonistlerden %82,5'ini *Trichoderma* izolatları oluşturmuştur (Aydın, 2008). Samsun, Amasya, Tokat, Çorum, Yozgat, Çankırı ve Kastamonu illerinde şeker pancarı tarlalarından

2004 yılında toplam 150 toprak örneği toplanmış ve bu toprak örneklerinden 18 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir (Kutluk Yılmaz ve Tunalı, 2010). Aydın ili çilek üretim alanlarından 2014 yılında eylül-ekim ve 2015 yılı haziran-temmuz aylarında alınan 40 adet toprak örneğinden 63 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir (Korkom, 2016). Harran'da pamuk ve mısır üretim sezonlarında alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon çalışması sonucunda 18 adet *Trichoderma* izolatu izole edilmiştir (Küçük, 2017). Yones ve Kayım 2016 yılının kış sezonunda Adana ilinde farklı lokasyonlardan 50 adet toprak örneği almıştır. Bezelye (2 adet *T. atroviride*, 2 adet *T. longibrachiatum* izolatu) ve patates (2 adet *T. virens* izolatu) üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden toplamda 6 adet *Trichoderma* izolatu elde edilmiştir (Yones ve Kayım, 2021). Bu çalışmalar dikkate alındığında, tarım alanlarında yapılan uygulamalar nedeniyle topraklarımızın aslında *Trichoderma* popülasyonu açısından zengin olmadığı da görülmektedir. Avrupa *Trichoderma* koleksiyonunun 'Viride' grubunun Akdeniz ikliminin olduğu alanlarda hakim olduğu ve tüm *Trichoderma*'ların %43-62'sini oluşturduğu, Orta Avrupa'nın ise bunun sadece %15'ine sahip olduğu belirlenmiştir (Jaklitsch ve Voglmayr, 2015). Ancak bizim izolatlarımızın 'Harzianum' grubunda yer aldığı saptanmıştır.

Çalışmamız kapsamında gerçekleştirilen *in vitro* etkinlik testlerinde 88 adet *Trichoderma* izolatından ön plana çıkan 15 adet *Trichoderma* izolatının (tek spor izolatları) morfolojik tanılamada farklı besi yerlerindeki miselyal gelişimi ve mikroskopik özellikleri (konidi, phialid ölçümleri) değerlendirilmiştir. PDA besi yerinde $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 72 saat gelişen kolonilerden hazırlanan preparatlardan mikroskopta 25 tekrarlı olarak gerçekleştirilen phialid ölçümlerinde ise *T. afroharzianum* izolatlarında $2,00$ ($\sim 2,81$) x $7,96$ ($\sim 11,64$) μm , *T. guizhouense* izolatlarında $1,96$ ($\sim 2,08$) x $6,96$ ($\sim 9,29$) μm , *T. harzianum* Tr124 izolatında $2,42$ ($\sim 2,75$) x $9,74$ ($\sim 10,24$) μm değerleri elde edilmiştir. Konidi ölçümlerinde ise *T. afroharzianum* izolatlarında $2,00$ ($\sim 2,97$) x $2,17$ ($\sim 3,15$) μm , *T. guizhouense* izolatlarında $2,16$ ($\sim 2,28$) x $2,28$ ($\sim 2,54$) μm , *T. harzianum* Tr124 izolatında $2,28$ ($\sim 3,59$) x $2,70$ ($\sim 3,55$) μm değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.3) ve koloniler yeşil renktedir (Resim 4.1). Goh vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen ölçüm değerleri *T. afroharzianum* türü için phialid özelliklerinin ($2,0\sim 2,4$ ($\sim 4,0$) x ($3,5\sim 5,0$ ($\sim 16,5$) μm , konidi özelliklerinin ($2,0\sim 2,4$ ($\sim 3,5$) x ($2,0\sim 2,5$ ($\sim 4,5$) μm , *T. guizhouense* türü için phialid özelliklerinin ($2,0\sim 2,8$ ($\sim 4,0$) x ($3,5\sim 4,5$ ($\sim 11,5$) μm , konidi özelliklerinin ($2,0\sim 2,5$ ($\sim 3,0$) ($\sim 3,5$) x ($2,0\sim 2,5$ ($\sim 4,0$) μm olduğunu belirlemiştir, *T. harzianum* türü için Chaverri vd. (2015) phialid özelliklerini ($2,7\sim 3,0$ ($\sim 4,7$) x ($4,7\sim 5,2$ ($\sim 16,0$) μm , konidi özelliklerini

(2,0~) 2,5~3,0 (~3,7) x (2,2~) 2,7~3,5 (~4,2) µm olarak belirlemiştir. Çalışmamızda belirlenen türlere ait literatürde verilen phialid ve konidi boyutlarına ilişkin değerler ile mikroskopta 25 tekrarlı olarak yapmış olduğumuz ölçümler sonucunda elde edilen değerler örtüşmektedir. Ancak morfolojik olarak konidilerin elipsoid ya da küresel olması, konidiofor oluşumu ve phialid dal şeklinin birbirine oldukça benzer olması klasik teşhisi *Trichoderma* türlerinde yetersiz kılmaktadır (Chaverri vd., 2015; Qiao vd., 2018; Qin ve Zhuang, 2017). *T. afroharzianum*'un *T. harzianum*'dan morfolojik olarak ayrımı oldukça güçtür, bu nedenle tam ayrımın yapılabilmesi için EF-1α dizisi ile moleküler analiz gerekmektedir (Chaverri vd., 2015; Jang vd., 2018). Bu nedenle *Trichoderma* türlerinin moleküler tanılamasında kullanılan yöntemler araştırılmış ve ITS, TEF-1α, RPB2 çoklu sekans verilerine dayalı moleküler tanılama doğru ve hızlı sonuç verdiği için (Atanasova vd., 2013; Chaverri vd., 2015; Druzhinina vd., 2005) moleküler tanılama çalışmamız bu gen bölgelerine göre yapılmıştır. ITS1F/ITS4R (White vd. 1990), EF-728F/TEFRev (Carbone ve Kohn, 1999; Samuels vd., 2002) ve rRPB2-5f/ rRPB2-7cr (Liu vd., 1999) primer çiftleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin (Resim 4.2-4.4) sekans analizi hizmet alımı şeklinde yaptırılmıştır. Sekans verileri düzenlendikten sonra NCBI veritabanında her bir gen bölgesine ait BLAST analizi sonucunda %100 eşleşme göstermesi dikkate alınmıştır. NCBI veri tabanından alınan referans izolatlarla gerçekleştirilen filogenetik analiz sonucunda üç farklı tür; *T. guizhouense* (2 izolat), *T. afroharzianum* (12 adet), *T. harzianum* (1 adet) belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Bu çalışma kapsamında elde edilen *T. guizhouense* türü ülkemizde tarım topraklarında varlığı ilk kez saptanmıştır. Gu vd. (2020) sadece ITS gen bölgesine ait filogenetik analizde Harzianum grubundaki *Trichoderma* türlerini birbirinden ayırt edememiştir, türlerin sınıflandırılmasında uygun olmadığı bazı çalışmalarla da doğrulanmıştır (Jaklitsch vd., 2012; Qin ve Zhuang, 2017). Son yıllarda *Trichoderma* türlerinin sınıflandırılmasında yapılan çalışmalarda birden fazla gen bölgesini içeren filogenetik analiz ve fenotipik özelliklerin kombinasyonu yaygın olarak kullanılmaktadır (du Plessis vd., 2018; Innocenti vd., 2019; Qiao vd., 2018). TEF-1α ve RPB2 sekans verilerinin benzer türler arasında güçlü varyasyon gösterdiği bildirilmiştir (Jaklitsch ve Voglmayr, 2015).

İkili kültür çalışmalarında *Trichoderma* spp'nin birçok patojenin koloni gelişimini engellediği bilinmektedir. Bizim çalışmamızda da *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testi sonucunda *M. phaseolina*'ya ait AMp-2 izolatının %56,66-%81,48, AMp-9 izolatının %55,93-%84,81, V1 izolatının ise %56,78-%81,85 aralığında değişen oranlarda miselyal gelişimi engellediği saptanmıştır. Her bir patojen izolatında en yüksek etki gösteren izolatlar

sırasıyla *T. afroharzianum* Tr129 izolatı (%81,48), *T. afroharzianum* Tr125 izolatı (%84,81), Tr135 (%81,85) olmuştur (Çizelge 4.6). Gojiya vd. (2016) tarafından *in vitro* koşullarda yürütülen çalışmada *T. viride*, *T. hamatum*, *T. harzianum* (I-II-III), *T. virens* ve *T. koningii* türlerine ait toplamda altı adet *Trichoderma* izolatının *in vitro* koşullarda *M. phaseolina*'ya karşı antagonistik etkisinin belirlenmesinde ikili kültür tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek etkiyi *T. harzianum* II izolatı (%78,84) ve *T. harzianum* III (%72,31) izolatı, en düşük etkiyi ise *T. harzianum* I (%63,61) göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise en yüksek etkiyi *T. afroharzianum* izolatları (Tr129 ve Tr125) göstermiştir. *T. virens* TRI37, *T. harzianum* TRI36, *T. asperellum* TRI15, *T. koningiopsis* TRI41 izolatlarının ikili kültür yöntemiyle *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği bir başka çalışma sonucunda kontrole göre sırasıyla %61,10, %51,85, %49,90, %49,25 oranında miselyal gelişimi engellediği belirlenmiştir (Emayavarman vd., 2019). Hewedy vd. (2020) tarafından Mısır'da yürütülen çalışmada sekiz farklı *Trichoderma* izolatının translation elongation factor-1 (TEF1) gen bölgesine göre moleküler tanılama sonucunda 4 farklı *Trichoderma* türü (*T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. viride*, *T. longibrachiatum*) belirlenmiştir. Aydın ili çilek üretim alanlarından izole edilen *Trichoderma* spp. izolatlarının *M. phaseolina*'ya etkisinin ikili kültür testi ile değerlendirildiği çalışmada %25,9-%59,1 aralığında değişen oranlarda engellediği belirlenmiştir (Korkom ve Yıldız, 2020). Hindistan'nın Naldurg bölgesinde sorgum üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden izole edilen *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. virens* ve *T. pseudokoningii* izolatlarının sorgum bitkisinin köklerinden elde edilen *M. phaseolina*'ya karşı antagonistik etkisinin ikili kültür tekniği ile değerlendirildiği çalışmada *Trichoderma* izolatlarının patojenin miselyal gelişimini %42,11-%68,88 oranında engellediği belirlenmiştir (Gavali vd., 2021). İkili kültür testi sonucunda elde ettiğimiz veriler, farklı çalışmalarda izole edilen *Trichoderma* izolatları ile yürütülen çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

In vitro etkinlik denemesi kapsamında ele alınan bir diğer çalışma ise 88 adet *Trichoderma* izolatının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimine ve mikrosklerot oluşumuna etkisinin belirlenmesidir. Antagonist izolatların *M. phaseolina*'ya ait AMp-2 izolatının miselyal gelişimini %5,19-%61,11, AMp-9 izolatının miselyal gelişimini %5,74-%71,26, V1 izolatınıninkini %8,15-%56,30 aralığında değişen oranlarda engellediği belirlenmiştir. Her bir patojen izolatında en yüksek etki gösteren *Trichoderma* izolatları sırasıyla *T. afroharzianum* Tr84 izolatı (%61,11), *T. afroharzianum* Tr55 izolatı (%71,26), Tr158 (%56,30) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Mikrosklerot oluşumuna yönelik

yürütülen çalışmada kontrol grubunda AMp-2’de 513,67, AMp-9’da 537, V1’de ise 494 adet mikrosklerot belirlenmiştir. *Trichoderma* izolatlarının uygulandığı petrielerde mikrosklerot oluşumu değerlendirildiğinde tüm izolatların etkili olduğu ve kontrole göre daha az sayıda mikrosklerot meydana geldiği saptanmıştır. Tüm *M. phaseolina* izolatlarında (AMp-2, AMp-9, V1) kontrole göre mikrosklerot oluşumunu en yüksek oranda azaltan Tr69B (sırasıyla %80,27, %83,99, %72,13) ve *T. afroharzianum* Tr48 izolatı (sırasıyla %77,61, %78,90, %71,66) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Yapılan bir çalışmada pirinç yaprağından izole edilen *T. longibrachiatum* EF5 izolatının oluşturduğu uçucu bileşiklerin 72 saat sonra *M. phaseolina* ve *S. rolfisii*’nin miselyal gelişimine etkisinin değerlendirildiği çalışmada sırasıyla %35, %45 oranında engellediği, elektron mikroskopta yapılan değerlendirmede hiflerin kalınlığında azalma ayrıca sklerot oluşmadığı belirlenmiştir (Sridharan vd., 2020). Üç farklı bitkiden elde edilen dört farklı endofit *Trichoderma* izolatının oluşturduğu uçucu bileşiklerin toprak kaynaklı *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. rolfisii*, *Fusarium oxysporum*, *M. phaseolina* patojenlerinin miselyal gelişimine olan etkisinin değerlendirdiği çalışmada, *M. phaseolina* haricindeki diğer patojenlerin miselyal gelişimini önemli düzeyde engellediği (%40,66-%65,66 aralığında değişen oranlarda), ancak *M. phaseolina*’ya etkisiz olduğu belirlenmiştir (Rajani vd., 2021). Korkom ve Yıldız (2022) çilek üretim alanlarından izole ettikleri *T. harzianum* (16 adet) izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin *M. phaseolina*’nın miselyal gelişimini %10,00-%26,67, mikrosklerot oluşumunu %12,63-%80,55 oranında azalttığı, *T. virens* (3 adet) izolatlarının ise patojenin miselyal gelişimini %16,67-%33,30, mikrosklerot oluşumunu %51,96-%73,00 oranında azalttığı belirlenmiştir. Konuyla ilgili yürütülen çalışmalardaki sonuçlarla elde ettiğimiz verileri karşılaştırdığımızda miselyal gelişimi engellemede benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. Ayrıca bulgularımızdan en önemlisi *M. phaseolina* gibi toprak kaynaklı fungal patojenin toprakta, bitki artıklarında uzun süre hayatta kalmasının sağlayan mikrosklerot oluşumu ciddi oranda azaltan *Trichoderma* izolatlarının tespit edilmesidir. Çünkü çilekte kömür çürüklüğü hastalığının kontrolünde, topraktaki mikrosklerot varlığı ve yoğunluğu hastalık çemberinde primer inokulum kaynağı olması nedeniyle inokulum yoğunluğunun azaltılmasına yönelik herşeye dikkat edilmesi gerekir.

In vitro koşullarda yürütülen etkinlik belirleme çalışması kapsamında, *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolina*’nın miselyal gelişimine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *Trichoderma* spp.’nin patojene ait AMp-2 izolatının miselyal gelişimini %12,59-%69,63, AMp-9 izolatının miselyal gelişimini %17,41-%78,15, V1 izolatınınkini %11,48-%76,30 oranında engellediği belirlenmiştir. Her bir *M. phaseolina*

izolatında en yüksek etki gösteren *Trichoderma* izolatının Tr12 (sırasıyla %69,63, %78,15, %76,30) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Benzer bir çalışmada *T. viride* ve *T. harzianum* izolatlarının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin farklı konsantrasyonlarda (%5-10-20-40) *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engellediği belirtilmiştir. Bunlardan *T. viride*'nin sırasıyla % 34,5, %41,8, %58,1, %69 oranında, *T. harzianum*'un ise sırasıyla %36,3, %45,4, %63,6, %72,7 oranında *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini engellediği ifade edilmiştir (Sreedevi vd., 2011). *T. viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. reesei*, *T. atroviride*, *T. pseudokonongii*, *T. virens* içeren *Trichoderma* türlerinin oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin *M. phaseolia*'nın miselyal gelişimini sırasıyla %57,8, %53,3, %57,8, %48,9, %55,5, %64,4, %62,2 oranlarında engellediği belirlenmiştir (Reddy vd., 2014). Teyung, (2019) yaptığı çalışmada iki adet *T. harzianum* izolatının oluşturduğu uçucu olmayan bileşiklerin PDA'ya %100 konsantrasyonda uygulanması durumunda *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini %7-%84, %50 konsantrasyon uygulamada %6-%93 oranında engellediği ancak %25 konsantrasyonda uygulanması ise etkisiz olduğunu belirtmiştir. Sridharan vd. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada *T. longibrachiatum* EF5 izolatının hücre içermeyen filtratının PDA'ya uygulanması şeklinde gerçekleştirilen deneme sonucunda, *M. phaseolina*'nın miselyal gelişimini %25 oranında engellediği belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde elde ettiğimiz etkinlik oranlarının genel olarak literatüre göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Tr12 gibi bazı izolatlarda bu durum daha belirgin bir şekilde dikkat çekmektedir.

In vivo çalışmasında kullanılan 15 adet *Trichoderma* izolatının PDA'da farklı sıcaklıklardaki (20, 25, 30, 35, 37 ve 40°C) koloni gelişimleri değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonucunda tüm izolatların optimum gelişme sıcaklığının yaklaşık olarak 25°C ila 30°C olduğu belirlenmiş ve tüm izolatlar inokulasyondan 72 saat sonra içerisinde PDA bulunan 90 mm çapındaki petrinin tüm yüzeyini kaplamıştır. *Trichoderma* izolatların hiçbiri 37°C ve 40°C'de miselyal gelişme göstermemiştir (Çizelge 4.10). Farklı sıcaklıklarda ve farklı inkubasyon sürelerinde *T. atroviride* LU132 izolatının konidi oluşturma miktarına yönelik yürütülen çalışmada 25°C'de meydana gelen konidi miktarının 20°C ve 30°C'ye göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm sıcaklıklarda farklı inkubasyon süresinin konidi oluşumuna yönelik yürütülen denemede en fazla konidi oluşumu inkubasyonun 20. gününde tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ortalama konidi çimlenmesi 20°C'de %55 iken 30°C'de %72 olarak belirlenmiştir (Daryaei vd., 2016). *T. asperellum* (IBLF 897, IBLF 904, IBLF 914) ve *T. asperelloides* (IBLF 908) türlerine ait izolatların 12, 17, 22, 27, 32, 37 ve 42°C'deki

miselyal gelişiminin değerlendirildiği çalışmada izolatlar 7°C’de miselyal gelişim göstermemiştir ve 12 ile 27°C arasında değişen sıcaklıklarda orantılı olarak miselyal gelişimin artış gösterdiği, 37°C’ye kadar olan sıcaklıklarda miselyal gelişime azalmış, 42°C’de ise hiçbir gelişme olmamıştır (Dominguez vd., 2016). *T. afroharzianum* T-22 ve *T. atroviride* P1 izolatlarının PDA besi yerinde 20 ve 25°C’deki miselyal gelişimini 24 saat aralıklarla kaydedildiği çalışmada 72 saat sonra 20°C’de P1 izolatu, 25°C’de T-22 izolatu 90 mm koloni çapına ulaşmıştır (Di Lelio vd., 2021). Farklı bitki türleri ile mikrobiyal izolatlar arasındaki ilişkiyi ve etkili kombinasyonların/dozların belirlenmesine yönelik çok çalışma yürütülmüştür. Ancak çevresel abiyotik faktörlerin mikrobiyal izolatlara etkisine yönelik çok az çalışılmıştır. Bu çalışma kapsamında in vitro koşullarda sıcaklığın *Trichoderma* miselyal gelişimine etkisine yönelik yürütülen çalışmanın sonuçları antagonistin uygulandığı hava ya da toprak sıcaklığının bitkide/toprakta kolonizasyonunda başlıca rol oynayacağından dolayı önemli veri kaynağı oluşturmaktadır. Literatürde farklı *Trichoderma* türlerinin 25°C’deki miselyal gelişimine yönelik çalışmalarda elde edilen sonuçlarla bizim çalışmamızdaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Ayrıca literatürde 20°C’deki koloni gelişiminin daha yavaş olduğu, 42°C’de koloni gelişiminin olmadığı belirlenmiştir, benzer şekilde 20°C sıcaklıkta yürüttüğümüz çalışmamızın sonucunda hiçbir *Trichoderma* izolatu koloni çapı 72 saat içinde 90 mm’ye ulaşmamıştır ve 40°C’de miselyal gelişimin olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Biyolojik mücadelede istenilen özelliklerden bir tanesi de sınırlı demir iyonları için mikroorganizmaların rekabete girmesinde önemli rol oynayan siderofor üretimidir. Mikroorganizmaların siderofor üretme yeteneklerinin belirlenmesi bu mikroorganizmaların çevre koşullarındaki rolünün ve ekolojik öneminin belirlenmesinde önemli bir göstergedir (Achitei vd., 2010). Bu amaçla *Trichoderma* izolatlarının siderofor çalışması Chrome azürol S (CAS) agar petri metodu ile yürütülmüştür. Değerlendirme 25°C’de 5 gün sonra gelişen koloninin etrafında meydana gelen portakal rengi alan ölçülerek değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda *T. harzianum* Tr124 izolatu en düşük siderofor ürettiği, *T. afroharzianum* ve *T. guizhounse* izolatlarının yüksek siderofor özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada *T. saturnisporum* T1, T2 izolatlarının CAS agar petri yöntemiyle gerçekleştirdikleri siderofor testi sonucunda inokulasyondan 48 saat sonra portakal rengi alanların oluşmaya başladığı belirlenmiştir (Diánez Martínez vd., 2016). Hindistan’ın Meghalaya şehrinin farklı lokasyonlarından alınan toprak örneklerinden izole edilen 20 adet *Trichoderma* spp. izolatu CAS-mavi agar besi yerinde maviden mor renge veya koyu morumsu kırmızı renge dönmesi

siderofor testi sonucunun pozitif olarak kabul edildiği çalışmada sadece 16 adet *Trichoderma* izolatının siderofor ürettiği belirlenmiştir (Biam vd., 2019). Gerek literatürdeki çalışmalarda gerekse bizim elde ettiğimiz sonuçlarda *Trichoderma* izolatlarının çoğunun siderofor pozitif olduğu görülmektedir. *In vivo* çalışmasında kullandığımız *Trichoderma* izolatlarının selülaz enzim aktivitesinin besi yerinde belirlenmesine yönelik yürüttüğümüz çalışma inokulasyondan 5 gün sonra gelişen kolonilerin etrafında oluşan sarı-mat alanlar selülaz aktivitesinin olduğunu göstermiş ve bu alanların ölçülmesi şeklinde değerlendirilmiştir. Çalışmamızda selülaz enzim aktivitesi en yüksek *T. harzianum* Tr124 ve *T. guizhouense* Tr49 izolatlarında saptanırken, düşük enzim aktivitesi ise *T. afroharzianum* Tr55 izolatında olduğu belirlenmiştir (Resim 4.13). Zehra vd. (2017) *T. harzianum*, *T. viride*, *T. hamatum*, *T. asperellum* türlerinin selülaz enzim aktivitesinin araştırıldığı çalışmada düşük aktivite gösteren tür *T. asperellum* olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaki *Trichoderma* izolatlarının kitinaz enzim aktivitesi Agrawal ve Kotasthane (2012) değerlendirme skalasına göre yapılmıştır. *T. afroharzianum* izolatlarının 9 adedi (Tr28, Tr48, Tr55, Tr84, Tr95, Tr125, Tr129, Tr138, Tr153), *T. guizhouense* Tr49 izolatı ve *T. harzianum* Tr124 izolatı çok yüksek kitinaz aktivitesine sahip iken, 4 adet *T. afroharzianum* izolatının (Tr90, Tr96, Tr118, Tr132) yüksek düzeyde kitinaz aktivitesi olduğu belirlenmiştir. Nitekim *Trichoderma* türleri tarafından litik enzimlerin üretimi, fitopatojen funguslara karşı biyokontrol aktivitesi için etki mekanizmalarından biri olarak bilinmektedir ayrıca patojenlerin kontrolünde kitinaz önemli bir yer tuttuğu bildirilmiştir (Asad vd., 2015; Harman vd., 2004).

M. phaseolina farklı ekolojik koşullarda mikrosklerotları ile toprakta ya da bitki artıklarında 15 yıla kadar canlı kalabilmektedir (Marquez vd., 2021), bu nedenle bu yapılar enfeksiyonun başlamasında birincil inokulum kaynağıdır. Çalışmamız sonucunda *Trichoderma afroharzianum* türüne ait farklı izolatların oluşturdukları sekonder metabolitlerin mikrosklerot oluşumu azaltması kömür çürüklüğü hastalığı ile mücadelede dikkate alınması gereken önemli bir noktadır. Nitekim çilekte *M. phaseolina* ile biyolojik mücadele çalışmamız kapsamında yürütülen arazi denemesinde kullanılan *T. afroharzianum* izolatlarının (Tr48, Tr84, Tr90, Tr132, Tr138) GC-MS analizi yardımıyla sekonder metabolit bileşenleri kalitatif olarak belirlenmiştir. Belirlenen bileşenlerin büyük bir çoğunluğu aromatik bileşikler grubunda (Benzene, Propanoik asit, Tetradeçane) yer almaktadır ve alkol grubunda yer alan Phenylethyl alkol bileşeni belirlenmiştir. Ayrıca *T. afroharzianum* Tr138 izolatında diğer izolatlardan farklı olarak Butyl-asetat (Ester grubunda) ve Dodeçane (Hidrokarbon grubunda) iki farklı bileşen tespit edilmiştir. Contreras-Cornejo vd. (2009) yaptıkları çalışmada

Trichoderma tarafından oluşturulan Butyl-asetat'ın bitki gelişimini teşvik ettiğini belirtirken, Waqas vd. (2012) tuz stresine karşı konukçu bitkinin adaptasyonunu kolaylaştırdığını bildirmiştir. Çalışmamızda belirlediğimiz Hidrokarbon, Alkol ve Aromatik bileşikler grubunda yer alan bileşenlerin daha önceki çalışmalarda antifungal/antimikrobiyal özellikte oldukları belirlenmiştir (Bae vd., 2017; Feng vd., 2021; Gajera vd., 2020; Wonglom vd., 2020). Li vd. (2018) *T. harzianum* ve *T. virens* türlerinin oluşturduğu sekonder metabolitler GC-MS analiz ile *T. harzianum* alkol grubunda yer alan bazı bileşenleri oluşturduğu (2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, 1-heptanol, 1-octanol, 2-phenylethyl alcohol) belirlemiştir. *T. virens*'in sadece 3-methylcyclopentanol ürettiği ve 1-octen-3-ol, 3-octanone, acetic asit bileşenlerinin her iki tür tarafından üretildiği belirlenmiştir. Çalışmamızda sekonder metabolit karışımının bitki gelişimine etkisine yönelik domates tohumları (H2274 çeşidi) ile yürüttüğümüz deneme sonucunda kontrolde %73,2 oranında tohum çimlenmesi meydana gelirken en iyi çimlenme oranı *T. afroharzianum* Tr132 izolatında 1 µl ve 100 µl konsantrasyonda %100 olarak belirlenmiştir. Ayrıca *T. afroharzianum* Tr84 izolatının 1 µl, 10 µl ve 100 µl konsantrasyonlarında sırasıyla %80, %93,2, %93,2 oranında tohum çimlenmesi meydana gelmiştir. Tohum çimlenmesi sonrasında meydana gelen fidelerin kök uzunluğu ve gövde uzunlukları değerlendirildiğinde ise *Trichoderma* izolatlarının uygulanan tüm konsantrasyonlarında (Tr90A izolatu 0.1 µl/disk hariç) kontrole göre daha fazla kök uzunluğu sağladığı, gövde uzunluğunun ise Tr132 izolatında (0,1 ve 1 µl/disk) elde edildiği görülmektedir (Çizelge 4.15). Ayrıca çalışma kapsamında *Trichoderma* izolatlarının sekonder metabolitleri *M. phaseolina*'ya ait 5 mm diske uygulanmış ve konsantrasyon arttıkça patojenin miselyal gelişimini engelleme oranında da artış meydana geldiği saptanmıştır. En yüksek etkiyi *T. afroharzianum* Tr138B izolatına ait metabolit karışımının %28,15-%56,30 oranında (tüm konsantrasyonlarda) gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Ayrıca miselyal gelişimine etkisinin değerlendirildiği petriyelerden alınan 5 mm çapındaki disklerden yapılan mikrosklerot sayımı sonucunda 100 µl/disk konsantrasyonda mikrosklerot oluşumunu en fazla *T. afroharzianum* Tr138B izolatının azalttığı (%56,63), diğer konsantrasyonlarda ise (0,01-0,1-1-10 µl/disk) mikrosklerot oluşumunu en fazla *T. afroharzianum* Tr48 izolatının (%42,11-%52,85) azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Ancak tüm mikrobiyal VOCs bileşenler karışık bir şekilde bir aradadır ve uçucu bileşenlerin üretimi çevresel koşullardan (besin içeriği, mikrobiyal topluluk sıcaklık, nem ve pH) önemli oranda etkilenmektedir. Bu durum tek tek uçucu moleküllerin etkilerini veya etki mekanizmalarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Insam ve Seewald, 2010; Lee vd., 2015, 2016; Polizzi vd., 2011).

Trichoderma spp.'nin gerek bitki gelişimine gerekse birçok hastalık etmenine karşı antagonistik etkisi olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda Aydın ili tarım alanlarından elde ettiğimiz izolatlarımızın etkileri *in vitro* ve *in vivo* denemelerde ortaya konmuştur. İkili kültür, uçucu ve ucucu olmayan bileşiklerin etkileri gibi çalışmalar sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda yüksek etki gösteren 10 izolat (Tr95, Tr55, Tr96, T28, Tr48, Tr138B, Tr84A, Tr153, Tr49, Tr124) ile saksı çalışmaları yürütülmüştür. İklim odasında yürütülen *in vivo* denemesi Fortuna çeşidi çilek fideleriyle iki kez tekrarlanmıştır. *Trichoderma* izolatlarının çilekte bitki gelişimine etkisinin belirlendiği birinci ve ikinci saksı çalışmasında en fazla yaş ağırlık artışını sağlayan sırasıyla *T. afroharzianum* Tr48 izolatı (%236,89) ve *T. afroharzianum* Tr132 izolatı (%295,90) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19). *In vivo* koşullarda *Trichoderma* izolatlarının kömür çürüklüğü hastalığına etkisi antagonist ile *M. phaseolina* (AMp-2 izolatı) aynı anda toprağa uygulanması (Tr+Mp) ve antagonist uygulandıktan 15 gün sonra patojenin uygulanması (Tr+Mp15) şeklinde iki farklı yöntem kullanılarak *in vivo* koşullarda gerçekleştirilmiş ve çalışma iki kez tekrarlanmıştır. Tr+Mp uygulamasında hastalık şiddeti en düşük skala değeri (=1) *T. afroharzianum* Tr138B olduğu ve *T. afroharzianum* Tr90A (%176,62) en fazla yaş ağırlık artışını sağlayan izolat olduğu belirlenmiştir. İkinci denemede ise tüm uygulamaların hastalık şiddetinin skala değeri 4,2 veya 5 olarak belirlenmiştir ve uygulamalardaki en fazla bitki yaş ağırlık artışını sağlayan *T. afroharzianum* Tr90A (%87,89), Tr48 (%87,59), Tr138B (%76,96), Tr132 (%76,71), Tr84A (%75,53) izolatları olmuştur. Tr+Mp15 uygulamasının iki kez tekrar edilen çalışmanın sonuçları ele alındığında *T. afroharzianum* izolatlarının (Tr90A, Tr132, Tr138B) yüksek oranda bitki yaş ağırlık artışı sağladığı aynı zamanda en düşük skala değerini (=1) aldığı ve bitki ölümünün meydana gelmediği belirlenmiştir. Ancak hastalık şiddeti ve bitki ölüm oranı verilerine bakıldığında *T. afroharzianum* Tr90A izolatı birinci denemede hastalığın kontrolünde etkili izolat olur iken ikinci kez tekrarlanan çalışmada aynı etkiyi gösterememiştir. Tr+Mp15 çalışmasının iki kez tekrar edilen sonuçları ele alındığında *T. afroharzianum* Tr132 izolatı yüksek oranda çilekte bitki yaş ağırlık artışını sağladığı ve çilekte kömür çürüklüğü hastalığının kontrolünde (skala değeri=1, bitki ölüm oranı=%0) başarılı olan izolat olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.20-4.21). Mosa vd. (2013) tarafından *Trichoderma* ve antagonist bakterilerle (*Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens*) Festival çeşidi çilek fideleriyle gerçekleştirilen çalışmada, kontrolde bitki ölüm oranı %38 iken tek başına uygulanan *T. harzianum*'da %6 oranında belirlenmiştir. Khalifa vd. (2019) sera koşullarında Festival çeşidi çilek fidelerinde *T. hamatum* (3 izolat), *T. viride* (3 izolat), *T. koningii* (1 izolat) ve *T. harzianum* (1 izolat) türlerinin *M. phaseolina*'nın iki farklı patojen

izolatına karşı etkisinin değerlendirildiği çalışmada her iki patojen izolatının uygulandığı bitkilerde *T. viride* izolatları sırasıyla %40-%50, *T. hamatum* izolatları sırasıyla %30-%40, *T. koningii* sırasıyla %50-%30 ve *T. harzianum* sırasıyla %70-%80 oranında bitkilerde ölüm meydana geldiği belirlenmiştir. Korkom ve Yıldız (2022) tarafından Festival çeşidi çilek fideleriyle yürütülen saksı çalışmasında *Trichoderma* ve *M. phaseolina*'nın aynı anda uygulandığı çalışmada *T. harzianum* izolatlarında (Thr20, Thr17, Thr27 ve Thr30) %80-100, *T. virens* izolatlarında (Tvr2, Tvr3, Tvr4) ise %0-%60 oranında bitki ölümünün gerçekleştiği, *Trichoderma* uygulandıktan 15 gün sonra *M. phaseolina* inokulasyonunun gerçekleştirildiği uygulamada *T. harzianum* izolatlarında %20-%60, *T. virens* izolatlarında (Tvr2, Tvr3, Tvr4) ise %0-%20 bitki ölümünün kaydedildiği belirtilmektedir. Ayrıca yine aynı çalışmada *Trichoderma* ve *M. phaseolina*'nın aynı anda uygulandığı çalışmada *T. harzianum* Thr15 izolatının %281,9 oranında, *Trichoderma* uygulandıktan 15 gün sonra *M. phaseolina* inokulasyonunun gerçekleştirildiği uygulamada *T. harzianum* Thr22 izolatının %411,4 oranında bitkide yaş ağırlık artışı sağladığıda belirlenmiştir. *In vivo* koşullarda kömür çürüklüğü hastalığının mücadelesine yönelik yürütmüş olduğumuz çalışmamızdan elde edilen veriler yukarıda belirtilen literatürlerden elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

Arazi çalışmasında kullanılacak izolatlar *in vitro* ve *in vivo* çalışmaların tamamı dikkate alınarak değerlendirilmiş ve yöntemde belirtilen kriterler doğrultusunda ön plana çıkan izolatlar hem tek tek hem de karışım olarak uygulanmıştır. Bu amaçla Aydın ili Sultanhisar ilçesinde daha önceki yıllarda çilekte toprak kaynaklı hastalıklar ile ilgili yürütülen çalışmalardan (Benlioğlu vd., 2004; Yıldız vd., 2010) *M. phaseolina* ile bulaşık olduğu belirlenen alanda 2020-2021 (1.yıl) ve 2021-2022 (2.yıl) üretim sezonunda Fortuna çeşidi çilek fideriyle arazi çalışması yürütülmüştür. *Trichoderma* izolatlarının arazi koşullarında etkinliği; üretim sezonu boyunca: 1) populasyon yoğunluğunun saptanması, 2) solgunluk belirtisi gösteren/ölen fide sayısının kaydedilmesi ve izolasyon sonucunda etmenlerin saptanması, 3) verime ilişkin verilerin alınması şeklinde değerlendirilmiştir. 2020-2021 üretim sezonunda deneme parsellerindeki *Trichoderma* spp. ve *M. phaseolina* populasyon yoğunluğunun saptanmasına yönelik çalışma, solarizasyon öncesi deneme parsellerinin olduğu alandan toprak örneklerinin alınması ile başlamış olup üretim sezonu süresince hasat sonuna kadar her ay düzenli aralıklarla toprak örneği alınarak devam etmiştir (2020-2021 üretim sezonunda toplam 13 kez, 2021-2022 üretim sezonunda toplam 12 kez toprak örneği alınmıştır). Solarizasyon öncesi ve solarizasyon sonrası alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon (Mihail ve Alcorn, 1982) sonucunda *M. phaseolina* populasyonunun her iki üretim

sezonunda solarizasyon sonrasında artış gösterdiği ancak *Trichoderma* populasyon yoğunluğunda bir miktar azalış meydana geldiği belirlenmiştir. Solarizasyon süresince artan toprak sıcaklığının patojenin mikrosklerot çimlenmesini teşvik etmesinden dolayı populasyon yoğunluğunda artışın meydana geldiği düşünülebilir. *Trichoderma* türlerinin optimum gelişme sıcaklığı 25-30°C olduğu bir çok çalışmada belirlenmiştir (Di Lelio vd., 2021; Longa vd., 2008; Singh vd., 2014). Bu nedenle solarizasyon süresince artan toprak sıcaklığı antagonist sporlarının/misellerinin ölmesine bağlı olarak popülasyonunda azalış meydana gelmiştir. Fide dikimi ile birlikte *Trichoderma* uygulanan parsellerde 2020 yılının Eylül ayından 2021 haziran ayına kadar (1.yıl) olan süreçte *M. phaseolina* populasyonunda bir azalış meydana gelmiştir. Biyopreparat (*T. aspellerum*+*T. gamsii*) uygulamasında ise solarizasyon sonrası ve *Trichoderma* uygulamaları ile paralel yapılan uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda, *M. phaseolina* populasyonu azalış gösterse de üretim sezonu süresince (belirli seviyede) *Trichoderma* uygulanan karakterlere göre düşük olmuştur. Fludioxonil+Metalaxyl uygulanan parsellerde başlangıç populasyonunda çok fazla değişiklik olmazken ve kontrolde *M. phaseolina* popülasyonunun artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.8). 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) solarizasyon sonrasında hasat sonuna kadar *Trichoderma* uygulamalarının yapıldığı parsellerden alınan toprak örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda *M. phaseolina* populasyonunda bir azalış meydana gelmiştir. Bir önceki yıla ait popülasyon değişim grafiği ile karşılaştırıldığında ise popülasyon yoğunluğunun daha az olduğu görülmektedir, bu durumun aynı üretim alanı olmasına rağmen arazinin farklı bir tüneline kurulduğu için başlangıç popülasyonunun da farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.9). *Trichoderma* spp.'nin her iki yıla ait solarizasyon sonrasında toprak uygulamalarından önce alınan toprak örneklerinden belirlenen populasyon yoğunlukları karşılaştırıldığında ikinci yılda bir önceki yıldan daha az popülasyon elde edilmiştir. Bu durumun aynı üretim alanı olmasına rağmen arazinin farklı noktalarında organik madde içeriğinin değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda biyokontrol etmenlerinin topraktaki kolonizasyonu, toprakta uygun organik substratların varlığından büyük oranda etkilendiği belirtilmektedir (Leandro vd., 2007; Lewis ve Papavizes, 1985). Ayrıca 1. yıl ve 2. yıl üretim sezonu içerisinde farklı zamanlarda toprağa içirme şeklinde gerçekleştirilen *Trichoderma* uygulamalarının, *Trichoderma* populasyonunu arttırdığı ve sezon boyunca dinamik bir şekilde devam ettiği belirlenmiştir. Leandro vd. (2007) çilek üretim alanında fumige edilmiş toprağa uygulanan yerel *Trichoderma* izolatlarının daha hızlı ve geniş kolonizasyon gerçekleştirdiğini bildirmiştir. Ülkemizde çilekte kömür çürüklüğüne karşı ruhsatlı olan etkili maddesi Fludioxonil+Metalaxyl olan fungisit çilek bitkisinin kök bölgesine

toprağa içirme şeklinde uygulanmasına rağmen *M. phaseolina* popülasyonunda kontrol ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bu parsellerde *Trichoderma* spp. popülasyonunda azalmanın meydana gelmesi, *Trichoderma* spp.'den beklenen rekabet ve diğer antagonistik aktivite açısından da bir olumsuzluk olarak değerlendirilebilir. Chamorro vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada İspanya'nın Mougier-Huelva kentinde "Camarosa" çeşidi çilek fidelerine dikim öncesi ve damla sulama şeklinde biyosolarizasyon+taze tavuk gübresi (12,500 kg/ha)+ticari *Trichoderma* biyopreparatı (3,5 kg/ha) (Tusal; 1×10^{11} *T. harzianum* T11+ 1×10^{11} *T. viride*) uygulamasının *M. phaseolina*'nın sklerot popülasyonunu azalttığı ya da sabit düzeyde bıraktığı belirlenmiştir. Chamorro vd. (2015) yapmış oldukları çalışmanın aksine Dominguez vd. (2016) İspanya'nın Huelva kentinde çilek üretim alanında yürütmüş oldukları çalışmada taze tavuk gübresi ile biyosolarizasyon (12,500 kg/ha)+*Trichoderma* uygulamasının *M. phaseolina*'nın topraktaki popülasyonuna etkisi değerlendirdiğinde, uygulama yapılmadan önce popülasyon 0,5 cfu/g kuru toprak iken uygulama sonrasında bu değer 1,7 cfu/g kuru toprak olarak belirlenmiştir.

2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) deneme alanındaki parsellerde birer hafta aralıklarla yapılan sayımlar sonucunda karaktere ait her bir tekerrürdeki ölen bitki sayıları arasında büyük farklılıklar olmamıştır. Karakter bazında ölen bitki oranı hesaplandığında en az kaybın ve istatistiksel olarak da farklılığın Miks uygulamasında (%13,25) olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte diğer *Trichoderma* uygulamalarında ölen bitki oranı %25 ve daha az olur iken *T. aspergillum*+*T. gamsii* %30, Fludioxonil+Metalaxyl %37,8, kontrolde ise %38 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.27). 2021-2022 üretim sezonuna (2.yıl) ait bitki ölüm oranları değerlendirildiğinde bir önceki yılda elde edilen verilerde benzer şekilde olup en az kaybın Miks'de (%15,03) olduğu, bununla beraber diğer *Trichoderma* uygulamalarında ölen bitki oranı %27 ve daha az olur iken *T. aspergillum*+*T. gamsii* uygulamasında %32,53, Fludioxonil+Metalaxyl uygulamasında %31,66, kontrolde ise %32,22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28). 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) dikim öncesinde uygulamalarda kullanılan fidelerden rastgale olmak üzere toplamda 50 adet fide alınarak taç ve kök kısmından izolasyon yapılmıştır. Bitkilerin taç kısmından yapılan izolasyon işlemi sonucunda %50 oranında *Fusarium* spp., %47,06 oranında *Rhizoctonia solani*, %2,94 oranında *M. phaseolina* izole edilmiştir. Bitkilerin kök kısmından yapılan izolasyon sonucunda ise %61,9 oranında *Fusarium* spp., %38,1 oranında *R. solani* izole edilmiştir (Şekil 4.10). 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) dikim öncesinde fidelerden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen etmenler 1. yıl sonuçları ile benzerlik göstermiş ve taç kısmından yüksek oranında *Fusarium* spp. (%55),

kök kısmından ise *R. solani* (%50), *Fusarium* sp., (%47) izole edilmiştir (Şekil 4.12). 2020-2021 üretim sezonu (1.yıl) süresince parsellerde solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda eylül-ocak döneminde alınan bitkilerden *Fusarium* spp., ocak ve şubat döneminde alınan bitkilerden *Phytophthora* spp., mart ayında alınan bitkilerden *Fusarium* spp., nisan ayında alınan bitkilerden *R. solani*, mayıs-haziran döneminde alınan bitkilerden *M. phaseolina* etmenleri yüksek oranda izole edilen fungal patojenler olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11). 2021-2022 üretim sezonu (2.yıl) deneme süresinde parsellerde solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda bitkilerin taç ve kök kısmından elde edilen etmenler incelendiğinde Eylül-Şubat döneminde *Fusarium* spp., Mart ayında *R. solani*, Nisan ve Mayıs *M. phaseolina* ön plana çıkmaktadır (Şekil 4.13). Yıldız vd. (2010) tarafından Aydın ili Sultanhisar ilçesinde Camarosa çeşidi çilek fideleriyle 2008-2009 üretim sezonunda farklı özellikteki plastik solarizasyon naylonunun *M. phaseolina*'nın mücadelesine yönelik yürütülen çalışmada uygulamalardaki bitki ölüm oranı %5-28 iken kontrolde %32 oranında belirlenmiş ve ölen bitkilerden yapılan izolasyon sonucunda ortalama olarak %85 sıklıkla *M. phaseolina*, %42,9 sıklıkla *R. solani* izole edilmiştir. Dinler (2014) tarafından yürütülen doktora çalışması kapsamında 2009-2010 ve 2010-2011 üretim sezonunda Aydın ili Sultanhisar ve Köşk ilçelerinden dikim öncesi aldığı 2366 adet çilek fidesinin kök ve taç kısmından yapılan izolasyon çalışmasında elde edilen 1014 izolatının patojenisite testi sonucunda 291 adet *Fusarium* spp., 153 *Rhizoctonia* spp., 4 *Macrophomina* sp., 9 *Cylindrocarpon* sp. izolatının patojen olduğu saptanmıştır. Her iki üretim sezonunda bitkinin taç kısmında ana patojenin *Fusarium* spp. (bulunma oranı sırasıyla %2,1, %1,1) ve *Rhizoctonia* spp.'nin (sırasıyla %0,48 ve %0,1) olduğu belirlenmiştir. Bitkinin kök kısmından elde edilen etmenlerin bulunma oranları değerlendirildiğinde, *Fusarium* spp.'nin ana patojen olduğu (sırasıyla %11,6, %4,8), *Rhizoctonia* spp. ise her iki üretim sezonu için sırasıyla %8,96 ve %4,8 oranında bulunmuştur. Bölgemizde yürütülen bu çalışmaların üzerinden 8-10 yıl gibi bir zaman geçmesine rağmen bizim çalışmamız kapsamında dikim öncesinde alınan fidelerden yapılan izolasyon sonucunda bitkinin taç ve kök kısmında halen *Fusarium* spp. ve *Rhizoctonia* spp.'nin fide ile taşınan ana etmenler olduğu bir kez daha ortaya konmuştur. Bu konunun çilek üretiminin ana sorunlarından biri olduğu görülmektedir.

2020-2011 üretim sezonunda (1.yıl) hasat işlemi 2021 yılı şubat ayında başlayıp haziran ayının ilk haftasında son bulmuştur. Hasat süresince her bir tekerrüre ait verim değerleri ayrı ayrı kaydedilmiş ve hasat sonunda ortalama verim değeri hesaplanmıştır. Buna göre en yüksek verim değerine sahip olan ve aynı zamanda istatistiksel olarak da farklılık gösteren

Miks uygulaması (5130 kg/da) olmuştur. Deneme alanında gerçekleştirilen diğer *Trichoderma* izolatlarının uygulandığı parsellerden elde edilen verim değerleri, karşılaştırma uygulamalarından (fludioxonil+metalaxyl ve *T. aspellerum*+*T. gamsii* uygulamaları sırasıyla 4107 kg/da, 3907 kg/da) ve kontrolden (4133 kg/da) daha yüksek bulunmuştur. Uygulamaların kontrole göre verim artış oranını hesapladığımızda ise Miks uygulamasının dekarda yaklaşık %25 ve *T. afroharzianum* Tr84A izolatının %17,8 verim artışı sağladığı belirlenmiştir. 2021-2012 üretim sezonunda (2.yıl) hasat işlemi 2022 yılı mart ayında başlayıp haziran ayının ortasında kadar devam etmiştir. Hasat verilerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi bir önceki yıl ile aynı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Miks uygulaması en fazla verim değeri elde edilen (2747 kg/da) ve kontrole (1998 kg/da) göre %37,44 verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Deneme alanında gerçekleştirilen diğer *Trichoderma* izolatlarının uygulandığı parsellerden elde edilen verim değerleri, karşılaştırma uygulamalarından (fludioxonil+metalaxyl ve *T. aspellerum*+*T. gamsii* uygulamaları sırasıyla 1884 kg/da, 2033 kg/da) ve kontrolden daha yüksek (2428-2684 kg/da) bulunmuştur. Bir önceki yıla göre verim değerlerinin düşük olması geçen yıla göre fide dikiminin 1 ay geç yapılması ve üretim sezonu içerisinde iklim koşullarının olağan dışı (don olayının nisan ayında da görülmesi) olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bölgemizde yürütülen çalışmalarda çilek üretim alanlarında *R. solani*, *Phytophthora* spp., *M. phaseolina*, *Fusarium* spp. patojenlerinin yaygınlığı ve sürekli olarak aynı alanlarda çilek üretiminin tekrar edilmesi bu patojenlerin aktif halde kalmasını sağladığı, bu bağlı olarak da verim kayıplarının meydana geldiği belirlenmiştir (Benlioğlu vd., 2004, 2005; Yıldız vd., 2010). Mosa vd. (2013) *Trichoderma* ve antagonist bakterilerle (*Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens*) Festival çeşidi çilek fideleriyle gerçekleştirilen çalışmada kontrolde verim 2,5 ton/4200 m², *T. harzianum* uygulamasında ise 3,9 ton/4200 m² olarak belirlenmiştir İspanya'nın Mouger-Huelva kentinde "Camarosa" çeşidi çilek fidelerine dikim öncesi ve damla sulama şeklinde biyosolarizasyon+taze tavuk gübresi (12,500 kg/ha)+ticari *Trichoderma* biyopreparatı (3,5 kg/ha) (Tusal; 1x10¹¹ *T. harzianum* T11+ 1x10¹¹ *T. viride*) ile birlikte gerçekleştirilen çalışma sonucunda bitki ölüm oranı 2010-2011 üretim sezonunda %13,2, 2011-2012 üretim sezonunda %1,1 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise sırasıyla %28,2, %42,8, %25,2 olarak kaydedilmiştir. Verime ait sonuçlar ise 2010-2011 üretim sezonunda 64,256 kg/ha (761,8 g/bitki başına), 2011-2012 üretim sezonunda 89,421 kg/ha (1,152.2 g/bitki başına) olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise sırasıyla 36,492 kg/ha (489,3 g/bitki başına), 55,915 kg/ha (759,2 g/bitki başına) olarak belirlenmiştir (Chamorro vd., 2015). Mısır Qalyubia'da 2015-2016 ve 2016-2017 çilek üretim sezonunda *T. album*, *T. harzianum*, *T.*

viride, *T. hamatum* ve “Plant Guard” uygulamalarının Festival çeşidinde verime olan etkisinin değerlendirildiği çalışmada, 2015-2016 üretim sezonunda uygulamaların kontrole göre sırasıyla %20,76, 36,84, %35,38, %14,62, %29,24, 2016-2017 üretim sezonunda ise sırasıyla %13,62, %25,22, %21,74, %7,54, %7,83 verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca yine aynı çalışmada bitkilerin kontrole göre hayatta kalma oranına etkisinin değerlendirildiği aşamada *T. harzianum* uygulamasının her iki üretim sezonunda etkinliğinin en yüksek olduğu (sırasıyla %77, %67,2) belirlenmiştir (Ahmed ve El-Fiki, 2017). Farklı zamanlarda ve farklı lokasyonlarda çilekte yürütülen arazi çalışmalarına ilişkin elde edilen sonuçlarla çalışmamız kapsamında *Trichoderma* izolatlarının bitki ölüm oranını azalttığı ve kontrole göre verim artışı sağladığı konusunda paralellik göstermektedir.

İki yıl süresince yürütülen arazi çalışması sonucunda bitki ölüm oranı ve verime ilişkin veriler ele alındığında Miks başarılı bir uygulama olmuştur. Ayrıca *Trichoderma* izolatlarının tek başına uygulandığı karakterlere ilişkin elde edilen veriler *T. afroharzianum* Tr84A ve Tr138 izolatının kömür çürüklüğü hastalığının mücadelesine etkili olabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu doktora çalışması kapsamında yürütülen denemeler sonucunda;

- Aydın ilinin farklı lokasyonlarında bulunan bitkisel üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden 88 farklı *Trichoderma* spp. izolatu elde edilmiştir.
- Elde edilen *Trichoderma* izolatlarının *in vitro* koşullarda *M. phaseolina*'ya karşı etkisini belirlemek amacıyla yürütülen ikili kültür testi, uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda antagonistik özelliği en iyi olan 15 adet *Trichoderma* izolatu belirlenmiştir.
- 15 adet *Trichoderma* izolatının moleküler ve filogenetik analizleri sonucunda *T. afroharzianum* (12 izolat), *T. guizhouense* (2 izolat), *T. harzianum* (1 izolat) türlerine ait olduğu belirlenmiştir.
- Çalışmamızda elde edilen *T. guizhouense* türü ülkemizde topraktan izole edilen *Trichoderma* türleri içerisinde ilk kayıt niteliğindedir.
- *In vivo* değerlendirmeleri sonucunda *T. afroharzianum* izolatları (Tr48, Tr84A, Tr90A, Tr132, Tr138B) arazi çalışmalarında kullanılmıştır. Ancak saksı çalışmaları çilek gibi bir bitkinin çoğaltılması kolay ancak patolojik açıdan çalışılmasının zor olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Toprak kaynaklı hastalıklar ile çalışırken temiz üretim materyalinin önemi bir kez daha görülmüştür. Bu durum üreticiler açısından da sorun olarak değerlendirilen önemli bir konudur. Zira çalışmalarımızda gerek dikim öncesi alınan örneklerden gerekse herhangi bir inokulasyon yapılmayan kontrol grubu çilek fidelerinden *R. solani*, *Fusarium* spp. gibi önemli toprak kaynaklı hastalık etmenlerinin izole edilmesi saksı çalışmalarının en önemli güçlüğü olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle sonuçların güvenilirliği açısından saksı çalışmaları üç defa tekrarlanmıştır.
- Arazi koşullarında 2 yıl süreyle *T. afroharzianum* izolatlarının çilek üretim sezonu süresince topraktaki popülasyon yoğunluğu, bitki gelişimine, kömür çürüklüğü hastalığına ve verime olumlu katkıları olduğu saptanmıştır.
- Arazi çalışması kapsamında gerçekleştirilen *Trichoderma afroharzianum* uygulamalarının, üretim sezonu süresince *M. phaseolina* popülasyonunu azalttığı ya da belirli bir seviyede kalmasını sağladığı belirlenmiştir.

- *Trichoderma* uygulamaları *in vivo* ve arazi çalışmalarında karşılaştırma ilacı olarak kullanılan 12,5 g/L Fludioxonil+5 g/L Metalaxyl (Cebir) ve *T. asperellum*+*T. gamsii* (Remedier) göre çilekte kömür çürüklüğü hastalığına ve bitki gelişimine daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür.

- Arazi çalışmasında kullanılan *T. afroharzianum* izolatlarının sekonder metabolit içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca sekonder metabolitlerin farklı konsantrasyonlarda *in vitro*'da bitki gelişimine katkı sağladığı ve *M. phaseolina* gelişimini sınırlandırdığı gibi mikrosklerot oluşumunu engellediği ortaya konmuştur. Bu izolatların siderefor, selüloz ve kitinaz aktivitesinin pozitif olduğu saptanmıştır.

Aydın ili Sultanhisar ilçesinde 2020/2021-2021/2022 üretim sezonlarında iki yıl süreyle yürütülen bu doktora çalışması ülkemizde çilek üretiminde yerel *Trichoderma* izolatlarının arazi koşullarında etkinliğinin ortaya konulması ve üretim sezonun boyunca topraktaki popülasyon takibinin yapıldığı ilk çalışma olması nedeniyle özgündür.

Sonuç olarak gerek *in vitro* ve *in vivo* gerekse arazi çalışmalarında elde edilen bulgular çilek tarımında *Trichoderma* izolatlarımızın *M. phaseolina* ile mücadelede kullanılabileceğini göstermiştir. Nitekim özellikle arazi çalışmaları sonucunda her iki yıl elde edilen bulgular Aydın ili tarım alanlarından elde ettiğimiz *Trichoderma* izolatlarımızın kontrole göre gerek bitki kayıpları gerekse verim açısından katkıları ortaya konmuştur. Arazi çalışmalarının solarizasyon uygulanmış alanlarda yapıldığı ve kontrol parsellerinde de solarizasyon uygulandığı düşünülürse izolatlarımızın pozitif katkısı daha net bir şekilde görülmektedir.

Çalışmamızın sonucunda etkili bulunan *Trichoderma* izolatlarının kombinasyonlarının farklı kültür bitkilerinde, farklı toprak kaynaklı hastalıkların mücadelesinde etkinlikleri üzerine çalışmaların yapılması uygun olacaktır. *Trichoderma* izolatlarının etkinlikleri farklı çilek çeşitleri ile yürütülecek çalışmalar ile ortaya konmalıdır.

Bu sonuçlar ışığında *Trichoderma* izolatlarının çilek üreticileri tarafından pratik ve düşük maliyetli bir uygulama şeklinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle damla sulama ile uygulanması konusunda çalışılması uygun olacaktır. Ayrıca etkili yerel *Trichoderma* izolatlarının ticarileşmesi için gerekli olan testlerin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aaby, K., Mazur, S., Nes, A., Skrede, G. (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food Chemistry*, 132(1), 86-97. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.10.037
- Abbey, J.A., Percival, D., Abbey, L., Asiedu, S.K., Prithiviraj, B., Schilder, A. (2019). Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*)—prospects and challenges. *Biocontrol Science and Technology*, 29, 207–228. doi: 10.1080/09583157.2018.1548574
- Abied, M., Ghazala, A., Abuhligha, E. (2021). Potential impacts of bioagents to improve Strawberry to plant disease resistance. *University Bulletin*, 23(1), 53-76.
- Achitei, E.S., Stefan, M., Mihasan, M., Hritcu, L., Dunca, S. (2010). Siderophores and indole-3-acetic acid production by bacterial strains isolated from soybean rhizosphere. *Analele, Stiinta, Stiinta ale Universitatii Alexandru Ioan Cuza, Sec. Stiinta Genetică, si Biologie Moleculară, TOM XI*.
- Agrawal, T., Kotasthane, A.S. (2012). Chitinolytic assay of indigenous *Trichoderma* isolates collected from different geographical locations of Chhattisgarh in Central India. *SpringerPlus*, 1(1), 1-10. doi: 10.1186/2193-1801-1-73
- Ahmed, M.F.A., El-Fiki, I.A.I. (2017). Effect of biological control of root rot diseases of strawberry using *Trichoderma* spp. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 7, 482-492.
- Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği. (2022). *2020/2021 Ocak Aralık Dönemi Yaş Meyve Sebze Sektörü Türkiye Geneli Değerlendirme Raporu*. Mersin: Tarım Sektörleri Şubesi.
- Angelini, R., Nad Faedi, W. (2010). Malattie e fisiopatie. In: ART Servizi (ed.) *La Fragola*. Bologna, Italy, 228–246.
- Asad, S.A., Ali, N., Hameed, A., Khan, S.A., Ahmad, R., Bilal, M., Shahzad, M., Tabassum, A. (2014). Biocontrol efficacy of different isolates of *Trichoderma* against soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*. *Polish Journal of Microbiology*, 63, 95–103.

- Asad, S.A., Tabassum, A., Hameed, A., Ul Hassan, F., Afzal, A., Khan, S.A., Ahmed, R., Shahzad, M. (2015). Determination of lytic enzyme activities of indigenous *Trichoderma* isolates from Pakistan. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46, 1053–1064. doi: 10.1590/S1517-838246420140787
- Asad, S.A. (2022). Mechanisms of action and biocontrol potential of *Trichoderma* against fungal plant diseases-A review. *Ecological Complexity*, 49, 100978. doi: 10.1016/j.ecocom.2021.100978
- Askew, D.J., Laing, M.D. (1993). An adapted selective medium for the quantitative isolation of *Trichoderma* species. *Plant Pathology*, 42(5), 686-690. doi: 10.1111/j.1365-3059.1993.tb01553.x
- Atanasova, L., Druzhinina, I.S., Jaklitsch, W.M., Mukherjee, P., Horwitz, B., Singh, U. (2013). Two hundred *Trichoderma* species recognized based on molecular phylogeny. P.K. Mukherjee, U.S. Singh, B.A. Horwitz, M. Schmoll, M. Mukherjee (Eds.), *Trichoderma: biology and applications*, CABI, Nosworthy Way, Wallingford, Oxon, UK (2013)
- Avilés, M., Castillo, S., Bascon, J., Zea-Bonilla, T., Martín-Sánchez, P.M., Pérez-Jiménez, R.M. (2008). First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot of strawberry in Spain. *Plant Pathology*, 57(2), 382–382. doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.01717.x
- Avilés, M., Castillo, S., Borrero, C., Castillo, M. L., Zea-Bonilla, T., Pérez-Jiménez, R. M. (2009). Response of strawberry cultivars: ‘Camarosa’, ‘Candongga’ and ‘Ventana’ to inoculation with isolates of *Macrophomina phaseolina*. VI International Strawberry Symposium. *Acta Horticulturae*, 842, 291–294. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.842.51
- Aviles, M., Castillo, S., Borrero, C., Refoyo, A. (2012, February 18-22) . *Strawberry cultivar susceptibility to charcoal rot caused by Macrophomina phaseolina*. [Conference presentation abstract]. 7th ISHS international strawberry symposium, Beijing, China. China Agricultural Press, Beijing, P. R. China.
- Aydın, M.H. (2008). *Patates yetiştiriciliğinde sorun olan Rhizoctonia solani'nin biyolojik savaşımı ve bunun kimyasal savaşla entegrasyonu* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Babu, K.N., Pallavi, P.N. (2013). Isolation, identification and mass multiplication of *Trichoderma* an important bio-control agent. *International Journal of Pharmacy Life Sciences*, 4(1), 2320-2323.
- Bae, S.J., Park, Y.H., Bae, H.J., Jeon, J., Bae, H. (2017). Molecular identification, enzyme assay, and metabolic profiling of *Trichoderma* spp. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(6), 1157-1162. doi: 10.4014/jmb.1702.02063
- Baggio, J.S., Ruschel, R.G., Noling, J.W., Peres, N.A. (2021). Physical, cultural, and chemical alternatives for integrated management of charcoal rot of strawberry. *Plant Disease*, 105(2), 295-304. doi: 10.1094/PDIS-04-20-0917-RE
- Baino, O.M., Salazar, S.M., Ramallo, A.C., Kirschbaum, D.S. (2011). First report of *Macrophomina phaseolina* causing strawberry crown and root rot in northwestern Argentina. *Plant Disease*, 95(11), 1477-1477. doi: 10.1094/PDIS-03-11-0193
- Benítez, T., Rincón, A.M., Limón, M.C., Codon, A.C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7, 249–260.
- Benlioğlu, S., Yıldız, A., Döken, T. (2004). Studies to determine the causal agents of soil-borne fungal diseases of strawberries in Aydın and control them by soil disinfestation. *Journal of Phytopathology*, 152, 509-513. doi: 10.1111/j.1439-0434.2004.00888.x
- Benlioğlu, S., Boz, Ö., Yıldız, A., Kaşkavalci, G., Benlioğlu, K. (2005). Alternative soil solarization treatments for the control of soil-borne diseases and weeds of strawberry in the Western Anatolia of Turkey. *Journal of Phytopathology*, 153(7-8), 423-430. doi: 10.1111/j.1439-0434.2005.00995.x
- Biam, M., Majumder, D., Papang, H. (2019). In vitro efficacy of native *Trichoderma* isolates against *Pythium* spp. and *Rhizoctonia solani* (Kuhn.) causing damping off disease in tomato (*Solanum lycopersicum* Miller). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 8(2), 566-579.
- Birthisel, S.K., Smith, G.A., Mallory, G.M., Hao, J., Gallandt, E.R. (2019). Effects of field and greenhouse solarization on soil microbiota and weed seeds in the northeast USA. *Organic Farming*, 5(1), 66-78. doi: 10.12924/of2019.05010066
- Bisutti, I.L., Pelz, J., Büttner, C., Stephan, D. (2017). Field assessment on the influence of RhizoVital® 42 fl. and Trichostar® on strawberries in the presence of soil-borne diseases. *Crop Protection*, 96, 195-203. doi: 10.1016/j.cropro.2017.02.004

- Carbone, I., Kohn, L.M. (1999). A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*, 91(3), 553-556. doi: 10.1080/00275514.1999.12061051
- Cenis, J.L. (1992). Rapid extraction of fungal DNA for PCR amplification. *Nucleic Acids Research*, 20(9), 2380. doi: 10.1093/nar/20.9.2380
- Chamorro, M., Miranda, L., Domínguez, P., Medina, J. J., Soria, C., Romero, F., De los Santos, B. (2015). Evaluation of biosolarization for the control of charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) in strawberry. *Crop Protection*, 67, 279-286. doi:10.1016/j.cropro.2014.10.021
- Chamorro, M., Seijo, T.E., Noling, J.C., De los Santos, B., Peres, N.A. (2016). Efficacy of fumigant treatments and inoculum placement on control of *Macrophomina phaseolina* in strawberry beds. *Crop Protection*, 90, 163-169. doi:10.1016/j.cropro.2016.08.020
- Chaverri, P., Branco-Rocha, F., Jaklitsch, W., Gazis, R., Degenkolb, T., Samuels, G.J. (2015). Systematics of the *Trichoderma harzianum* species complex and the re-identification of commercial biocontrol strains. *Mycologia*, 107(3), 558-590. doi:10.3852/14-147
- Cohen, R., Elkabetz, M., Paris, H. S., Gur, A., Dai, N., Rabinovitz, O., Freeman, S. (2022). Occurrence of *Macrophomina phaseolina* in Israel: challenges for disease management and crop germplasm enhancement. *Plant Disease*, 106(1), 15-25. doi:10.1094/PDIS-07-21-1390-FE
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., López-Bucio, J. (2009). *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 149(3), 1579-1592. doi:10.1104/pp.108.130369
- Daryaei, A., Jones, E.E., Ghazalibiglar, H., Glare, T.R., Falloon, R.E. (2016). Effects of temperature, light and incubation period on production, germination and bioactivity of *Trichoderma atroviride*. *Journal of Applied Microbiology*, 120(4), 999-1009. doi:10.1111/jam.13076

- de Lima, F.B., F'elix, C., Os'orio, N., Alves, A., Vitorino, R., Domingues, P., da Silva Ribeiro, R.T., Esteves, A.C. (2017). *Trichoderma harzianum* T1A constitutively secretes proteins involved in the biological control of *Guignardia citricarpa*. *Biological Control*, 106, 99–109. doi:10.1016/j.biocontrol.2017.01.003
- de los Santos, B., Medina, J.J., Miranda, L., Gómez, J.A., Talavera, M. (2021). Soil disinfestation efficacy against soil fungal pathogens in strawberry crops in Spain: an overview. *Agronomy*, 11(3), 526. doi/10.3390/agronomy11030526
- Dennis, C., Webster, J. (1971a). Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*: III. Hyphal interaction. *Transactions of the British Mycological Society*, 57(3), 363-IN2. doi: 10.1016/S0007-1536(71)80050-5
- Dennis, C., Webster, J. (1971b). Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*: II. Production of volatile antibiotics. *Transactions of the British Mycological Society*, 57(1), 41-IN4. doi:10.1016/S0007-1536(71)80078-5
- Devi, K.S., Devi, P.S., Sinha, B., Singh, L.N.K., Chanu, W.T., Maibam, N., Devi, H.C. (2019). Effects of bio priming of rice seeds with native *Trichoderma* spp. isolated from rice rhizospheric soil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8, 1968–1971.
- Dhingra, O.K., Sinclair, J.B. (1978). Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina*. *Australasian Plant Pathology*, 7, 25. doi:10.1007/BF03212337
- Diáñez Martínez, F., Santos, M., Carretero, F., Marín, F. (2016). *Trichoderma saturnisporum*, a new biological control agent. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(6), 1934-1944. doi:10.1002/jsfa.7301
- Di Lelio, I., Coppola, M., Comite, E., Molisso, D., Lorito, M., Woo, S.L., Pennacchio, F., Rao, R., Digilio, M.C. (2021). Temperature differentially influences the capacity of *Trichoderma* species to induce plant defense responses in tomato against insect pests. *Frontiers in Plant Science*. 12, 678830. doi: 10.3389/fpls.2021.678830
- Dinler, H. (2014). *Çilek fidelerinde toprak kaynaklı fungal etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar* Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Dinler, H., Benlioglu, S., Benlioglu, K. (2020). Diversity of *Fusarium* species in strawberry seedlings in Aydın province of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(10), 8825-8833.

- Domínguez, P., Miranda, L., Soria, C., de los Santos, B., Chamorro, M., Romero, F., Medina, J.J. (2014). Soil biosolarization for sustainable strawberry production. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(4), 821-829. doi:10.1007/s13593-014-0211-z
- Domínguez, P., Miranda, L., Medina, J.J., de los Santos, B., Talavera, M., Daugovish, O., López-Aranda, J.M. (2016). Evaluation of non-fumigant alternative soil treatments for strawberry production in Huelva (Spain). *International Journal of Fruit Science*, 16(1), 28-36. doi:10.1080/15538362.2016.1195315
- Druzhinina, I.S., Kopchinskiy, A.G., Komoń, M., Bissett, J., Szakacs, G., Kubicek, C.P. (2005). An oligonucleotide barcode for species identification in *Trichoderma* and *Hypocrea*. *Fungal Genetics Biology*, 42(10), 813-828. doi:10.1016/j.fgb.2005.06.007
- du Plessis, I.L., Druzhinina, I.S., Atanasova, L., Yarden, O., Jacobs, K. (2018). The diversity of *Trichoderma* species from soil in South Africa, with five new additions. *Mycologia*, 110(3), 559-583. doi:10.1080/00275514.2018.1463059
- Duniway, J.M. (2002). Status of chemical alternatives to methyl bromide for pre-plant fumigation of soil. *Phytopathol*, 92, 1337–1343. doi:10.1094/PHYTO.2002.92.12.1337
- El-Marzoky, H.A., Abdalla, M.E., Abdel-Sattar, M.A., Abid, M.A. (2018). Management of crown and root rot diseases in strawberry commercial fields in Egypt. *Journal of Plant Protection Pathology*, 9(7), 399-404. doi:10.21608/JPPP.2018.42184
- Elad, Y., Chet, I., Henis, Y. (1981). A selective medium for improving quantitative isolation of *Trichoderma* spp. from soil. *Phytoparasitica*, 9(1), 59-67. doi:10.1007/BF03158330
- Emayavarman, P., Renukadevi, P., Ravikesavan, R., Nakkeeran, S. (2019). Antifungal efficacy and growth promotion by *Trichoderma virens* TRI 37 and *Bacillus amyloliquefaciens* (VB7) against *Macrophomina phaseolina* the maize charcoal rot pathogen. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(11), 2682-2693.
- EPA. (1999). Protection of stratospheric ozone: incorporation of Montreal Protocol adjustment for a 1999 interim reduction in class I, group VI controlled substances. *Federal Register*, 64, 29240-29245.
- Ertek, T.S., Katircioğlu, Y.Z., Maden, S. (2018). Fungal diseases of strawberry grown in Düzce province of Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(3), 123-129. doi:10.16955/bitkorb.449140

- Fang, X., Phillips, D., Verheyen, G., Li, H., Sivasithamparam, K., Barbetti, M.J. (2012). Yields and resistance of strawberry cultivars to crown and root diseases in the field, and cultivar responses to pathogens under controlled environment conditions. *Phytopathologia Mediterranea*, 51(1), 69-84.
- FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Erişim Tarihi: 20/05/2022]
- Feng, X., Sun, J., Xie, Y. (2021). Degradation of Shanxi lignite by *Trichoderma citrinoviride*. *Fuel*, 291, 120204. doi:10.1016/j.fuel.2021.120204
- Freeman, S., Minz, D., Kolesnik, I., Barbul, O., Zveibil, A., Maymon, M., Elad, Y. (2004). *Trichoderma* biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* and survival in strawberry. *European Journal of Plant Pathology*, 110(4), 361-370. doi:10.1023/B:EJPP.0000021057.93305.d9
- Gajera, H.P., Hirpara, D.G., Savaliya, D.D., Golakiya, B.A. (2020). Extracellular metabolomics of *Trichoderma* biocontroller for antifungal action to restrain *Rhizoctonia solani* Kuhn in cotton. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 112, 101547. doi:org/10.1016/j.pmpp.2020.101547
- Garibaldi, A., Gilardi, G., Gullino, M. L. (2014, July). *Critical aspects in disease management as a consequence of the evolution of soil-borne pathogens*. VIII International Symposium on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation.
- Garrido, C., Carbú, M., Fernández-Acero, F.J., Budge, G., Vallejo, I., Coyler, A., Cantoral, J.M.. (2008). Isolation and pathogenicity of *Colletotrichum* spp. causing anthracnose of strawberry in south west Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 120, 409-415. doi:10.1007/s10658-007-9224-7
- Garrido, C., Carbu, M., Fernandez-Acero, F.J., Gonzalez-Rodriguez, V.E., Cantoral, J.M. (2011). New insights in the study of strawberry fungal pathogens. *Genes, Genomes and Genomics*, 5, 24–39.
- Gavali, M.T., Bansode, S.A., Bhale, U.N. (2021). Biological control of charcoal rot of Jowar with the use of *Trichoderma* species. *Bioinfolet*, 18(1), 96-99.

- Gerin, D., Dongiovanni, C., De Miccolis Angelini, R.M., Pollastro, S., Faretra, F. (2018). First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot on strawberry in Italy. *Plant Disease*, 102(9), 1857. doi:10.1094/PDIS-01-18-0191-PDN
- Ghosh, T., Biswas, M.K., Guin, C., Roy, P. (2018). A review on characterization, therapeutic approaches and pathogenesis of *Macrophomina phaseolina*. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 19(3-4), 72–84.
- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J.M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre, S., Diamanti, J. Battino, M. (2013). The potential impact of strawberry on human health. *Natural Product Research*, 27(4-5), 448–455. doi:10.1080/14786419.2012.706294
- Go, W.Z., Hang, P.S., Wong, M.Y., Chin, K. L., Ujang, S., Noran, A.S. (2019). Evaluation of *Trichoderma asperellum* as a potential biocontrol agent against *Rigidoporus microporus* Hevea brasiliensis. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 52(7-8), 639-666. doi:10.1080/03235408.2019.1587821
- Goh, J., Nam, B., Lee, J.S., Mun, H.Y., Oh, Y., Lee, H.B., Choi, Y.J. (2018). First report of six *Trichoderma* species isolated from freshwater environment in Korea. *The Korean Journal of Mycology*, 46(3), 213-225. doi:10.4489/KJM.20180027
- Gojiya, S.K., Akbari, L.F., Chudasama, M. (2016). Evaluation of biocontrol agents against *Macrophomina phaseolina* in vitro. *Advances in Life Sciences*, 5, 2718-2720.
- Golzar, H., Phillips, D., Mack, S. (2007). Occurrence of strawberry root and crown rot in Western Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 2(1), 145-147. doi:10.1071/DN07057
- Greco, N., López-Aranda, J.M., Saporiti, M., Maccarini, C., de Tommaso, N., Myrta, A. (2020). Sustainability of European vegetable and strawberry production in relation to fumigation practices in the EU. *Acta Horticulturae*, 1270, 203–210. doi:10.17660/ActaHortic.2020.1270.24
- Gu, X., Wang, R., Sun, Q., Wu, B., Sun, J. Z. (2020). Four new species of *Trichoderma* in the Harzianum clade from northern China. *MycKeys*, 73, 109. doi:10.3897/mycokeys.73.51424

- Gupta, G.K., Sharma, S.K., Ramteke, R. (2012). Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology*, 160(4), 167-180. doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01884.x
- Gürer, M., Coşkun, H. (1993). *Zonguldak ve Bartın illerinin çilek ekim alanlarındaki fungal hastalık etmenleri üzerinde çalışmalar*. Ankara: Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Gveroska, B., Ziberoski, J. (2012). *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco. *ATI Applied Technologies Innovations*, 7(2), 67-76.
- Hancock, J.F. (1990). Ecological genetics of natural strawberry species. *HortScience*, 25, 869–871.
- Hannan, A., Atta, S., Bashir, M.A., Hyder, S., Tauqir, N.A., Ali, M., Mukhtar, I. (2021 December). Comparative efficacy of commercial fungicides and *Trichoderma harzianum* against *Fusarium* wilt in strawberry. II. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 265.
- Hansen, H.N. (1926). A simple method of obtaining single-spore cultures. *Science*, 64(1659), 384-384.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 43–56. doi:10.1038/nrmicro797
- Hewedy, O.A., Abdel Lateif, K.S., Seleiman, M.F., Shami, A., Albarakaty, F.M., El-Meihy, M.R. (2020). Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. *Biology*, 9(8), 189. doi:10.3390/biology9080189
- Holmes, G.J., Ivors, K., Brantley, R., Winslow, J., Gordon, T. (2017). Host plant resistance for management of *Verticillium* wilt, *Fusarium* wilt and *Macrophomina* crown rot in California strawberries. Pages 3-1 to 3-2 in: Proc. Annu. Int. Res. Conf. Methyl Bromide Altern. Emiss. Reduc. MBAO, San Diego, CA.
- Holmes, G.J., Mansouripour, S.M., Hewavitharana, S.S. (2020). Strawberries at the crossroads: management of soilborne diseases in California without methyl bromide. *Phytopathology*, 110(5), 956-968. doi:10.1094/PHYTO-11-19-0406-IA

- Hoyos-Carvajal, L., Orduz, S., Bissett, J. (2009). Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological Control*, 51(3), 409-416. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.07.018
- Hutton, D.G., Gomez, A.O., Mattner, S.W. (2013). *Macrophomina phaseolina* and its association with strawberry crown rot in Australia. *International Journal of Fruit Science*, 13, 149–155. doi:10.1080/15538362.2012.698143
- Innocenti, G., Montanari, M., Righini, H., Roberti, R. (2019). *Trichoderma* species associated with green mould disease of *Pleurotus ostreatus* and their sensitivity to prochloraz. *Plant Pathology*, 68(2), 392-398. doi:10.1111/ppa.12953
- Insam, H., Seewald, M.S. (2010). Volatile organic compounds (VOCs) in soils. *Biology and Fertility of Soils*, 46(3), 199-213. doi:10.1007/s00374-010-0442-3
- Jaklitsch, W.M., Stadler, M., Voglmayr, H. (2012). Blue pigment in *Hypocrea caerulescens* sp. nov. and two additional new species in sect. *Trichoderma*. *Mycologia*, 104(4), 925-941.
- Jaklitsch, W.M., Voglmayr, H. (2015). Biodiversity of *Trichoderma* (Hypocreaceae) in Southern Europe and Macaronesia. *Studies in Mycology*, 80, 1-87. doi:10.1016/j.simyco.2014.11.001
- Jang, S., Jang, Y., Kim, C.W., Lee, H., Hong, J.H., Heo, Y.M., Kim, J.J. (2017). Five new records of soil-derived *Trichoderma* in Korea: *T. albolutescens*, *T. asperelloides*, *T. orientale*, *T. spirale*, and *T. tomentosum*. *Mycobiology*, 45(1), 1-8. doi:10.5941/MYCO.2017.45.1.1
- Jang, S., Kwon, S. L., Lee, H., Jang, Y., Park, M.S., Lim, Y.W., Kim, J.J. (2018). New report of three unrecorded species in *Trichoderma harzianum* species complex in Korea. *Mycobiology*, 46(3), 177-184. doi:10.1080/12298093.2018.1497792
- Jiang, Y., Wang, J.L., Chen, J., Mao, L.J., Feng, X.X., Zhang, C.L., Lin, F.C. (2016). *Trichoderma* biodiversity of agricultural fields in east China reveals a gradient distribution of species. *PLoS One*, 11(8), e0160613. doi:10.1371/journal.pone.0160613
- Kapkın, A. (1978). *İzmir ili çileklerinde tarla döneminde ve hasat sonrasında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bunların patojenisiteleri üzerinde araştırmalar* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Katan, J., Gamliel, A. (2012). Soil solarization for the management of soilborne pests: the challenge, historical perspective and principles. in: Soil Solarization-Theory Practice. A. Gamliel, J. Katan, eds. APS press, St. Paul, MN, USA, 45-52.
- Kaur, S., Dhillon, G.S., Brar, S.K., Vallad, G.E., Chand, R., Chauhan, V.B. (2012). Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. *Critical Reviews in Microbiology*, 38(2), 136-151. doi:10.3109/1040841X.2011.640977
- Khalifa, E.S.Z., Amer, G.A.A., Bakr, R.A., Hamad, A.S. (2019). Bio-control efficacy of *Trichoderma* against strawberry charcoal rot disease. *Egyptian Journal of Crop Protection*, 14(1), 1-10.
- Khalili, E., Sadravi, M., Naeimi, S., Khosravi, V. (2012). Biological control of rice brown spot with native isolates of three *Trichoderma* species. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43(1), 297-305.
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16(2), 111-120. doi:10.1007/BF01731581
- Koike, S.T. (2008). Crown rot of strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in California. *Plant Disease*, 92(8), 1253-1253. doi:10.1094/PDIS-92-8-1253B
- Koike, S.T., Gordon, T.R., Daugovish, O., Ajwa, H., Bolda, M., Subbarao, K. (2013). Recent developments on strawberry plant collapse problems in California caused by *Fusarium* and *Macrophomina*. *International Journal of Fruit Science*, 13(1-2), 76-83. doi:10.1080/15538362.2012.697000
- Koike, S.T., Gordon, T.R. (2015). Management of *Fusarium* wilt of strawberry. *Crop Protection*, 73, 67-72. doi:10.1016/j.cropro.2015.02.003
- Koike, S.T., Arias, R.S., Hogan, C.S., Martin, F.N., Gordon, T.R. (2016). Status of *Macrophomina phaseolina* on strawberry in California and preliminary characterization of the pathogen. *International Journal of Fruit Science*, 16(1), 148-159. doi:10.1080/15538362.2016.1195313
- Korkom, Y. (2016). *Aydın ili çilek üretim alanlarında Trichoderma türlerinin belirlenmesi ve Macrophomina phaseolina'ya karşı etkinliklerinin saptanması* Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Korkom, Y., Yıldız, A. (2020). Çilek üretim alanlarından izole edilen *trichoderma* izolatlarının çilekte (cv. Rubygem) *Macrophomina phaseolina*'ya karşı etkinliğinin değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 21-28.
- Korkom, Y., Yildiz, A. (2022). Evaluation of biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against charcoal rot of strawberry. *Journal of Plant Pathology*, 104, 671–682. doi:10.1007/s42161-022-01063-9
- Kowalska, J. (2011). Effects of *Trichoderma asperellum* [T1] on *Botrytis cinerea* [Pers.: Fr.], growth and yield of organic strawberry. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 4(10).
- Kumar, D.P., Singh, R.K., Anupama, P.D. (2012). Studies on Exo-Chitinase production from *Trichoderma asperellum* UTP-16 and its characterization. *Indian Journal of Microbiology*, 52, 388–395. doi:10.1007/s12088-011-0237-8
- Kutluk, Y.N.D., Tunali, B. (2010). Evaluation of *Trichoderma* spp. from central and northern regions of Turkey for suppression of *Polymyxa betae* as a vector of rhizomania disease. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43(15), 1534-1542. doi:10.1080/03235400902927154
- Küçük, Ç. (2017). In vitro antagonistic activity against *Fusarium* species of local *Trichoderma* spp. isolates. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 11(32), 67-74.
- Lakhran, L., Ahir, R.R., Choudhary, M., Choudhary, S. (2018). Isolation, purification, identification and pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid caused dry root rot of chickpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 3314-3317.
- Leandro, L.F.S., Guzman, T., Ferguson, L. M., Fernandez, G.E., Louws, F.J. (2007). Population dynamics of *Trichoderma* in fumigated and compost-amended soil and on strawberry roots. *Applied Soil Ecology*, 35(1), 237-246. doi:10.1016/j.apsoil.2006.04.008
- Lee, J., Huh, N., Hong, J.H., Kim, B.S., Kim, G.H., Kim, J.J. (2012). The antagonistic properties of *Trichoderma* spp. inhabiting woods for potential biological control of wood-damaging fungi. *Holzforschung*, 66(7), 883-887. doi:10.1515/hf.2011.187

- Lee, S., Hung, R., Yap, M., Bennett, J.W. (2015). Age matters: the effects of volatile organic compounds emitted by *Trichoderma atroviride* on plant growth. *Archives of Microbiology*, 197(5), 723-727. doi:10.1007/s00203-015-1104-5
- Lee, S., Yap, M., Behringer, G., Hung, R., Bennett, J. W. (2016). Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. *Fungal Biology and Biotechnology*, 3(1), 1-14. doi:10.1186/s40694-016-0025-7
- Lewis, J.A., Papavizas, G.C. (1985). Characteristics of alginate pellets formulated with *Trichoderma* and *Gliocladium* and their effect on the proliferation of the fungi in soil. *Plant Pathology*, 34(4), 571-577. doi:10.1111/j.1365-3059.1985.tb01409.x
- Levy, O.N., Meller Harel, Y., Haile, Z.M., Elad, Y., Rav-David, E., Jurkevitch, E., Katan, J. (2015). Induced resistance to foliar diseases by soil solarization and *Trichoderma harzianum*. *Plant Pathology*, 64(2), 365-374. doi:10.1111/ppa.12255
- Li, N., Alfiky, A., Wang, W., Islam, M., Nourollahi, K., Liu, X., Kang, S. (2018). Volatile compound-mediated recognition and inhibition between *Trichoderma* biocontrol agents and *Fusarium oxysporum*. *Frontiers in Microbiology*, 2614. doi.org/10.3389/fmicb.2018.02614
- Liu, Y. J., Whelen, S., Hall, B.D. (1999). Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. *Molecular Biology and Evolution*, 16(12), 1799-1808. doi:10.1093/oxfordjournals.molbev.a026092
- Liu, B., Ji, S., Zhang, H., Wang, Y., Liu, Z. (2020). Isolation of *Trichoderma* in the rhizosphere soil of *Syringa oblata* from Harbin and their biocontrol and growth promotion function. *Microbiological Research*, 235, 126445. doi.org/10.1016/j.micres.2020.126445
- Lodha, S., Sharma, S.K., Aggarwal, R.K. (1997). Solarization and natural heating of irrigated soil amended with cruciferous residues for improved control of *Macrophomina phaseolina*. *Plant Pathology*, 46(2), 186-190. doi:10.1046/j.1365-3059.1997.d01-223.x
- Longa, C.M.O., Pertot, I., Tosi, S. (2008). Ecophysiological requirements and survival of a *Trichoderma atroviride* isolate with biocontrol potential. *Journal of Basic Microbiology*, 48(4), 269-277. doi:10.1002/jobm.200700396

- Machado, A.R., Pinho, D.B., Soares, D.J., Gomes, A.A.M., Pereira, O.L. (2019). Bayesian analyses of five gene regions reveal a new phylogenetic species of *Macrophomina* associated with charcoal rot on oilseed crops in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 153(1), 89–100. doi:10.1007/s10658-018-1545-1
- Mahadevi, M., Tahavaselvi, A., Latha, V., Panneerselvam, A. (2018). Invitro screening and molecular characterization of *Trichoderma harzianum* against *Phytophthora palmivora* (Butl.) causing root rot disease in *Caricacapaya* L. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 4(5), 156-168.
- Manandhar, S., Pant, B., Manandhar, C., Baidya, S. (2019). In-vitro evaluation of bio-control agents against soil borne plant pathogens. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*, 5, 68-72. doi:10.3126/jnarc.v5i1.23810
- Marquez, N., Giachero, M.L., Declerck, S., Ducasse, D.A. (2021). *Macrophomina phaseolina*: General characteristics of pathogenicity and methods of control. *Frontiers in Plant Science*, 12, 634397. doi: 10.3389/fpls.2021.634397
- Mertely, J., Seijo, T., Peres, N. (2005). First report of *Macrophomina phaseolina* causing a crown rot of strawberry in Florida. *Plant Disease*, 89(4), 434-434. doi:10.1094/PD-89-0434A
- Mertely, J., Seijo, T., Martin, R., Peres, N.A. (2014). Evaluation of chemical and biological treatments for charcoal rot control in annual strawberry. *Plant Disease Management Reports*, 8, SMF026.
- Meszka, B., Bielenin, A. (2009). Bioproducts in control of strawberry *Verticillium* wilt. *Phytopathologia*, 52, 21-27.
- Mihail, J. D., Alcorn, S. M. (1982). Quantitative recovery of *Macrophomina phaseoli* in soil studied with selective media. *Plant Disease*, 66, 662-663.
- Mirmajlessi, S. M., Mänd, M., Najdabbasi, N., Larena, I., Loit, E. (2016). Screening of native *Trichoderma harzianum* isolates for their ability to control *Verticillium* wilt of strawberry. *Zemdirbyste Agriculture*, 103(4), 397–404. doi:10.13080/z-a.2016.103.051
- Mosa, O., Soliman, N.E.D., Tolba, A.E.R., El-Sayed, A. (2013). Evaluation of different mixtures of bioagents and antioxidants with bioagents on root-rot in strawberries. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 41(1), 109-119. doi:10.21608/EJP.2013.101991

- Nusaibah, S.A., Musa, H.A. (2019). Review report on the mechanism of *Trichoderma* spp. as biological control agent of the Basal Stem Rot (BSR) disease of *Elaeis guineensis*. In *Trichoderma—The Most Widely Used Fungicide*, 1st ed.; Mohammad, M.S., Sharif, U., Buhari, T.R., Eds.; IntechOpen: London, UK, 79–90.
- Olowe O.M., Akanmu A.O, Asemoloye M.D. (2020). Exploration of microbial stimulants for induction of systemic resistance in plant disease management *Annals of Applied Biology*, 177(3), 282-293. doi:10.1111/aab.12631
- Olowe, O.M., Nicola, L., Asemoloye, M.D., Akanmu, A.O., Babalola, O.O. (2022). *Trichoderma*: Potential bio-resource for the management of tomato root rot diseases in Africa. *Microbiological Research*, 257, 126978. doi:10.1016/j.micres.2022.126978
- Olsson, M.E., Ekvall, J., Gustavsson, K.E., Nilsson, J., Pillai, D., Sjöhol, I. (2004). Antioxidants, low molecular weight carbohydrates, and total antioxidant capacity in strawberries (*Fragaria × ananassa*): effects of cultivar, ripening, and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2490–2498. doi:10.1021/jf030461e
- O'Donnell, K., Cigelnik, E. (1997). Two divergent intragenomic rDNA ITS2 types within a monophyletic lineage of the fungus *Fusarium* are nonorthologous. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 7(1), 103-116. doi: 10.1006/mpev.1996.0376
- Özkale, E. (2017). *Trichoderma*-based Products and metabolites used in agricultural production. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(2), 123-136. doi:10.21448/ijsm.265981
- Pala, H. (1987). *Çileklerde kök çürüklüğü etmeni ve antagonistlerin saptanması, hastalık çıkışı üzerine toprak solarizasyonunun etkisinin araştırılması* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Pánek, M., Hanáček, A., Wenzlová, J., Maňasová, M., Zouhar, M. (2021). A comparison of the ability of some commercially produced biological control agents to protect strawberry plants against the plant pathogen *Phytophthora cactorum*. *Agriculture*, 11(11), 1086. doi:10.3390/agriculture11111086

- Pastrana, A.M., Basallote-Ureba, M.J., Aguado, A., Akdi, K., Capote, N. (2016). Biological control of strawberry soil-borne pathogens *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium solani*, using *Trichoderma asperellum* and *Bacillus* spp. *Phytopathologia Mediterranea*, 55, 109-120.
- Peever, T.L., Su, G., Carpenter-Boggs, L., Timmer, L.W. (2004). Molecular systematics of citrus-associated *Alternaria* species. *Mycologia*, 96(1), 119-134. doi: 10.1080/15572536.2005.11833002
- Percival, G. C., Smiley, E. T., Fox, R. T. (2011). Root collar excavation with *Trichoderma* inoculations as a potential management strategy for honey fungus (*Armillaria mellea* A). *Arboricultural Journal*, 33(4), 267-280. doi:10.1080/03071375.2011.9747617
- Peres, N.A., Baggio, J.S., Mertely, J.C. (2018). Charcoal rot of strawberries caused by *Macrophomina phaseolina*. https://www.researchgate.net/profile/Juliana-Baggio/publication/345870854_Charcoal_Rot_of_Strawberries_Caused_by_Macrophomina_phaseolina/links/6006da8a45851553a0542f2d/Charcoal-Rot-of-Strawberries-Caused-by-Macrophomina-phaseolina.pdf [Erişim tarihi: 1/6/2022]
- Pertot, I., Luca, F. D. (2009). Effect of *Glomus mosseae* BEG12, *Trichoderma viride* TV1 and *T. harzianum* T39 on plant growth of healthy and *Armillaria mellea* inoculated strawberry plants under greenhouse controlled conditions. *IOBC/WPRS Bulletin*, 42, 135-138.
- Pickel, B., Dai, N., Maymon, M., Elazar, M., Tanami, Z., Frenkel, O., Toamy, M.A., Mor, N., Freeman, S. (2020). Development of a reliable screening technique for determining tolerance to *Macrophomina phaseolina* in strawberry. *European Journal of Plant Pathology*, 157, 707-718. doi:10.1007/s10658-020-02051-4
- Pieterse, C.M.J., Zamioudis, C., Berendsen, R.L. (2014). Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual Review of Phytopathology*, 52, 347-375. doi:10.1146/annurev-phyto-082712-102340
- Polizzi, V., Adams, A., Picco, A. M., Adriaens, E., Lenoir, J., Van Peteghem, C., De Kimpe, N. (2011). Influence of environmental conditions on production of volatiles by *Trichoderma atroviride* in relation with the sick building syndrome. *Building and Environment*, 46(4), 945-954. doi:10.1016/j.buildenv.2010.10.024

- Porras, M., Barrau, C., Arroyo, F.T., Santos, B., Blanco, C., Romero, F. (2007). Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. *Plant Disease*, 91(2), 142-146. doi:10.1094/PDIS-91-2-0142
- Poudel, B., Shivas, R.G., Adorada, D.L., Barbetti, M.J., Bithell, S.L., Kelly, L.A., Vaghefi, N. (2021). Hidden diversity of *Macrophomina* associated with broadacre and horticultural crops in Australia. *European Journal of Plant Pathology*, 161(1), 1-23. doi:10.1007/s10658-021-02300-0
- Qamar, M.I., Ghanzafar, M.U., Abbas, M.F., Zainab, R., Andleeb, S., Shafiq, M., Mushtaq, S. (2019). First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot on strawberry in Sargodha, Pakistan. *Plant Disease*, 103(6), 1420-1420. doi:10.1094/PDIS-10-18-1876-PDN
- Qiao, M., Du, X., Zhang, Z., Xu, J., Yu, Z. (2018). Three new species of soil-inhabiting *Trichoderma* from southwest China. *MycKeys*, 44, 63-80. doi:10.3897/mycokeys.44.30295
- Qin, W.T., Zhuang, W.Y. (2017). Seven new species of *Trichoderma* Hypocreales in the Harzianum and Strictipile clades. *Phytotax*, 305(3), 121-139.
- Rajani, P., Rajasekaran, C., Vasanthakumari, M.M., Olsson, S.B., Ravikanth, G., Shaanker, R. U. (2021). Inhibition of plant pathogenic fungi by endophytic *Trichoderma* spp. through mycoparasitism and volatile organic compounds. *Microbiological Research*, 242, 126595. doi:10.1016/j.micres.2020.126595
- Raziq, F., Fox, R.T.V. (2005). Combinations of fungal antagonists for biological control of *Armillaria* root rot of strawberry plants. *Biological Agriculture Horticulture*, 23(1), 45-57. doi:10.1080/01448765.2005.9755307
- Reddy, B.N., Saritha, K.V., Hindumathi, A. (2014). In vitro screening for antagonistic potential of seven species of *Trichoderma* against different plant pathogenic fungi. *Research Journal of Biology*, 2, 29-36.
- Rifai, M. A. (1969). A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycological papers*, 116, 1-56.
- Samuels, G.J., Dodd, S.L., Gams, W., Castlebury, L.A., Petrini, O. (2002). *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, 94(1), 146-170. doi:10.1080/15572536.2003.11833257

- Samuels, G.J. (2006). *Trichoderma*: systematics, the sexual state, and ecology. *Phytopathology*, 96(2), 195-206. doi:10.1094/PHYTO-96-0195
- Sanabria V.A.D. (2020). Evaluation of Paraguayan native strains of *Trichoderma* spp. for the control of *Colletotrichum* spp. causal agent of strawberry anthracnose. *Investigación Agraria*, 22(1), 53-62. doi:10.18004/investig.agrar.2020.junio.53-62
- Sánchez, S., Gambardella, M., Henríquez, J.L., Díaz, I. (2013). First report of crown rot of strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in Chile. *Plant Disease*, 97(7), 996-996. doi:10.1094/PDIS-12-12-1121-PDN
- Sánchez, S., Henríquez, J.L., Urcola, L.A., Scott, A., Gambardella, M. (2016). Susceptibility of strawberry cultivars to root and crown rot caused by *Macrophomina phaseolina*. *Journal of Berry Research*, 6(3), 345-354. doi:10.3233/JBR-150114
- Sarr, M.P., Ndiaye, M.B., Groenewald, J.Z., Crous, P.W. (2014). Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. *Phytopathologia Mediterranea*, 53, 250–268.
- Schwyn, B., Neilands, J.B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Analytical Biochemistry*, 160(1), 47-56. doi:10.1016/0003-2697(87)90612-9
- Sharifi, K., Mahdavi, M. (2012). First report of strawberry crown and root rot caused by *Macrophomina phaseolina* in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 47(4), 479-480.
- Sekmen, Ç.A.H., Gökçe, A., Erdik, E., Çetinel, B., Çetinkaya, N. (2021). The Effect of *Trichoderma citrinoviride* Treatment under Salinity Combined to *Rhizoctonia solani* Infection in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Agronomy*, 11(8), 1589. doi:10.3390/agronomy11081589
- Sharma S, Rai P, Rai S, Srivastava, M. (2017). Genomic revolution in crop disease diagnosis: a review. In: Singh SS (ed) *Plants and microbes in an ever changing environment*. Nova Science Publishers, Hauppauge.
- Singh, H.B., Singh, B.N., Singh, S.P., Singh, S.R., Sarma, B.K. (2009). Biological control of plant diseases: Status and prospects. In *Recent Advances in Biopesticides: Biotechnological Applications*; New India Pub.: New Delhi, India.

- Singh, A., Shahid, M., Srivastava, M., Pandey, S., Sharma, A., Kumar, V. (2014). Optimal physical parameters for growth of *Trichoderma* species at varying pH, temperature and agitation. *Virology Mycology*, 3(1), 1-7. doi: 10.4172/2161-0517.1000127
- Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M.S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: the “secrets” of a multitalented biocontrol agent. *Plants*, 9, 762. doi:10.3390/plants9060762
- Sreedevi, B., Charitha Devi, M., Saigopal, D.V.R. (2011). Isolation and screening of effective *Trichoderma* spp. against the root rot pathogen *Macrophomina phaseolina*. *Journal of Agricultural Technology*, 7(3), 623-635.
- Sridharan, A. P., Thankappan, S., Karthikeyan, G., Uthandi, S. (2020). Comprehensive profiling of the VOCs of *Trichoderma longibrachiatum* EF5 while interacting with *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*. *Microbiological Research*, 236, 126436. doi:10.1016/j.micres.2020.126436
- Sridharan, A.P., Sugitha, T., Karthikeyan, G., Nakkeeran, S., Sivakumar, U. (2021). Metabolites of *Trichoderma longibrachiatum* EF5 inhibits soil borne pathogen, *Macrophomina phaseolina* by triggering amino sugar metabolism. *Microbial Pathogenesis*, 150, 104714. doi:10.1016/j.micpath.2020.104714
- Srivastava, M. P., Tewari, R., Sharma, N. (2013). Effect of different cultural variables on siderophores produced by *Trichoderma* spp. *International Journal of Advanced Research*, 1, 1–6.
- Su, G., Suh, S.O., Schneider, R.W., Russin, J.S. (2001). Host specialization in the charcoal rot fungus, *Macrophomina phaseolina*. *Phytopathology*, 91(2), 120-126. doi:10.1094/PHYTO.2001.91.2.120
- Subbarao, K.V., Kabir, Z., Martin, F.N., Koike, S.T. (2007). Management of soilborne diseases in strawberry using vegetable rotations. *Plant Disease*, 91, 964-972. doi:10.1094/PDIS-91-8-0964
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipinski, A., Kumar, S. (2013). MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30(12), 2725-2729. doi:10.1093/molbev/mst197

- Tedersoo, L., Bahram, M., Põlme, S., Kõljalg, U., Yorou, N.S., Wijesundera, R., Abarenkov, K. (2014). Global diversity and geography of soil fungi. *Science*, 346(6213), 1256688. doi:10.1126/science.1256688
- Teyung, N. (2019). Evaluation of antagonistic potential of *Trichoderma* isolates against selected phytopathogenic fungi. Master theses, Tribhuvan University Department of Microbiology, Central Campus of Technology, Nepal.
- Thambugala, K.M., Daranagama, D.A., Phillips, A.J., Kannangara, S.D., Promputtha, I. (2020). Fungi vs. fungi in biocontrol: An overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10, 718. doi:10.3389/fcimb.2020.604923
- Tjamos, E., Antoniou, P., Skourtaniotis, A., Kikrilis, E., Tjamos, S. (2006). Impermeable plastics and methyl bromide alternatives in controlling soilborne fungal pathogens of strawberries in Greece. In *Proceedings 12th Congress Mediterranean Phytopathological Union*, 255-257.
- Türemiş N., Ağaoğlu, Y.S. (2013). Çilek.üzümsü meyveler (Editör:Y.S. Ağaoğlu, R. Gerçekcioğlu). Tomurcukbağ Eğitim Yayınları.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2022). *Bitkisel üretim istatistikleri 2021. Türkiye İstatistik Kurumu*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Erişim Tarihi: 02/06/2022]
- Türk Patent ve Marka Kurumu. (2021). *Coğraf İşaretler Portalı (Yayın no. 38624)*. Ankara.
- Waghunde, R.R., Shelake, R.M., Sabalpara, A.N. (2016). *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African Journal of Agricultural Research*, 11(22), 1952–1965. doi:10.5897/AJAR2015.10584
- Wambui, W.J. (2021). Effects of *Tithonia diversifolia* extract and *Trichoderma asperellum* on *Botrytis cinerea* growth yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* var. Duch). Doctoral dissertation, Egerton University, Kenia.
- Waqas, M., Khan, A.L., Kamran, M., Hamayun, M., Kang, S.M., Kim, Y.H., Lee, I.J. (2012). Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promotes host-plant growth during stress. *Molecules*, 17(9), 10754-10773. doi:10.3390/molecules170910754

- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. J. W.T., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, 18(1), 315-322.
- Wilberforce, E.M., Boddy, L., Griffiths, R., Griffith, G.W. (2003). Agricultural management affects communities of culturable root-endophytic fungi in temperate grasslands. *Soil Biology and Biochemistry*, 35, 1143–1154. doi:10.1016/S0038-0717(03)00176-7
- Wonglom, P., Ito, S. I., Sunpapao, A. (2020). Volatile organic compounds emitted from endophytic fungus *Trichoderma asperellum* T1 mediate antifungal activity, defense response and promote plant growth in lettuce (*Lactuca sativa*). *Fungal Ecology*, 43, 100867. doi:10.1016/j.funeco.2019.100867
- Woo, S.L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Lorito, M. (2014). *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8(1), 71-126. doi: 10.2174/1874437001408010071
- Velders, G.J.M., Andersen, S.O., Daniel, J.S., Fahey, D.W., McFarland, M. (2007). The importance of the Montreal protocol in protecting climate. *Pnas*, 104, 4814–4819. doi:10.1073/pnas.061032810
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Marra, R., Woo, S.L., Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 1–10. doi:10.1016/j.soilbio.2007.07.002.
- Vinale, F., Ghisalberti, E.L., Sivasithamparam, K., Marra, R., Ritieni, A., Ferracane, R., Lorito, M. (2009). Factors affecting the production of *Trichoderma harzianum* secondary metabolites during the interaction with different plant pathogens. *Letters in Applied Microbiology*, 48(6), 705-711. doi:10.1111/j.1472-765X.2009.02599.x
- Vinale, F., Strakowska, J., Mazzei, P., Piccolo, A., Marra, R., Lombardi, N., Lorito, M. (2016). Cremenolide, a new antifungal, 10-member lactone from *Trichoderma cremeum* with plant growth promotion activity. *Natural Product Research*, 30(22), 2575-2581. doi:10.1080/14786419.2015.1131985
- Yang, P., (2017). The gene *task1* is involved in morphological development, mycoparasitism and antibiosis of *Trichoderma asperellum*. *Biocontrol Science and Technology*, 27, 620–635. doi:10.1080/09583157.2017.1318824

- Yıldız, A., Benlioğlu, S., Boz, Ö., Benlioğlu, K. (2010). Use of different plastics for soil solarization in strawberry growth and time–temperature relationships for the control of *Macrophomina phaseolina* and weeds. *Phytoparasitica*, 38(5), 463-473. doi:10.1007/s12600-010-0123-7
- Yıldız, A., Benlioğlu, S. (2014). A laboratory bioassay for evaluating pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* isolates to strawberry stolons. *Phytoparasitica*, 42(3), 367-369. doi:10.1007/s12600-013-0370-5
- Yones, A. M., Kayım, M. (2021). Molecular characterization of *Trichoderma* spp. with biocontrol ability against faba bean chocolate spot (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.). *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(51&52), 52-63.
- Zehra, A., Dubey, M.K., Meena, M., Upadhyay, R.S. (2017). Effect of different environmental conditions on growth and sporulation of some *Trichoderma* species. *Journal of Environmental Biology*, 38(2), 197-203.
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R., Mukherjee, P.K. (2016). Secondary metabolism in *Trichoderma*–Chemistry meets genomics. *Fungal Biology Reviews*, 30, 74–90. doi:10.1016/j.fbr.2016.05.001
- Zhang, C.L., Druzhinina, I.S., Kubicek, C.P., Xu, T. (2005). *Trichoderma* biodiversity in China: evidence for a North to South distribution of species in East Asia. *FEMS Microbiology Letters*, 251(2), 251-257. doi: 10.1016/j.femsle.2005.08.034
- Zhao, L., Cai, J., He, W., Zhang, Y. (2019). *Macrophomina vaccinii* sp. nov. causing blueberry stem blight in China. *MycKeys*, 55, 1-14. doi: 10.3897/mycokeys.55.35015
- Zveibil, A., Freeman, S. (2005). First report of crown and root rot in strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in Israel. *Plant Disease*, 89(9), 1014-1014. doi:10.1094/PD-89-1014C
- Zveibil, A., Mor, N., Gnayem, N., Freeman, S. (2012). Survival, host-pathogen interaction, and management of *Macrophomina phaseolina* on strawberry in Israel. *Plant Disease*, 96, 265–272. doi:10.1094/PDIS-04-11-0299

EKLER

Ek 1. *Trichoderma* uygulamaları haricinde üreticinin yapmış olduğu uygulamaların listesi.

	Etkili madde	Ticari adı	Dozu (da)	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
FUNGİSİT	125 g/l Isopyrazam	Reflect	85 ml	X		X						
	100g/l Penconazole	Topas	65 ml		X							
	% 80 Mancozeb	Fumazin	200 gr			X						
	% 5 Pyraclostrobin ve % 55 Metiram	Cabrio	170 gr			X						
	100 g/l Tetraconazole	Domark	85 ml			X	X	X				
	%80 Fosetyl-Al	Asiliyet	225 gr								X	
	6,7 % Pyraclostrobin, 26,7 % Boscalid	Signum	300 gr						X	X		
	250 g/l Bupirimate	Nimrod	125 ml						X			X
	200 g/L Boscalid, 100 g/L Kresoxim-methyl	Collis	50 ml								X	X
	%80 Captan	Drexel Mix	80 ml									X
200 g/l Chlorantraniliprole	Corogen	25 ml	X									
İNSEKTİSİT / AKARİSİT	%5 Emamectin benzoate	Surrender	85 gr		X			X				
	25 g/l Deltamethrin	Decis	85 ml		X		X					
	25 g/l Deltamethrin	Deltharin	50 ml				X					
	18 g/L Abamectin	Algamek	40 ml					X				
	%20 Acetamiprid	Goldplan	25 gr					X				
	240 g/l Spiromesifen	Bizantion	120 ml						X			X
	18 g/l Abamectin	Avrilmec	65 ml						X			
	240 g/l Bifenazate	Chamer	85 ml						X			
	%20 Tebufenpyrad	Derast	60 gr							X	X	X
	110 g/l Etoxazole	Novamite	40 ml							X		
25 g/l Deltamethrin	Deltadog	80 ml									X	
Deniz yosunu (sıvı)	Ecklokelp	200 ml	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Deniz yosunu (katı)	Nauta	65 gr	X		X							
Sıvı yaprak gübresi (7-3-7+Cu+Fe+Mn+Zn)	GerminaMax	175 ml		X	X							
Sıvı yaprak gübresi (10-0-40+ME)	Grow up	85 ml		X								
Bio-stimulant (Aminoasit+ N+ K+ Bitkisel kökenli C)	Megafol	85 ml		X								
Sıvı yaprak gübresi (Cu+Mn+Zn)	Flora-X	170 ml		X					X	X	X	
Sıvı yaprak gübresi (%8 Zn)	RapidexZn	170 ml		X								
GÜBRE	Mikro Besin gübresi (B+Mo+Mn+Zn+Cu+Mn+Fe)	Balance-DF	85 gr		X							
	Sıvı yaprak gübresi (Ca+Mg+Fe+Si+K)	Fluisan	250 gr			X						
	Makro yaprak gübresi (N+C+organik madde+Vitamin)	Stym 25	200 ml				X				X	
	Yaprak gübresi (N-P-K)	Poly Feed	500 gr				X					
	Yaprak gübresi (Aminoasit+ C+ N+ Oragnik madde)	Vektor Amino	170 gr						X			
	Deniz yosunu (sıvı)	Agrikelp	250 ml						X			
	Yaprak gübresi (N-P-K)	Fervelita	175 gr						X			
	Can gübresi	Acan	125 ml						X			
	Gübre (Ca+K+Mg)	Calpon	200 gr								X	

Ek 2. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde AMp-2 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.6).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	26152,77	297,191	69,2611	<,0001*
Hata	178	763,776	4,291		
Genel toplam	266	26916,55			

Ek 3. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde AMp-9 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.6).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	24179,69	274,769	46,9903	<,0001*
Hata	178	1040,829	5,847		
Genel toplam	266	25220,51			

Ek 4. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının ikili kültür testinde V1 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.6).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	23732,324	269,685	38,2461	<,0001*
Hata	178	1255,134	7,051		
Genel toplam	266	24987,458			

Ek 5. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin AMp-2 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.7).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	54236,03	616,318	33,2456	<,0001*
Hata	178	3299,828	18,538		
Genel toplam	266	57535,85			

Ek 6. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin AMp-9 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.7).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	87263,28	991,628	176,7347	<,0001*
Hata	178	998,727	5,611		
Genel toplam	266	88262,01			

Ek 7. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin V1 izolatının miselyal gelişimine olan etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.7).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	37285,11	423,694	76,9521	<,0001*
Hata	178	980,06	5,506		
Genel toplam	266	38265,17			

Ek 8. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin AMp-2 izolatının mikrosklerot oluşumuna etkisine ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.8).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	2164006	24591	133,6085	<,0001*
Hata	178	32761,3	184,1		
Genel toplam	266	2196767			

Ek 9. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin AMp-9 izolatının mikrosklerot oluşumuna etkisi ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.8).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	2514862	28578	141,2761	<,0001*
Hata	178	36006,7	202,3		
Genel toplam	266	2550869			

Ek 10. Aydın ili merkez ve ilçeleri tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* izolatlarının oluşturduğu uçucu bileşiklerin V1 izolatının mikrosklerot oluşumuna etkisi ilişkin varyans analiz sonucu (Çizelge 4.8).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	88	2105418	23925,2	212,086	<,0001*
Hata	178	20080	112,8		
Genel toplam	266	2125498			

Ek 11. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında çilek bitkilerindeki yaş ağırlık artış oranlarına (%) ilişkin varyans analiz sonucu (1. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	17	246340,9	14490,6	2,7117	0,0017
Hata	72	384745,3	5343,7		
Genel toplam	89	631086,2			

Ek 12. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp uygulamasındaki bitki yaş ağırlık artış oranlarına (%) ilişkin varyans analiz sonucu (1. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	18	138500,1	7694,45	2,0432	0,0167
Hata	76	286203,6	3765,84		
Genel toplam	94	424703,7			

Ek 13. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp15 uygulamasındaki bitki yaş ağırlık artış oranlarına (%) ilişkin varyans analiz sonucu (1. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	18	98670,62	5481,7	5,5829	<,0001*
Hata	76	74621,88	981,87		
Genel toplam	94	173292,5			

Ek 14. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında çilek bitkilerindeki yaş ağırlık artış oranlarına (%) ilişkin varyans analiz sonucu (2. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	17	503590,7	29623	5,537	<,0001*
Hata	72	385202,4	5350		
Genel toplam	89	888793,1			

Ek 15. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp uygulamasındaki bitki yaş ağırlık artış oranına (%) ilişkin varyans analiz sonucu (2. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Karaler toplamı	Karaler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	18	179688,6	9982,7	18,0311	<,0001*
Hata	76	42076,6	553,64		
Genel toplam	94	221765,2			

Ek 16. *Trichoderma* izolatlarının saksı koşullarında *M. phaseolina*'ya etkisinin değerlendirildiği Tr+Mp15 uygulamasındaki bitki yaş ağırlık artış oranı (%) (2. saksı çalışması).

Varyasyon kaynağı	DF	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	18	104933,9	5829,66	3,8706	<,0001*
Hata	76	114467,4	1506,15		
Genel toplam	94	219401,3			

Ek 17. 2020-2021 üretim sezonunda (1.yıl) ölen bitki oranına (%) ilişkin varyans analiz sonucu.

Varyasyon kaynağı	DF	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	8	2097,476	262,185	4,7846	0,001
Hata	27	1479,542	54,798		
Genel toplam	35	3577,019			

Ek 18. 2020-2021 üretim sezonunda (1.yıl) verim değerlerine (kg/da) ilişkin varyans analiz sonucu.

Varyasyon kaynağı	DF	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	8	4711095	588887	5,6575	0,0003
Hata	27	2810418	104090		
Genel toplam	35	7521513			

Ek 19. 2021-2022 üretim sezonunda (2.yıl) ölen bitki oranına (%) ilişkin varyans analiz sonucu.

Varyasyon kaynağı	DF	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlar	8	1634,681	204,335	9,8183	<,0001*
Hata	27	561,9145	20,812		
Genel toplam	35	2196,596			

Ek 20. 2021-2022 üretim sezonunda (2.yıl) verim değerlerine (kg/da) ilişkin varyans analiz sonucu.

Varyasyon kaynağı	DF	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı	Prob > F
İzolatlara	8	2171902	271488	3,2907	0,0094
Hata	27	2227519	82501		
Genel toplam	35	4399421			



BİLİMSEL ETİK BEYANI

T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“AYDIN İLİ TARIM ALANLARINDAN ELDE EDİLEN *TRICHODERMA* SPP.’NİN TANILANMASI İLE ÇİLEKTE KÖMÜR ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞINA VE BİTKİ GELİŞİMİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı Doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Yunus KORKOM