



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

***IN VITRO* KOŞULLARINDA *ARMILLARIA* KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ
FUNGUSLARININ BİYOLOJİK KONTROLÜNDE *TRICHODERMA*
TÜRLERİNİN ANTAGONİSTİK ETKİLERİ**

AYŞE MEHTAP ASLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ BEŞİR YÜKSEL**

DÜZCE, 2021

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

IN VITRO KOŞULLARINDA ARMILLARIA KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ
FUNGUSLARININ BİYOLOJİK KONTROLÜNDE TRICHODERMA
TÜRLERİNİN ANTAGONİSTİK ETKİLERİ

Ayşe Mehtap ASLAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Mesut YALÇIN

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Erdem HIZAL

İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Tez Savunma Tarihi: 25/11/2021

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

25 Kasım 2021

Ayşe Mehtap ASLAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL' e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca katkılarını esirgemeyen Arş. Gör. Nuray ÖZTÜRK' e de şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitim sürecinde bilimsel katkılarından ve görüşlerinden yararlandığım Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarından Başmühendis Orman Yük. Müh. Sönmez AĞCA, Başmühendis Orman Müh. Celal TONBUL, Orman Müh. Hüseyin KABA, Orman Yük. Müh. Demet ÖNAL' a teşekkür ederim. Ayrıca matematiksel modelleme ve istatistik ile ilgili çalışmalarda yardımını esirgemeyen Dr. Abbas ŞAHİN 'e en içten şükranlarımı sunarım.

Danışman mühendis olarak çalıştığım İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürü Ahmet Yasin ÇELEN, Orman Yük. Müh. Ceyda YURDABAK ve diğer şube çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmamın gerçekleştirilmesindeki destek ve katkılarından dolayı İstanbul Orman Fidanlık Müdürü Orman Yüksek Müh. Nejdett BALCI' ya ve Orman Mühendisleri Odası' na ayrıca teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, annem, babam ve hayat arkadaşşıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2021.02.02.1171 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

25 Kasım 2021

Ayşe Mehtap ASLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
HARİTA LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.....	4
1.2. <i>Desarmillaria tabescens</i> (Scop.) R. A. Koch & Aime.....	6
1.3. <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai.....	7
1.4. <i>Trichoderma viridescens</i> (A. S. Horne & H. S. Will) Jaklitsch & Samuels.....	8
2. MATERYAL VE YÖNTEM	9
2.1. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI	9
2.2. İKLİM.....	10
2.3. TOPRAK YAPISI.....	10
2.4. FLORA VE FAUNA	11
2.5. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI	12
2.5.1. Besi ortamının hazırlanması	12
2.5.2. Kültürlerin hazırlanması.....	13
2.5.3. <i>Armillaria</i> ve <i>Trichoderma</i> kültürlerinin hazırlanması.....	14
2.5.4. Verilerin Analizi	16
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
3.1. <i>Armillaria mellea</i> – <i>Trichoderma harzianum</i>	21
3.2. <i>Desarmillaria tabescens</i> – <i>Trichoderma harzianum</i>	22
3.3. <i>Armillaria mellea</i> – <i>Trichoderma viride</i>	24
3.4. <i>Desarmillaria tabescens</i> – <i>Trichoderma viride</i>	25
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	29
5. KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ.....	1

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. <i>Armillaria mellea</i> ' nın a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali	5
Şekil 1.2. <i>Desarmillaria tabescens</i> ' in a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali.....	6
Şekil 1.3. <i>Trichoderma harzianum</i> ' un a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali.....	7
Şekil 1.4. <i>Trichoderma viride</i> ' nin a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali.....	8
Şekil 2.1. Besi ortamının hazırlanması	13
Şekil 2.2. <i>Armillaria</i> kültürlerinin hazırlanması	14
Şekil 2.3. <i>D.tabescens</i> ve <i>T. harzianum</i> kültürlerinin besi ortamına yerleştirilmesi	14
Şekil 2.4. <i>Trichoderma harzianum</i> ' un <i>Desarmillaria tabescens</i> türü üzerinde yayılması	15
Şekil 3.1. Kültüre alınan mantarlar. a) <i>T. harzianum</i> - <i>A. mellea</i> , b) <i>T. viride</i> - <i>A. mellea</i> , c) <i>T. harzianum</i> - <i>D. tabescens</i> , d) <i>T. viride</i> - <i>D.tabescens</i>	18
Şekil 3.2. Yedinci gün sonunda koloniler. a) <i>T. harzianum</i> - <i>A. mellea</i> , b) <i>T. viride</i> - <i>A. mellea</i> , c) <i>T. harzianum</i> - <i>D. tabescens</i> , d) <i>T. viride</i> - <i>D.tabescens</i>	19
Şekil 3.3. On beşinci gün sonunda kolonilerdeki renk değişimi a) <i>T. harzianum</i> - <i>A. mellea</i> , b) <i>T. viride</i> - <i>A. mellea</i> , c) <i>T. harzianum</i> - <i>D. tabescens</i> , d) <i>T. viride</i> - <i>D.tabescens</i>	20
Şekil 3.4. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi <i>A. mellea</i> - <i>T. harzianum</i>	21
Şekil 3.5. Rizomorfların yüzeyindeki <i>Trichoderma</i> hiflerinin büyümesinin SEM' i <i>A. mellea</i> - <i>T. harzianum</i>	22
Şekil 3.6. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi <i>D. tabescens</i> - <i>T. harzianum</i>	23
Şekil 3.7. Rizomorfların yüzeyindeki <i>Trichoderma</i> hiflerinin büyümesinin SEM' i <i>D. tabescens</i> - <i>T. harzianum</i>	23
Şekil 3.8. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi <i>A. mellea</i> - <i>T. viride</i>	24
Şekil 3.9. Rizomorfların yüzeyindeki <i>Trichoderma</i> hiflerinin büyümesinin SEM' i <i>A. mellea</i> - <i>T. viride</i>	25
Şekil 3.10. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi <i>D. tabescens</i> - <i>T. viride</i>	26
Şekil 3.11. Rizomorfların yüzeyindeki <i>Trichoderma</i> hiflerinin büyümesinin SEM' i <i>D. tabescens</i> - <i>T. viride</i>	26

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.2. Düzce ili meteoroloji verileri.....	10
Çizelge 3.1. Kültüre alınan funguslara ilişkin bilgiler.....	17
Çizelge 3.2. Games-Howell karşılaştırmalı test sonuçları.....	19



HARİTA LİSTESİ

Sayfa No

Harita 2.1. Çalışma alanı.....	9
--------------------------------	---



KISALTMALAR

D	Doğu
K	Kuzey
MDA	Malt Dekstroz Agar
PDA	Patates Dekstroz Agar
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu, Scanning Elektron Mikroskobu



SİMGELER

cm	Santimetre
g	Gram
ha	Hektar
m	Metre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
°C	Santigrat derece



ÖZET

IN VITRO KOŞULLARINDA *ARMILLARIA* KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ FUNGUSLARININ BİYOLOJİK KONTROLÜNDE *TRICHODERMA* TÜRLERİNİN ANTAGONİSTİK ETKİLERİ

Ayşe Mehtap ASLAN

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Beşir YÜKSEL

Kasım 2021, 37 sayfa

Armillaria türlerinin neden olduğu kök ve sap çürüklüğü, Türkiye’ deki meyve ve orman ağaçlarının en önemli hastalıklarından biridir. Bu çalışmada, *Trichoderma* türlerinin, *Armillaria*’ nın biyolojik kontrolündeki antagonistik etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan *Trichoderma harzianum* Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden (FS19), *Trichoderma viride* ise Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesinden temin edilmiştir. *Armillaria mellea* ve *Desarmillaria tabescens* türleri ise Düzce Üniversitesi Konuralp kampüsünde bulunan hastalıklı fındık ve meşe ağaçlarının köklerinden izole edilerek patates dekstroz agarında kültüre alınmıştır. Daha sonra *Trichoderma* türleri *Armillaria* ve *Desarmillaria* kültürlerine yerleştirilmiş ve 15 gün boyunca gelişimleri gözlemlenmiştir. *Trichoderma* hiflerinin konukçu hiflerine girişi, yerleşmesi, yayılması taramalı elektron mikroskobu kullanılarak gözlemlenmiştir. *A. mellea* ve *D. tabescens* türlerinin büyümelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Bir gün sonra yapılan ölçümde *Trichoderma* hiflerinin *Armillaria* ve *Desarmillaria* rizomorflarının yaklaşık iki katı kadar olduğu gözlemlenmiştir. *Trichoderma* türlerinin kolonizasyonundan sonra, *Armillaria* ve *Desarmillaria* funguslarının üçüncü günden itibaren gelişimleri sonlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Antagonist, *Armillaria* türleri, Kök hastalığı, *Trichoderma*.

ABSTRACT

ANTAGONISTIC EFFECTS OF *TRICHODERMA* SPECIES IN BIOCONTROL OF *ARMILLARIA* ROOT ROT FUNGI *IN VITRO* CONDITIONS

Ayşe Mehtap ASLAN

Düzce University

Institute of Graduate Studies, Department of Forest Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Beşir YÜKSEL

November 2021, 37 pages

Root and stem rot caused by *Armillaria* species is one of the most important diseases of fruit and forest trees in Turkey. In this study, the antagonistic effects of *Trichoderma* species on the biological control of *Armillaria* were investigated. *Trichoderma harzianum* was provided from Düzce University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Industrial Engineering (FS19) and *T. viride* Düzce University, Konuralp Campus. *Armillaria mellea* and *Desarmillaria tabescens* were isolated from infected roots of hazelnut and oak trees in Konuralp Campus and cultured in potato dextrose agar. *Trichoderma* species were placed in cultures of *Armillaria* and *Desarmillaria* to determine antagonistic effects for 15 days. Penetration and sporulation of *Trichoderma* hyphae in host and rhizomorphs were investigated by scanning electron microscopy. The statistically significant decrease was observed for *A. mellea* and *D. tabescens* species caused by *Trichoderma*. One day after *Trichoderma* inoculation, *Trichoderma* hyphae grew approximately twice as much towards the host rhizomorphs. Three days after colonization of *Armillaria* and *Desarmillaria* rhizomorphs by *Trichoderma*, growth of *Armillaria* and *Desarmillaria* seemed to completely stopped.

Keywords: Antagonist, *Armillaria* spp, Root disease, *Trichoderma*.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak artan hava, toprak ve su kirliliği ormanların sağlığını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Biyotik (böcek, fungus, bakteri, virüs vb.) ve abiyotik (rüzgâr, dolu, kar) etmenler de ormanların sağlığını etkileyen diğer faktörlerdendir. İklim değişikliği, artan kıtalar ve ülkeler arası hareketlilik, bitki ithalat ve ihracatının artması ile birlikte yabancı istilacı patojen türlerin yeni alanlara taşınması neticesinde de hastalık etmenleri ormanlarda daha tahripkâr etkilere neden olabilmektedir. Bunun sonucunda ise orman ağaçlarında artım kaybı, kalitesiz ürün elde edilmesi ve en nihayetinde ağaç ölümleri gerçekleşmektedir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999). Ülkemizin ormanlık alan miktarı 2020 yılı itibari ile 22.9 milyon hektar olarak tespit edilmiştir. Bu ormanlık alan miktarı ülke genel alanının %29,4' üdür (Anonim, 2020).

Orman ağaçlarında tahribatlara neden olan organizma gruplarından biri de funguslardır. Her mantar aynı oranda tahribat yapmadığından bazı mantarların zararı göz ardı edilebilmekte hatta bazı mantarlarca tahrip edilen malzeme ekonomik olarak daha kıymetli hale gelebilmektedir. Ancak bazı mantar türleri ormanın sürekliliğini tehlikeye düşürmektedir. Bu durum mantar florasının bilinmesini gerektirmiştir (Kaba, 2002). Silvikültürel müdahaleler, yaralanmalar, rüzgar-kar zararları, ağaçların kesimden sonra alanda kalan dip kütükleri veya diğer kısımları, odun çürüklüğüne neden olan fungusların ağaca girişte kullandıkları en uygun giriş yollarıdır. Ağaçlarda meydana gelen yaralar biyotik kaynaklı olabileceği gibi, rüzgâr, kar, don gibi abiyotik faktörlerin etkisiyle de oluşabilir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Orman ağaçlarında patojenlerden kaynaklı hastalığın meydana gelmesi için hassas konukçu, uygun çevre koşulları ve hastalık etmeni diye tanımlanabilen patojen organizmanın bir arada olması gerekmektedir. Özellikle plantasyon sahalarında, tek tür içeren dikimlerin yapılması, dikilen türe hassas patojenler için bulunmaz bir fırsat olmaktadır. Bu durumlarda hastalık hiçbir engel tanımadan kolayca yayılış gösterebilmektedir. Son yıllarda dünya genelinde, özellikle orman fidanlıkları ve plantasyon sahalarında artım kayıpları, odun kalitesinin düşmesini ağaç ve izleyen fidan ölümleri ile sonuçlanabilen, çeşitli hastalıklar ormanların sağlığını, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini tehdit edecek

boyutlara ulaşmış durumdadır. Hastalık etmenlerinin doğru ve güvenilir olarak teşhis edilmesi ise bunlarla etkili mücadelenin en önemli adımıdır. Orman hastalıklarının tespitinde ve teşhisinde geleneksel olarak belirtilerden, hastalık etmenlerinin gövde, kök, sürgün veya ibre gibi organlar üzerinde ya da etmenin kültür ortamına izolasyonu sonrasında besi ortamında oluşturduğu generatif ve vejetatif yapılarının özelliklerinden faydalanılmaktadır. Hastalıkların orman alanlarında, fidanlıklarda yaygınlıklarının ve zarar şiddetlerinin belirlenmesi, hastalıklarla mücadelenin ekonomik olup olmadığının tespitinde son derece önemlidir (Tunalı, 2016).

Funguslar çok çekirdekli, ökaryotik filamentli ya da ender olarak bir hücreli organizmalardır (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1999). Eşeyli ve eşeysiz üreyebilen funguslar, bünyelerinde klorofil bulundurmazlar ve heterotrofturlar (Oskay, 2007). Hemen hemen her ortamda yaşama yeteneğine sahip olan funguslar esas olarak toprak üzerindeki bitki ve organik katmanda aktif bir yaşama sahiptirler. Genel olarak, funguslar orman ağaçlarında doğrudan ve dolaylı olarak kök çürüklüğüne ve dolayısıyla da büyük ekonomik kayıplara neden olurlar.

Orman ekosistemlerinde önemli bir canlı grubu olarak kabul edilen funguslarla ilgili dünyada çok yoğun araştırmalar yapılmaktadır (Wicklów ve Whittingham, 1978; Hasenekoğlu ve Azaz, 1991; McCulley ve Burke, 2004).

Armillaria mantarları, doğal orman ekosistemlerinde, gençleştirme alanlarında ve asma bahçelerinde hem angiosperm hem de gymnosperm üzerinde yaygın olarak bulunan odun çürüklük patojenlerinden biridir (Worrall, 2004; Keça, Karadzić ve Woodward, 2009). Kök çürüklüğü sonucu bitkilerin yapraklarında küçülme, sarı, daha sonra kahverengiye dönme gibi renk değişikliği, dallarda geriye doğru ölümler, sürgün ve yeşil aksamalarda genel olarak bir azalma şeklinde hastalık belirtileri ortaya çıkmaktadır. İbrelili ağaç türlerinde hastalık etmeninin ortaya çıktığı bölgelerde bol miktarda reçine sızıntısı olduğu gözlemlenmiştir.

Armillaria mellea'nın neden olduğu *Armillaria* kök çürüklüğü enfeksiyonları bitki canlılığının azalmasına, meyve kalitesinin düşmesine ve hastalığın son aşamasında bitkilerde ölümler meydana gelmesine neden olmaktadır. Ayrıca hastalığa karşı enfeksiyon sonrası mücadele olanağı bulunmaması nedeniyle hastalığın yayılmasının ve kayıpların önüne geçilememektedir (Pertot, Gobbin, Luca ve Prodorutti, 2008). Hastalığa yakalanan ağaçlarda sürgün oluşumu azalır, yapraklar sararır, dökülür ve ağaçlar tamamen kurur.

Hafif asit topraklar mantarın gelişmesi için uygun olup ağır alkali ve tuzlu topraklar

uygun değildir. Fakir, kötü drenajlı topraklarda yetişen ya da başka nedenlerle zayıf düşmüş ağaçlara zararı oldukça büyüktür. Ancak bu patojenin hangi şartlar altında büyük zararlar verdiği tamamen tespit edilememiş olsa da bitkileri parazite etme kabiliyeti bakımından farklı birçok fizyolojik ırkları olduğu düşünülmektedir (Bozkurt, Erdin ve Ünlügil, 1995).

Armillaria kök hastalığı dünyadaki çoğu doğal orman ve plantasyonda görülmektedir (Shaw ve Kile, 1991). Ayrıca meyve bahçelerine, bağlara ve bahçe bitkilerine de zarar vermektedir. Farklı patojeniteye sahip altı *Armillaria* türü, Avrupa genelinde doğal ormanlarda ve tarlalarda yaşamaktadır (Guillaumin, Legrand, Lung-Escarmant ve Botton, 2005). *Armillaria* türleri oldukça karmaşık bir yaşam döngüsüne sahiptir. Kök çürümesine, kambiyal dokuların nekrozuna ve ağaçların azalmasına neden olurlar. Rizomorfların oluşumu, düşmanlarla ve rakiplerle savaşmanın başka bir yoludur. Rizomorf iplikçiklerinin ince ve jel kıvamındaki kabuk tabakasından çıkan hifler oduna öz ışınlarından girerek parانشim hücrelerine, özellikle enine reçine kanallarında gelişir (Selik, 1986) ve önce öz sonra diri oduna zarar verir. Çürüklüğün ilk devresinde odun, suda ıslanmış gibi soluk bir renk alır, daha sonra bunu açık kahverengi renklenme izler. Çürüklüğün ileri safhasında odun kısmı açık sarımsı ya da beyaz renkli, yumuşak ve süngerimsi bir görünüm alır. İğne yapraklı ormanlara arız olan *Armillaria mellea* mantarı nedeniyle hastalık ve ölümlerin giderek genişlediği desen merkezleri oluşur. Hastalık merkezleri içinde ve onların genişleyen kısımlarında bulunan saf ya da karışık ormanlar etkilenir. Desen merkezleri 400 ha gibi büyük sahaları etkileri altına alabilirler (Williams, Shaw, Wargo ve Sites, 1986) Hem öz hem de diri odunda çürüklük yapar.

Özellikle kurak geçen yıllarda tehlikeli olan (Selik, 1973) mantar, genç ibreli ormanlarda yaptığı tahribatla tanınır. Aşırı giden yaz kuraklıkları fungusun zararının artmasına sebep olur. İbreli-yapraklı karışık orman topraklarında bol rizomorf mevcut olduğundan bu tip zararlar özellikle karışık ormanlarda daha fazladır (Selik, 1986). Burada çok sayıda ağacı öldürerek meşcere dahilinde boşluklar meydana getirir (Berker, 1936). Bu türün ağaçlandırma alanlarında fidanları tahrip ettiği, orman ağaçlarında parazit olması ve nemli ortamlarda kesilmiş ağaçlarda dahil zararın büyük olduğu ifade edilmektedir (Sümer, 1977; 1982). Baltalıklarda meşe kütükleri bu mantar yüzünden ölür (Berker, 1936). Yapraklıdan ibreliye çevrilen meşcerelerde mantarın tahribatı çok fazladır. Zira mantar burada eski yapraklı ağaç kütüklerinde saprofit olarak yaşadığı gibi, genç ibreli ağaçların yetiştirme yerlerine uymamaları ve tıraşlama sahasında bulunan gayri sıhhi şartlar altında bekletilmeleriyle böcek, don gibi tehlikelere maruz

kalmalarına sebep olur (Berker, 1936). Yanlış gübreleme neticesi zayıf düşen meyve bahçelerinde de mantar zararı fazla olmaktadır (Selik, 1986).

Armillaria'nın biyokontrolü üzerine yapılan çalışmalardan, *Armillaria*'nın en kapsamlı olarak incelenen antagonistlerinin *Trichoderma* türleri olduğu sonucuna varılabilir (Hagle ve Shaw, 1991). *Trichoderma* türleri, Dünya'nın her tarafında geniş bir şekilde yayılmış olup, hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda bulunmaktadır. Bu fungus çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotiumlardan veya fungusların diğer üreme organlarının üzerinden izole edilebilmektedir (Papavizas, 1985). Günümüze kadar 90' ın üzerinde *Trichoderma* türü belirlenip teşhis edilmiştir (Druzhinina ve Kubicek, 2005; Samuels, 2006). Ancak taksonların isimlendirme verilerini düzenleyen indexfungorum.org' a göre 388 *Trichoderma* türü vardır (Anonim, 2021a).

Bir toprakta hastalık etmeni ve hassas bitki bir arada bulunmasına rağmen hastalık ortaya çıkmayabilir. Bunun nedeni etmenin rakip ve düşmanlarının da (antagonist) aynı ortamda bulunmasından kaynaklanmaktadır. *Armillaria* spp.'nin antagonisti ve küf mantarı olan *Trichoderma viride*, salgıladığı viridin maddesi ile antagonizm etkisi oluşturarak hiflere ve rizomorflara dadanır ve *Armillaria* türü mantarların gelişimini engeller (Sümer, 2008).

Bu çalışmanın amacı, *in vitro* koşullarında topraktan ve enfekte rizomorflardan izole edilmiş *Trichoderma* türünün *Armillaria* türlerinin biyokontrolünde antagonistik etkilerini araştırılıp gelecek yıllarda ormanlarda bu biyolojik mücadele yöntemi uygulanarak ülkemiz orman ve tarım alanlarına katkı sağlamaktır.

1.1. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm

Armillaria mellea yenilebilir bir mantar olup mantarın şapka çapı 3,5 - 12 cm genişliğinde, sapı 7 - 20 cm uzunluğunda ve 5 - 20 mm çapındadır (Tekel, 2020). Spor ölçümleri OLYMPUS BX51 model ışık mikroskobu ile yapılmıştır. Sporları 6,15 - 9,85 x 4,27 - 6,63 μm ' dur. Kümeler halinde beliren üreme organları şapka ve saptan oluşur (Şekil 1.1.a). Şapka yuvarlak önceleri tümsek ve merkezinde yumrulu, yaşlandıkça yayvanlaşır veya az olarak basıklaşır. Şapka gençken özellikle merkezde olmak üzere küçük kahverengimsi kırmızımtrak sarı pulludur. Bu pullar genç mantara kadifemsi tüylü bir görüntü sağlar, yaşlandıkça pullar sadece merkezde kalır ve diğer kısımlarda yavaş yavaş kaybolur. Kenarları merkezden daha soluk renkli ve yukarı kıvrıktır

(Sümer, 1982;1987).



Şekil 1.1. *Armillaria mellea*' nın a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali.

Düzce Üniversitesi Kampüs Ormanı Meşe - Kayın meşceresinde fındık ocağı altında, 40°54'38.90"K - 31°10'19.25"D koordinatlarında, 278 m rakımda toplanmış olup 21.10.2019 tarihinde misel ve rizomorflar inokule edilmiş sonra izolasyon işlemleriyle 05.04.2021 tarihinde kültüre alınmıştır (Şekil 1.1.b).

Ülkemizde *Castanea sativa* M., *Fagus orientalis* L., *Carpinus* L., *Populus* L., *Quercus* L., *Alnus* M., *Corylus* L., *Salix alba* L., *Juglans* L., *Cedrus* D., *Pinus* L., *Prunus persica* L., *Malus domestica* B., *Prunus avium* L., *Citrus aurantium* L., *Citrus sinensis* L., *Poncirus trifoliata* L., *Vitis vinifera* L. ve *Abies* M. türleri üzerinde tespit edilmiştir. Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Düzce, Edirne, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Iğdır, İstanbul (Belgrad Ormanı), İzmit, İzmir, Karabük, Karaman, Kastamonu, Kırklareli, Kocaeli, Konya, Manisa, Muğla, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon, Uşak, Zonguldak' ta görülmüştür (Bremer, İşmen, Karel ve Özkan, 1948; Lohwag, 1964; Selik, 1973 ve 1973a; Sümer, 1977 ve 1982; Balcı, 1996; Erkal, 1996; Stojchev, Asan ve Gücin, 1998; Bilir, 2000; Gezer, 2000; Doğan, 2001; Öztürk, Kaşık, Doğan ve Aktaş, 2003; Pekşen ve Karaca, 2003; Türkekul, 2003; Afyon, Yağız ve Konuk, 2004; Afyon, Konuk, Yağız ve Helfer, 2005; Ersel, 2005; Köstekci , Yamaç ve Solak, 2005; Yağız, Afyon ve Konuk, 2005; Yağız, Afyon, Konuk ve Helfer, 2006; Doğan ve Öztürk, 2006; Doğan, Öztürk, Kaşık ve Aktaş, 2007; Allı, Işıloğlu ve Solak, 2007; Çelik, Uşak, Gezer ve Türkoğlu, 2007; Gezer , Işıloğlu, Türkoğlu ve Allı, 2007; Gezer , Ekici ve Türkoğlu, 2008; Sesli, 2007; Solak, Işıloğlu, Kalmış ve Allı, 2007; Türkekul, 2008; Türkoğlu, 2008; Ekmekçiler, 2009; Karakaya, 2009; Kaya, 2009 ve Kaya, 2009a).

Dünya üzerinde Avrupa; Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Belarus, Bosna Hersek,

Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Korsika, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsviçre, İtalya, Sicilya, Kuzey Makedonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Azorlar, Romanya, Rusya, Sırbistan ve Karadağ, Slovakya, Slovenya, Ukrayna, Yunanistan, Asya; Japonya, Kuzey Hindistan, Malaya, Kıbrıs, Seylan, Suriye, Türkiye, Amerika; ABD, Kanada, Meksika, Jamaika ve Kolombiya, Okyanusya; Avustralya, Fiji, Yeni Zelanda, Afrika; Fas, Gana, Güney Afrika, Kenya, Kongo, Malayi, Nijerya, Runion, Çikolata Adaları, Rodezya, Tanzanya, Tunus, Uganda, Zambiya' da yayılış göstermektedir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1998).

1.2. *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime

Mantarın şapka çapı 4 - 10 cm, sap 5 - 8 cm uzunluğunda ve 0,8 - 1,2 cm çapındadır. Spor ölçümleri OLYMPUS BX51 model ışık mikroskobu ile yapılmıştır. Sporları $5,20 - 5,67 \times 3,62 - 4,08 \mu m$ ' dur. Şapka kırmızımsı sarı, esmer ve koyu kahverengi şeklinde değişkendir. Koyu renkli ve merkeze doğru daha sık olan lifsi pullarla örtülüdür. Önceleri tümsek, daha sonra yayvanlaşmış sığ olarak huni şeklini alır (Şekil 1.2.a). Etli kısım beyaz, ince ve katıdır. Sap soluk kırmızımsı sarı veya esmerdir (Kaba, 2002).



Şekil 1.2. *Desarmillaria tabescens*' in a) Genel görünüşü, b) Kültüre alınmış hali.

Düzce Üniversitesi Beçi Kampüsü Meşe Üst yol üzerinde, $40^{\circ}54'34.51''K - 31^{\circ}10'29.26''D$ koordinatlarında, 305 m rakımda bulunmuştur. 05.04.2021 tarihinde kültüre alınmıştır (Şekil 1.2.b).

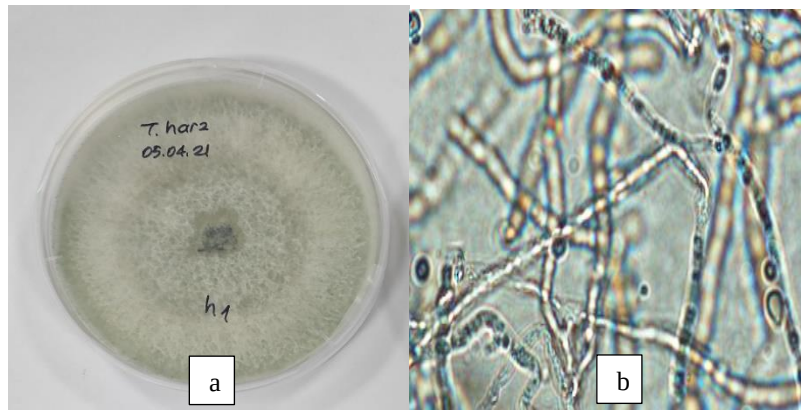
Ülkemizde *Quercus*, *C. sativa*, *Populus tremula* L. ve *Prunus* L. türleri üzerinde Antalya, Aydın, Balıkesir, Bolu, Çanakkale, Denizli, Düzce, Edirne, Elazığ, Erzurum, Eskişehir, İçel, İstanbul (Belgrad Ormanı), Karabük, Malatya, Manisa, Muğla, Samsun

ve Zonguldak' ta bulunmuştur (Selik ve Sümer, 1982; Aşkun, 1996; Stojchev, Asan ve Gücin, 1998; Gezer, 2000; Pekşen ve Karaca 2003; Afyon, Konuk, Yağız ve Helfer, 2005; Dabancalı, 2005; Allı, Işıloğlu ve Solak, 2007; Çelik, Uşak, Gezer ve Türkoğlu, 2007; Solak, Işıloğlu, Kalmış ve Allı, 2007; Gezer, Ekici ve Türkoğlu, 2008; Türkoğlu, 2008).

Dünyada Avrupa' da Almanya, Arnavutluk, Çek Cumhuriyeti, Fransa (Korsika dahil), Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya, Karadağ, Portekiz, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Ukranya, Yunanistan, Asya'da Çin, Hindistan, Japonya, Kuzey Kore, Malezya, Nepal, Türkiye ve Fiji, Afrika' da Madagaskar, Malavi, Mauritius, Tanzanya, Zimbabve Amerika' da ABD, Brezilya, Meksika, Panama ve Trinidad - Tobago' da ormanlık alanlarda yayılış göstermektedirler (Hasagawa, Ota, Hattori, Sahashi ve Kikuchi, 2011).

1.3. *Trichoderma harzianum* Rifai

Trichoderma harzianum hızlı büyümesi ve gelişmesi nedeniyle biyolojik bir kontrolör olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. *T. harzianum* bitki patojenlerinin ipliksi bir mantar antagonistidir, fitopatojenik mantarların neden olduğu hastalıkların biyolojik kontrolünde kullanılır. Makroskopik düzeyde, koloniler beyaz-yeşil veya sarı-yeşil renkleriyle kolayca tanınmaktadır (Şekil 1.3.a). Ayrıca conidia bulunan bölgelerde eş merkezli halkalar gözlenir ve kolonilerin arka yüzünde renklenme sarı, kehribar veya yeşilimsi sarıdır. Sporları OLYMPUS BX51 model ışık mikroskobu ile yapılmış olup $1.96 - 3.04 \times 2.46 - 3.65 \mu\text{m}$ ' dur (Şekil 1.3.b).

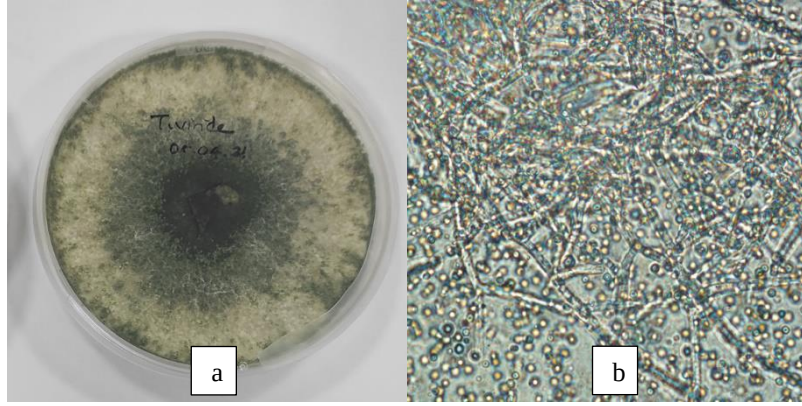


Şekil 1.3. *Trichoderma harzianum*' un a) Kültüre alınmış hali, b) Sporlar.

Biyofungisit, biyo gübreleme ve biyo-uyarıcı özelliklerinden dolayı tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.4. *Trichoderma viridescens* (A.S. Horne & H.S. Will) Jaklitsch & Samuels

Trichoderma viride, mitozla aseksüel olarak spor üreten bir küftür (Şekil 1.4.a). Mantar patojenlerinin neden olduğu çeşitli hastalıkların baskılanması için tohum ve toprak tedavisinde kullanılmaktadır. Sporları OLYMPUS BX51 model ışık mikroskobu ile yapılmış olup $2.30 - 2.58 \times 2.30 - 3.75 \mu\text{m}$ ' dur (Şekil 1.4.b).



Şekil 1.4. *Trichoderma viride*' nin a) Kültüre alınmış hali, b) Sporlar.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. ÇALIŞMA ALANININ TANIMI

Düzce ili, Bolu ilinin kuzey ve kuzeybatısında Sakarya ilinin kuzeydoğusunda ve Zonguldak ilinin güneybatısında yer alır. Deniz seviyesinden yüksekliği 160 metre civarındadır. Güneyinde bulunan dağlar, Keremali, Elmacık, Güney Bolu ve Sünnice dağlarıdır (Anonim, 2021b).

Düzce ilinin kuzeyinde Düzce Üniversitesi Kampüsü bulunmaktadır. Çalışma alanı Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesinde (40°54'K - 31°10'D) yer almaktadır. Rakım 278 m ile 307 m arasında değişmektedir. Bu alan Düzce Üniversitesinin eğitim ve rekreasyonel amaçlı kullanım alanı içindedir. Bu amaçlara yönelik orman içinde işlemler yapılmaktadır (Harita 2.1).



Harita 2.1. Çalışma alanı.

Düzce Üniversitesi Konuralp Kampüsü ormanları genel olarak üç farklı meşe türü saçlı meşe (*Quercus cerris* L.), Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve Macar meşesi (*Quercus frainetto* T.) ile *F. orientalis*, *Pinus* L. türleri bulunmaktadır. Çalı türleri olarak, *Juniperus communis* L., *Phillyrea latifolia* L., *Cretagus monogyna* J., *Rubus hirtus* W.

& K., *Arbutus unedo* L., *Paliurus spina-christi* P. M. , *Pistacia terebinthus* L., *Mespilus germanica* L., *Cornus mas* L., *Hypericum origanifolium* W., *Cistus creticus* L., *Rosa canina* L. ve *Ruscus aculeatus* L. gözlenmiştir. Bu alan Düzce Üniversitesinin eğitim ve rekreasyonel amaçlı kullanım alanı içindedir. Bu amaçlara yönelik orman içinde işlemler yapılmaktadır.

2.2. İKLİM

Düzce ilinde önemli oranda Karadeniz iklimi etkilidir. Karadeniz iklimi ile birlikte Akdeniz ve Karasal iklimleri arası geçiş özelliği gösterir. Bazı durumlarda batıdan komşu olduğu Marmara iklimi etkileri de hissedilir. Yaz aylarında Azor yüksek basıncından Basra alçak basıncına doğru oluşan hava akımında kuzey batıdan gelerek havanın serinlemesine, yamaç yağışlarının oluşmasına etki eder. Kuzey yönlü bu tip hava akımları Karadeniz üzerinden geldiğinden yağış ve nem getirirler (Anonim, 2021b). Düzce etrafının dağlarla çevrili olması rüzgâr hızlarının azalmasına ve kış aylarında sis oluşmasına ve geç dağılmasında etkisi olur. Düzce iline ait son üç yıllık iklim verileri Çizelge 2.2.' de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Düzce ili meteoroloji verileri¹.

Rasat Yılı	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Yıllık ortalama Nispi Nem (%)	Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)
2019	927,3	76,1	14,8
2020	699,6	75,5	15,0
2021	911,7	75,6	14,9

2.3. TOPRAK YAPISI

Düzce ovasının hemen tümünde I. sınıf alüvyal toprak bulunmaktadır. Alüvyal topraklar, yüzey sularının tabanlarında ya da etki alanında akarsular tarafından taşınarak yığılmış bulunan genç sedimentler üzerinde yer alan düz, düze yakın eğimli, (A) C profilli, azonal topraklardır. Çeşitli zamanlarda gelen sedimantasyonun şiddetine göre

¹ T.C. Düzce Valiliği Meteoroloji Müdürlüğü rasat bilgileri, 14.09.2021 tarih ve 79508 sayılı yazısı.

toprak profili genellikle tabakalıdır. Üst toprağın alt toprağa geçişi belirsizdir. Üzerinde uzun yıllar geçen yerlerde hafif kireç yıkanmaları vardır. Ayrıca yer yer bulunan hidromorfik alüvyal araziler, sürekli su tutan, su sızan ya da fazla su aldıklarından uzun süre bataklık kalabilen yerler vardır. Düzce kent yerleşiminin üzerinde bulunduğu alüvyal topraklar çevresinde kolivyal ve kalkersiz kahverengi orman toprakları yer almaktadır. Kolivyal topraklar, yüzeysel akımla ya da yan derelerin kısa mesafelerde taşıyarak eğimin azaldığı yerlerde depo ettiği, materyallardan oluşan (A) C profilli topraklardır. %2' den fazla eğimli düzgün topoğrafyalı arazilerde bulunmaktadır. Kalkersiz kahverengi topraklarda (A) C profillidir. İyi oluşmamış gözenekli yapısı olan A horizonundaki organik madde genellikle asit karakterlidir ve mineral kısımdan ayrı ya da çok az karışmış durumdadır. Ilıman ve yağışlı iklimde bulunan yaprağını döken orman altısında oluşmaktadır. Yöredeki çukur alanlarda oluşan, eğimi az, derin alüvyal topraklardır. Bu tür topraklar Düzce ovasında geniş alanlar kaplar. Ova eğimsiz ve %75 oranında tarıma elverişli niteliktedir. Alüvyal topraklar genellikle, kumlu killi topraklar grubuna girer. Kum oranı %50 dolayında olan, organik madde ve karbonat bakımından zengin bulunan alanlar, daha nitelikli olduklarından pancar tohumu, patates tohumu, patates, sebze ve meyve üretimine; organik madde ve karbonat yönünden daha az zengin olan kesimler ise, tahıl üretimine elverişlidir (Anonim, 2021b).

2.4. FLORA ve FAUNA

Karadeniz bitki örtüsü zenginliğini kent çevresindeki doğala yakın alanlarda gözlemek mümkündür. Ancak yerleşimlerin gelişmesi ile hızlı değişimler oluşmaktadır. Eurosibirian bitki örtüsü yanı sıra iklim özelliklerinin daha uygun olması nedeniyle Submediterranean bitki örtüsüne de rastlanmaktadır. Sahildeki makiliklerin dağlık alanlardaki orman örtüsüne geçişini sağlayan Düzce ovasında, kültür bitkileri yetiştiriciliği ile değişim görülmektedir. Verimli tarım topraklarının yer aldığı bir çöküntü ovası olarak ekolojisine uygun her tür tarım yapılabilir. Endüstri bitkileri ve özellikle tütün için uygundur. Doğal bitki örtüsü, alan kullanımlardaki çeşitlilik nedeniyle değişime uğramaktadır.

Düzce ve çevresinde av hayvanlarının pek çoğu yaşam ortamı bulmaktadır. Ancak bunlardan bazılarının çeşitli nedenlerle sayıları azalmış ya da yok olmuşlardır. Yöre avcılarının belirlediklerine göre; ağaç sansarı, gelincik, tilki, kurt, çakal, porsuk, geyik, karaca, ayı, tavşan, su samuru ve çeşitli kuş türleri bulunmaktadır. Efteni Gölü yaban

hayatı koruma alanı olarak tescil edilmiş yaklaşık 150 civarında kuş türünü barındıran önemli bir sulak alandır.

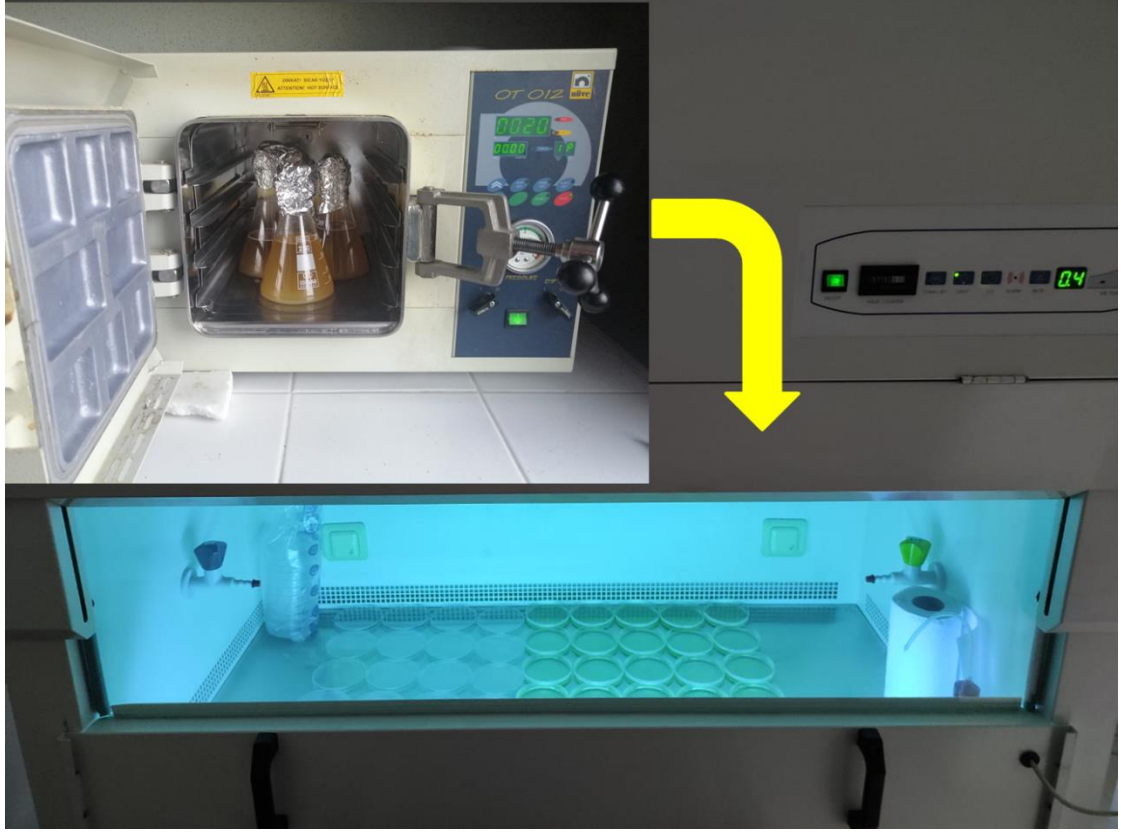
Bölge ormanlarında zengin bitki örtüsü olarak başta *F. orientalis* olmak üzere, *Carpinus*, *C. sativa*, *Quercus*, *Tilia* L., *Platanus* L., *Corylus avellana* L. , *Fraxinus* L., *P. tremula* ve *S. alba* bulunur. Yaklaşık 600 m rakımdan sonra iğne yapraklılar görülmeye başlar. *Abies* M., *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* J. F. A. ormanlarda görülen iğne yapraklı ağaçlardandır. Dar kıyı şeridinde Akdeniz türlerinden makiler gözlemlenir. Katran ağacı, funda, sumak, taflan, kızılçık, tesbih, sarmaşık kıyılarda görülen maki türleridir. Orman altı florasında yer alan türler: böğürtlen, ormangülü, kızılçık, karayemiş, şimşir, funda, alıç, kuşburnu, ateş dikenidir (Anonim, 2021b).

2.5. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Trichoderma türlerinden *Trichoderma harzianum* Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünden (FS 19) *Trichoderma viride* ise Düzce Üniversitesi Konuralp Kampüsünden temin edilmiştir. *Armillaria mellea* ve *Desarmillaria tabescens* Düzce Üniversitesi Konuralp Kampüsü Ormanından 2019-2021 yıllarında toplanarak Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı laboratuvarında kültüre alınmıştır. Çalışmalara 2021 yılının Mart ayında başlanması planlanmıştır. Laboratuvar çalışmaları üç aşamadan oluşmaktadır.

2.5.1. Besi ortamının hazırlanması

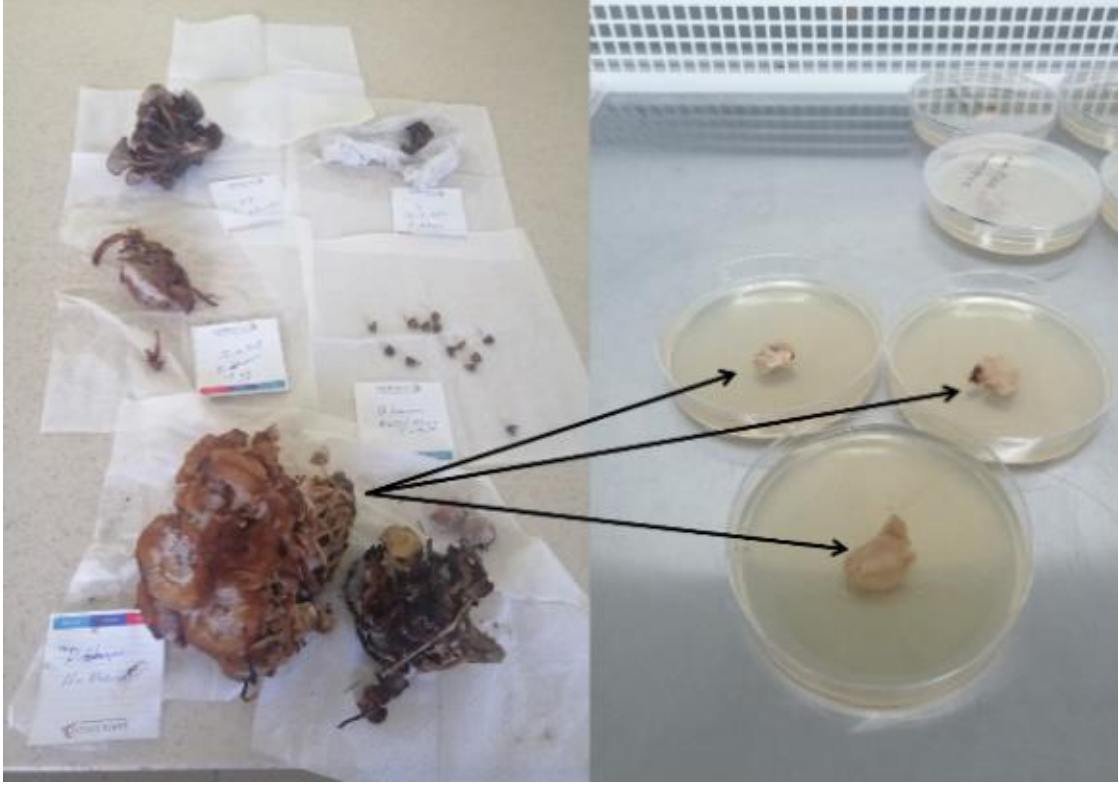
İlk aşamada, petri kaplarında Patates Dekstrozu Agar (PDA) üzerinde mantar kültürü için ortam hazırlanmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.5.1. Besi ortamının hazırlanması.

2.5.2. Kültürlerin hazırlanması

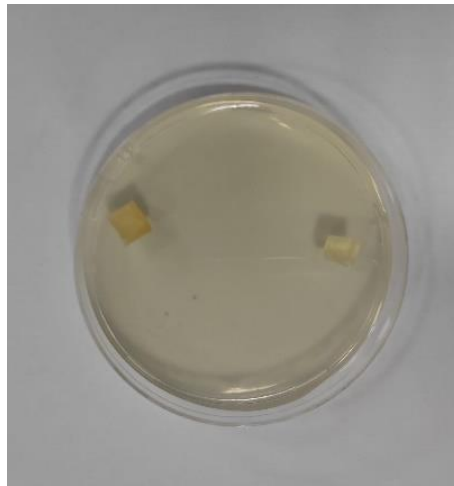
İkinci aşamada *Armillaria* ve *Desarmillaria* kültürleri önceden hazırlanan patates agarı besisi ortamının bulunduğu petri kaplara aşılansarak iklimlendirme dolabında (25 ± 2 °C sıcaklık, %34-40 nem) inkübasyona tabi tutulmuştur (Şekil 2.2). Petri kabın içerisinde bulunan beyaz fungus tabakası tüm besiyeri kapladığında, petriler alınarak buzdolabında +5 °C saklanmıştır.



Şekil 2.5.2. *Armillaria* kültürlerinin hazırlanması.

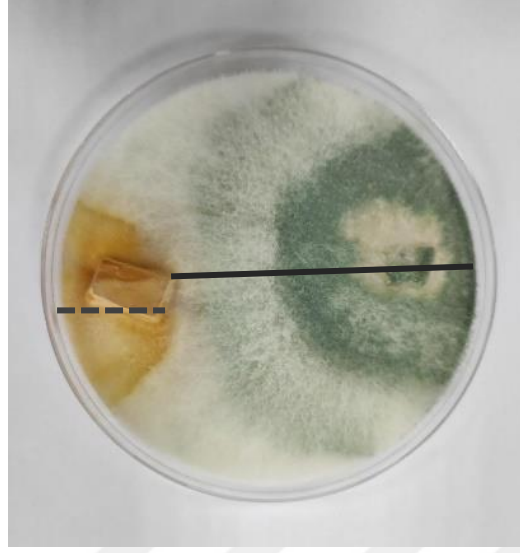
2.5.3. *Armillaria* ve *Trichoderma* kültürlerinin hazırlanması

Son olarak antagonistik etkilerini incelemek için *D. tabescens* ve *T. harzianum* kültürlerinden kesilen yaklaşık 1 cm' lik diskler, petri kaplarının bir tarafına PDA ile yerleştirildi ve 25 ± 2 °C' de, %34-40 nemde 5-7 gün inkübe edildi (Şekil 2.3). Benzer prosedürler, *Trichoderma* türleri tarafından kolonizasyonun değerlendirilmesi için *T. viride* ve *A. mellea*' ya da uygulandı.



Şekil 2.5.3. *D.tabescens* ve *T. harzianum* kültürlerinin besi ortamına yerleştirilmesi.

Trichoderma, *Armillaria* ve *Desarmillaria* türlerinin büyüme ölçümleri 9 gün boyunca günlük olarak kaydedildi (Şekil 2.4).



Şekil 2.5.3. *Trichoderma harzianum*' un *Desarmillaria tabescens* türü üzerinde yayılması.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile *Trichoderma*' nın rizomorflarda penetrasyonu ve sporlanması, rizomorfların *Trichoderma* miselyumları tarafından kolonizasyonu, rizomorf dokusunun boşalması gözlemlenmiştir. İstatistiksel analiz IBM SPSS Statistics (V22) kullanılarak yapılmıştır. Büyüme verileri tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiş olup Post hoc analiz için Games-Howell testi seçilmiştir.

Keca (2009) Sırbistan' daki doğal orman ekosistemlerinde ve plantasyonlarında bulunan yedi antagonistik mantar ile beş *Armillaria* türü arasındaki etkileşimleri kontrol etmek için çalışma yapmıştır. Test edilen izolatlar, petri kaplarında MEA (%2) üzerinde büyütülmüştür. Soliter büyüme sırasında büyüme hızı oranı tüm türler için ölçülmüştür. *Armillaria* büyümesiyle ilgili tüm testler 22°C' de gerçekleştirilmiştir. *Armillaria* ve yedi antagonistik ve çürüyen mantar arasındaki etkileşim, 20 g (Merck, Darmstadt, Almanya) malt ve 20 g agar (Torlak, Belgrad, Sırbistan) içeren MEA üzerindeki petri kaplarında değerlendirilmiştir. Tüm çiftleşme 10 kopya halinde gerçekleştirilmiştir. İyi gelişmiş mantar kolonisinin ucundan miselyum içeren parçalar (10x10 mm) yaklaşık 2 cm aralıklarla yerleştirilmiştir. Daha hızlı büyümeleri nedeniyle antagonistik mantarlar, *Armillaria* izolatlarından iki hafta sonra kaplanmıştır. *Armillaria*' nın ilk iki haftadaki büyümesi, kolon karışımındaki büyümenin hesaplanmasına dahil edilmemiştir. Petri kapları Parafilm® ile kapatılmış ve 22°C' de karanlıkta inkübe edilmiştir. Etkileşimler yedi hafta (yaklaşık 45 gün) boyunca birer haftalık aralıklarla test edilmiştir. Büyüme

inhibisyonunun değeriendirilmesi, MEA' da (%2) karışık kùltürde (r) büyüme ve saf kùltürde (R) büyüme oranı olarak hesaplanmıştır. Analizler Varyans analizi ve Duncan testi ($p<0.05$) ile yapılmıştır.

İran' da meyve ağaçlarında *Armillaria mellea*' nın biyokontrolünde *Trichoderma* türlerinin antagonistik etkileri çalışmasında, *Trichoderma*' nın *Armillaria*' nın biyokontrolünde antagonistik etkileri araştırılmıştır. *Armillaria mellea*, kiraz ve badem ağaçlarının enfekteli kök ve izmaritlerinden izole edilmiş ve eşleştirme testleri yöntemi ile tanımlanmıştır. *Trichoderma* türleri, rizomorflardan ve *Armillaria* ile enfekte olmuş köklerin toprağının çevresinden elde edilmiştir. Tanımlanan *Trichoderma* türleri, *T. virens* (dokuz izolat) ve *T. harzianum* (üç izolat)' dur. Antagonist etkileri incelemek için *Trichoderma* diskleri *Armillaria* kùltürlerine yerleştirilmiştir. *Trichoderma*' nın tüm izolatları 5-7 gün içinde *Armillaria* kolonilerini kolonize etmiştir. *Trichoderma* izolatlarının uçucu bileşikleri, *Armillaria* koloni büyümesini ve rizomorf oluşumunu inhibe etmiştir. Biyokontrol mekanizmaları ışık ve taramalı elektron mikroskobu ile araştırılmıştır, bunlar arasında rizomorflarda *Trichoderma* hiflerinin penetrasyonu, rizomorfların *Trichoderma* miselyumları tarafından kolonizasyonu, rizomorfların apeks meristemik merkezinin ve apikal tomurcuklarının kolonizasyonu, *Trichoderma*' nın dış ve iç yüzeyinde sporlanması, rizomorf dokunun dejenerasyonu ve parçalanması ve rizomorf içeriğinin boşaltılması incelenmiştir.

2.5.4. Verilerin Analizi

Trichoderma türlerinin *Armillaria mellea* ve *Desarmillaria tabescens*' in gelişimi üzerindeki etkilerini değeriendirmek için faktöriyel ANOVA analizi kullanılmıştır. Etkileşimlerin ortalamalarını karşılaştırmak için varyansların homojen olmadığı durumlarda kullanılan Games - Howell çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistik anlamlılık düzeyi olarak 0.05 alınmıştır ve $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Veriler IBM SPSS Statistics (V22) paket programı ile analiz edilmiştir.

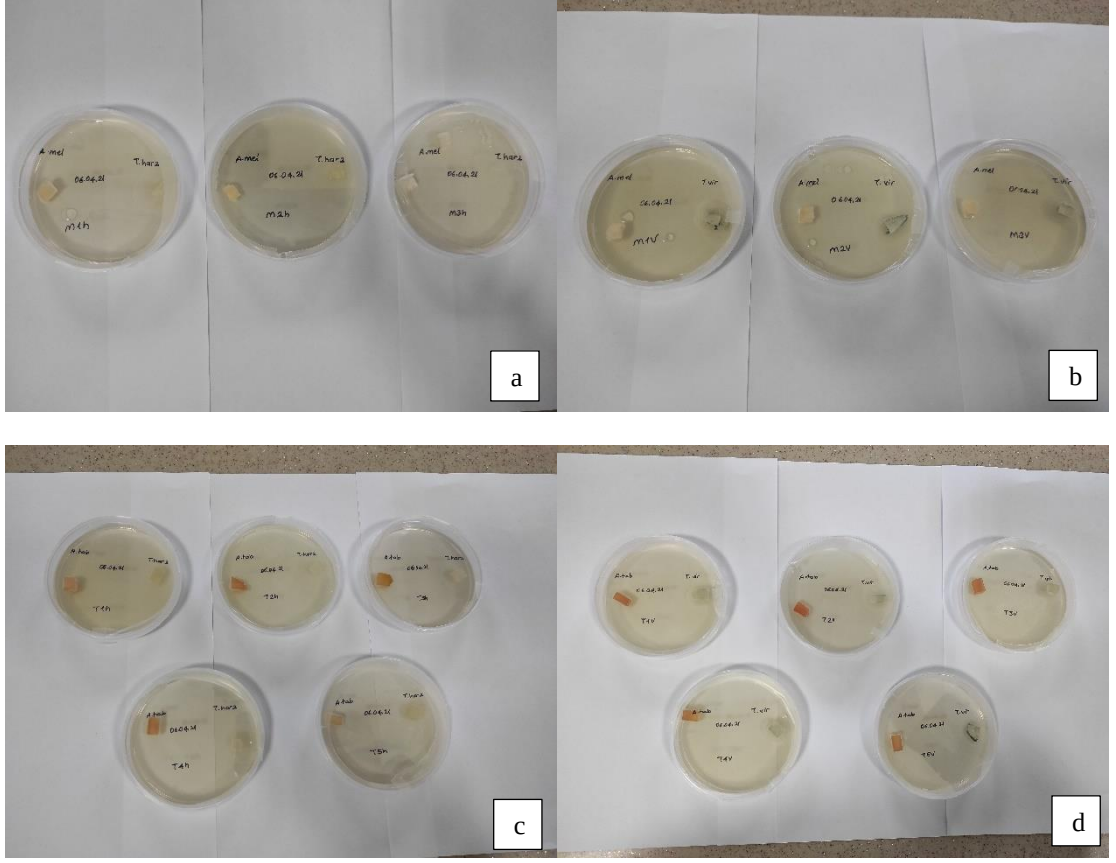
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

In vitro koşullarında *Trichoderma*, *Armillaria* ve *Desarmillaria* türleri monokültür olarak, *Trichoderma* türleri (Beş tekerrürlü; Tr1+A, Tr2+A, ve kontrol), *Armillaria* ve *Desarmillaria* kültürlerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).

Antagonistik ilişkilerini incelemek için inkübe edilen fungusların kültüre alınma tarihleri ve adetleri Çizelge 3.1.' de verilmiştir. 25 ± 2 ° C' de inkübe edilen koloniler on beş gün boyunca kolonizasyon türü ve oranı açısından incelenmiştir.

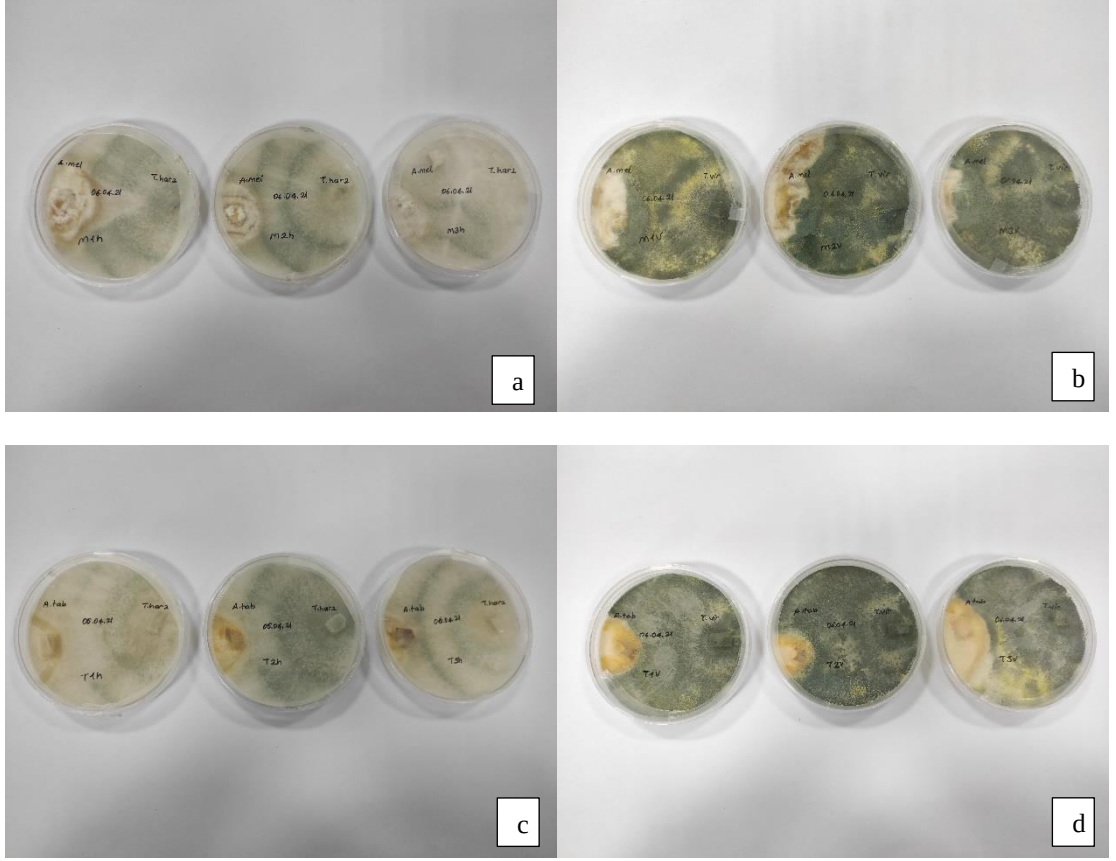
Çizelge 3.1. Kültüre alınan funguslara ilişkin bilgiler.

Tarih	Tür	Adet
30.03.2021	<i>T. harzianum</i> - <i>A. mellea</i>	15
05.04.2021	<i>A. mellea</i>	15
	<i>D. tabescens</i>	15
	<i>T. harzianum</i>	15
	<i>T. viride</i>	15
06.04.2021	<i>T. harzianum</i> - <i>D. tabescens</i>	15
	<i>T. viride</i> - <i>D. tabescens</i>	15
08.04.2021	<i>T. viride</i> - <i>A. mellea</i>	15



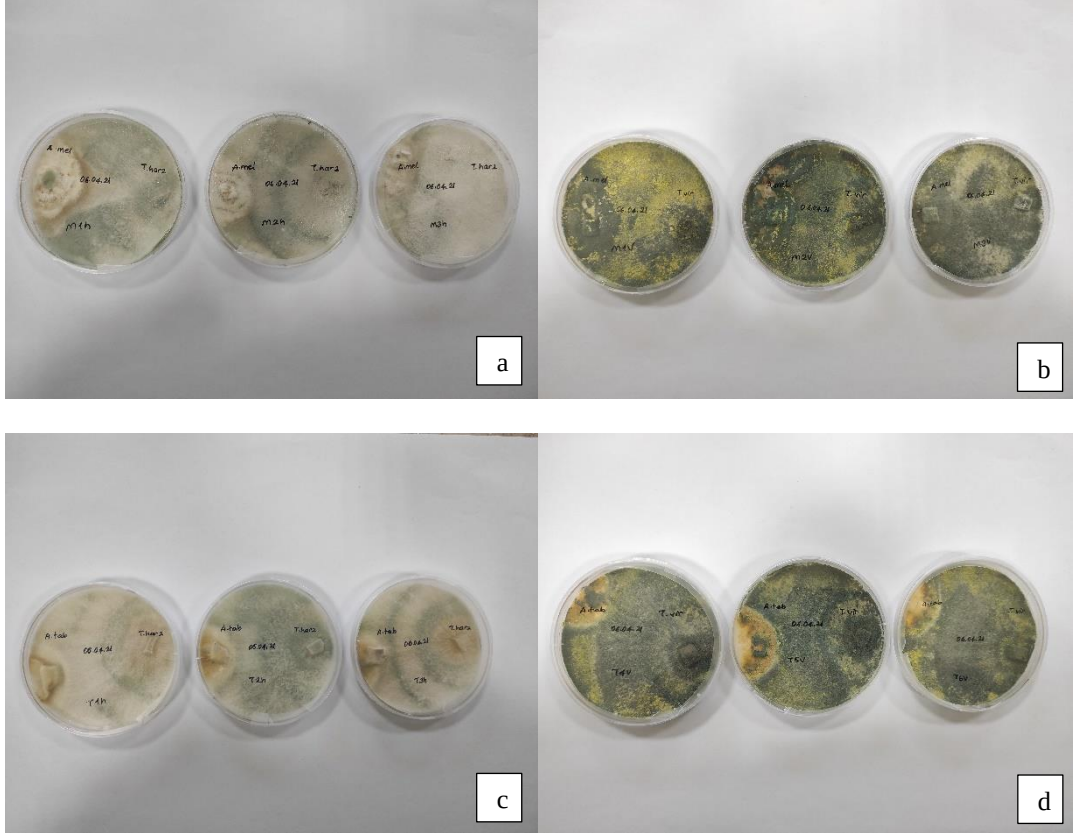
Şekil 3.1. Kültüre alınan mantarlar. a) *T. harzianum* - *A. mellea*, b) *T. viride* - *A. mellea*, c) *T. harzianum* - *D. tabescens*, d) *T. viride* - *D. tabescens*.

Laboratuvar ölçümlerine göre *A. mellea* ve *D. tabescens* türleri ilk üç gün üremeye devam etmiştir. Bu mantar türlerinin büyümesinin ardından *Trichoderma* spp.'nin antagonistik etkisi nedeniyle bu mantar türlerinin büyümesi durmuştur. *Trichoderma* türleri *Armillaria* ve *Desarmillaria* kolonilerinin yüzeyini 5-7 gün içinde tamamen kolonize etmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 2.5.3.2. Yedinci gün sonunda koloniler. a) *T. harzianum* - *A. mellea*, b) *T. viride* - *A. mellea*, c) *T. harzianum* - *D. tabescens*, d) *T. viride* - *D. tabescens*.

On beşinci gün sonunda *Trichoderma* spp., *Armillaria* ve *Desarmillaria*'nın üzerini kaplamakta olup renk değişimleri gözlenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 2.5.3.3. On beşinci gün sonunda kolonilerdeki renk değişimi a) *T. harzianum* - *A. mellea*, b) *T. viride* - *A. mellea*, c) *T. harzianum* - *D. tabescens*, d) *T. viride* - *D. tabescens*.

Armillaria ve *Desarmillaria* türlerinin büyümelerinde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.05$) azalma gözlenmiştir [$F(7.496) = 3.86$, $p = 0.0001$]. Games-Howell çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 3.2).

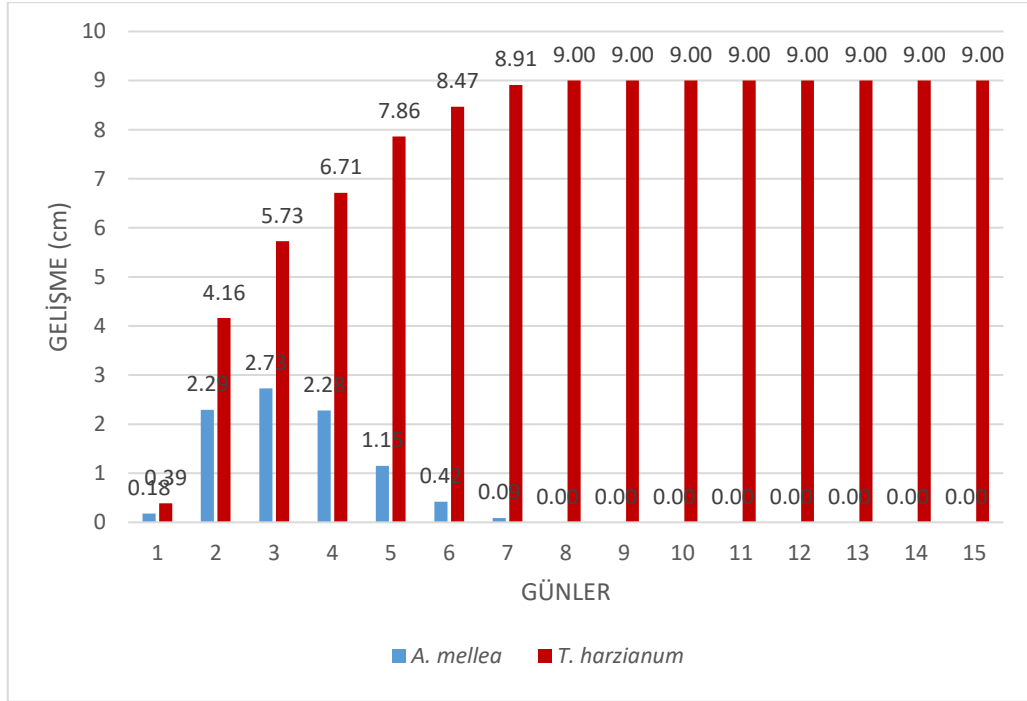
Çizelge 3.2. Games-Howell çoklu karşılaştırma sonuçları.

Bağımlı Değişken		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	Sig.	Aralık	
					Alt Sınır	Üst Sınır
<i>A. mellea</i> - <i>T. harzianum</i>	Kontrol <i>A. mellea</i>	-3,46*	.35	.000	-4.57	-2.35
<i>A. mellea</i> - <i>T. viride</i>	Kontrol <i>A. mellea</i> -	-3,30*	.35	.000	-4.39	-2.20
<i>D. tabescens</i> - <i>T. harzianum</i>	Kontrol <i>D. tabescens</i>	-1,88*	.48	.013	-3.47	-.28
<i>D. tabescens</i> - <i>T. viride</i>	Kontrol <i>D. tabescens</i>	-2,38*	.49	.001	-3.99	-.78

* Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

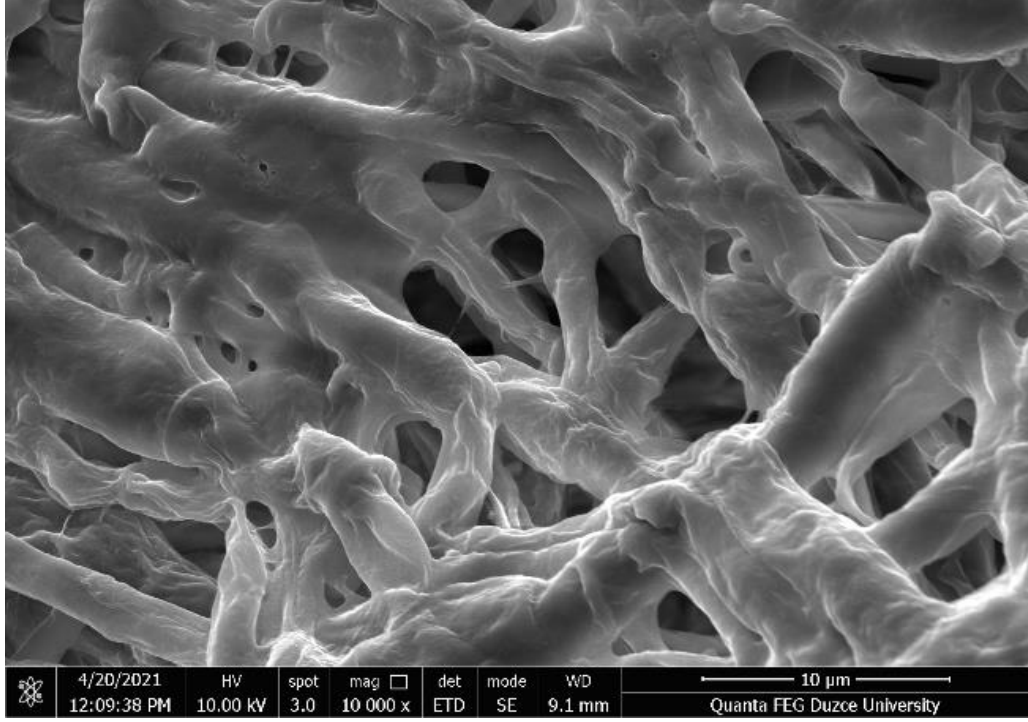
3.1. *Armillaria mellea* – *Trichoderma harzianum*

In vitro koşullarında yapılan ölçümlere göre *A. mellea* ilk üç gün boyunca *T. harzianum* karşısında üremeye devam etmiştir. Üçüncü günden sonra *T. harzianum* ile karşı karşıya gelmiştir antagonistik etkisi nedeniyle *A.mellea*’nın büyümesi azalmıştır (Şekil 3.4). *T. harzianum*’un hifleri 8. günden itibaren *A. mellea*’nın yüzeyini tamamen kaplamıştır.



Şekil 2.5.3.4. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi; *A. mellea* - *T. harzianum*.

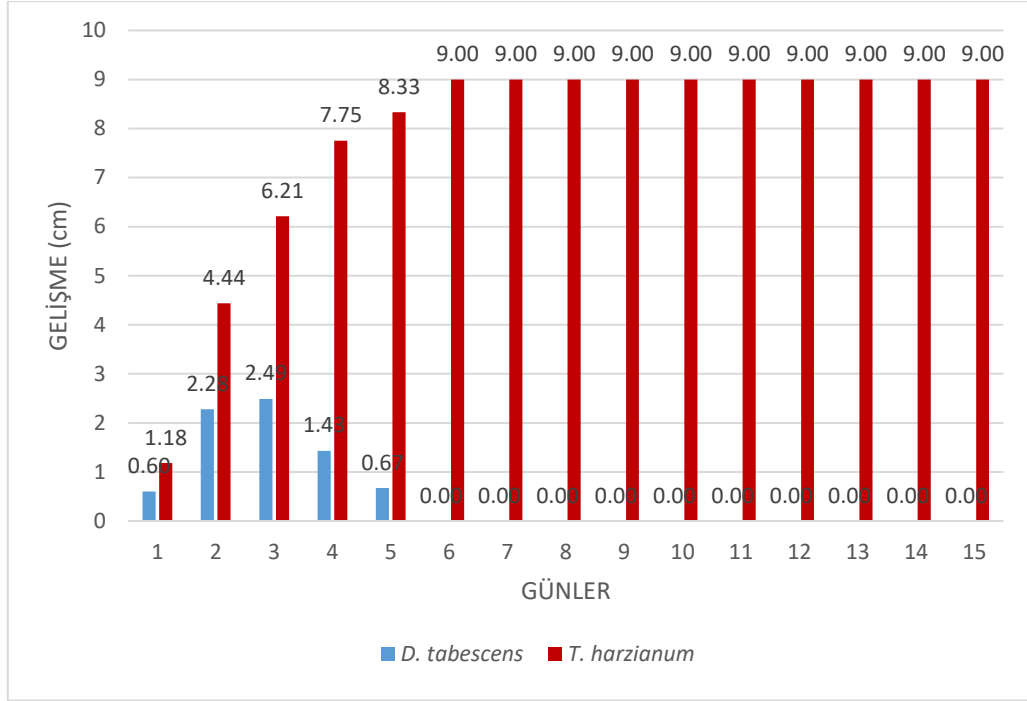
T. viride hiflerinin *A. mellea* rizomorf ile etkileşimi SEM kullanılarak gözlemlenmiştir (Şekil 3.5). *Armillaria* rizomorfları, *Trichoderma* hifleri tarafından kolonize edilmiştir.



Şekil 2.5.3.5. Rizomorfların yüzeyindeki *Trichoderma* hiflerinin büyümesinin SEM' i *A. mellea* - *T. harzianum*.

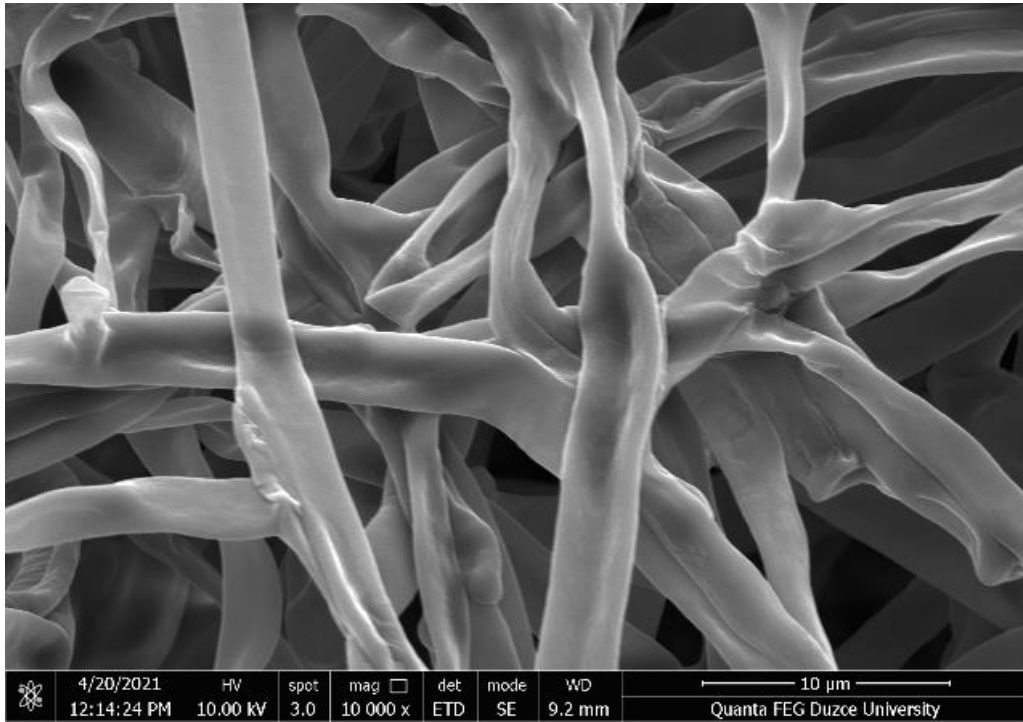
3.2. *Desarmillaria tabescens* – *Trichoderma harzianum*

In vitro koşullarında yapılan ölçümlere göre *D. tabescens* ilk üç gün boyunca *T. harzianum* karşısında üremeye devam etmiştir. Üçüncü günden sonra *T. harzianum* ile karşı karşıya gelmiştir antagonistik etkisi nedeniyle bu mantar türünün büyümesi azalmıştır (Şekil 3.6). *T. harzianum* hifleri, 24 saat içinde iki kat daha fazla rizomorflara doğru büyümüştür. *T. harzianum*' un hifleri 6. günden itibaren *D. tabescens*' in yüzeyini tamamen kaplamıştır.



Şekil 2.5.3.6. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi; *D. tabescens* - *T. harzianum*.

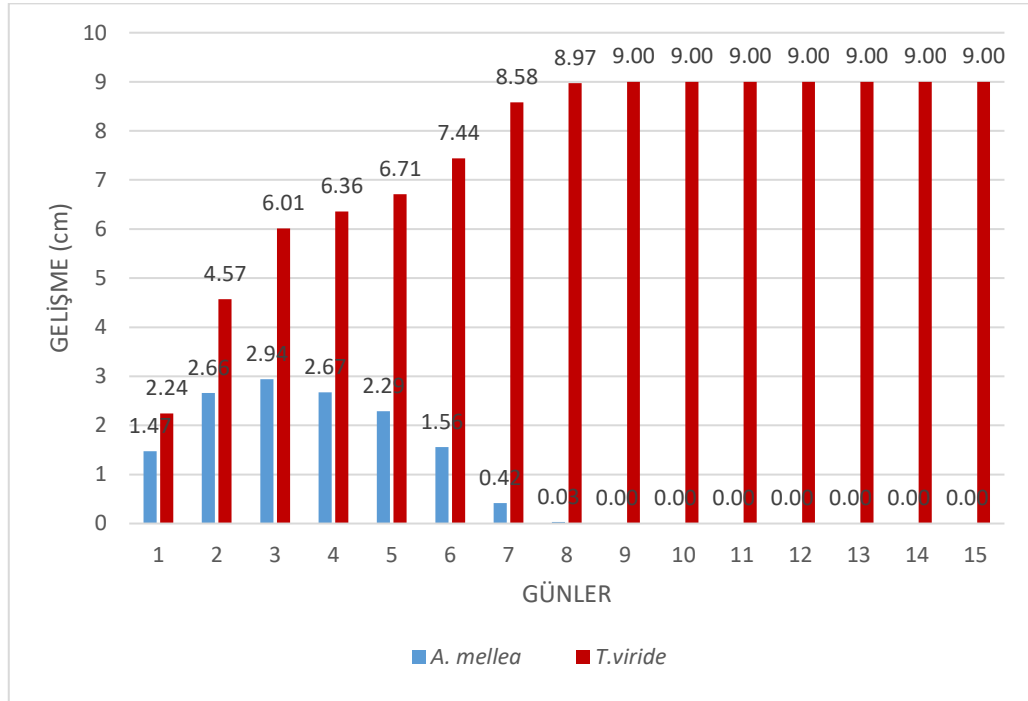
T. harzianum hiflerinin *D. tabescens* rizomorf ile etkileşimi SEM kullanılarak gözlemlenmiştir (Şekil 3.7). *T. harzianum* miselyumunun rizomorfların etrafına dolandığı gözlenmiştir.



Şekil 2.5.3.7. Rizomorfların yüzeyindeki *Trichoderma* hiflerinin büyümesinin SEM' i *D. tabescens* - *T. harzianum*.

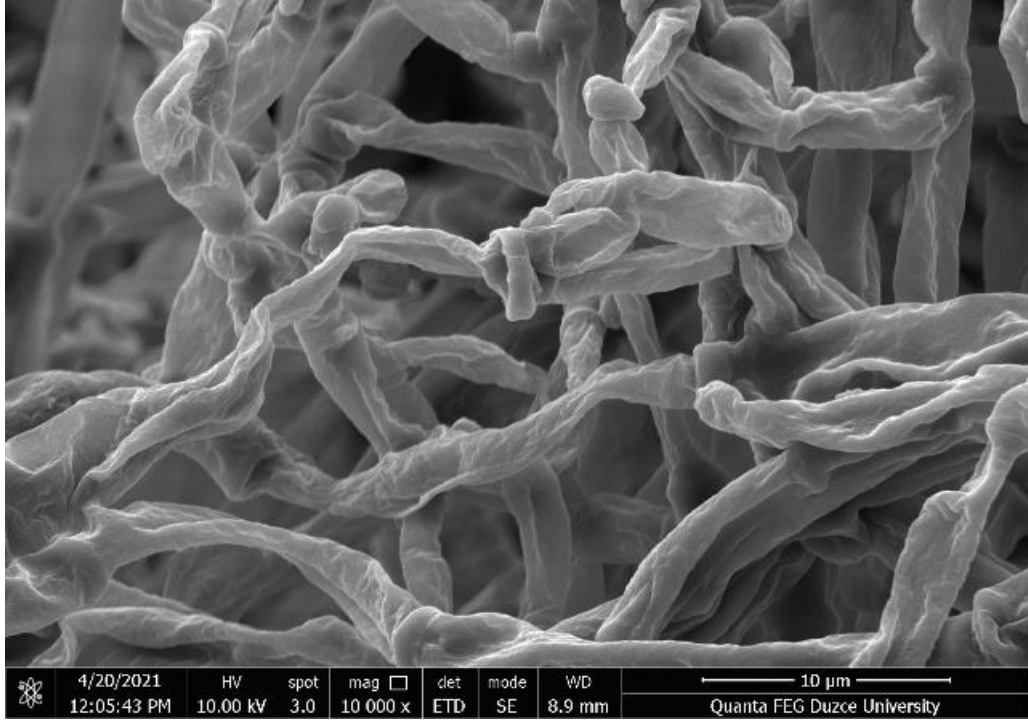
3.3. *Armillaria mellea* – *Trichoderma viride*

In vitro koşullarında yapılan ölçümlere göre *A. mellea* ilk üç gün boyunca *T. viride* karşısında üremeye devam etmiştir. Üçüncü günden sonra *T. viride* ile karşı karşıya gelmiştir antagonistik etkisi nedeniyle bu mantar türünün büyümesi azalmıştır (Şekil 3.8). *T. viride*'nin hifleri 8. günden itibaren *A. mellea*'nın yüzeyini tamamen kaplamıştır.



Şekil 2.5.3.8. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi; *A. mellea* - *T. viride*.

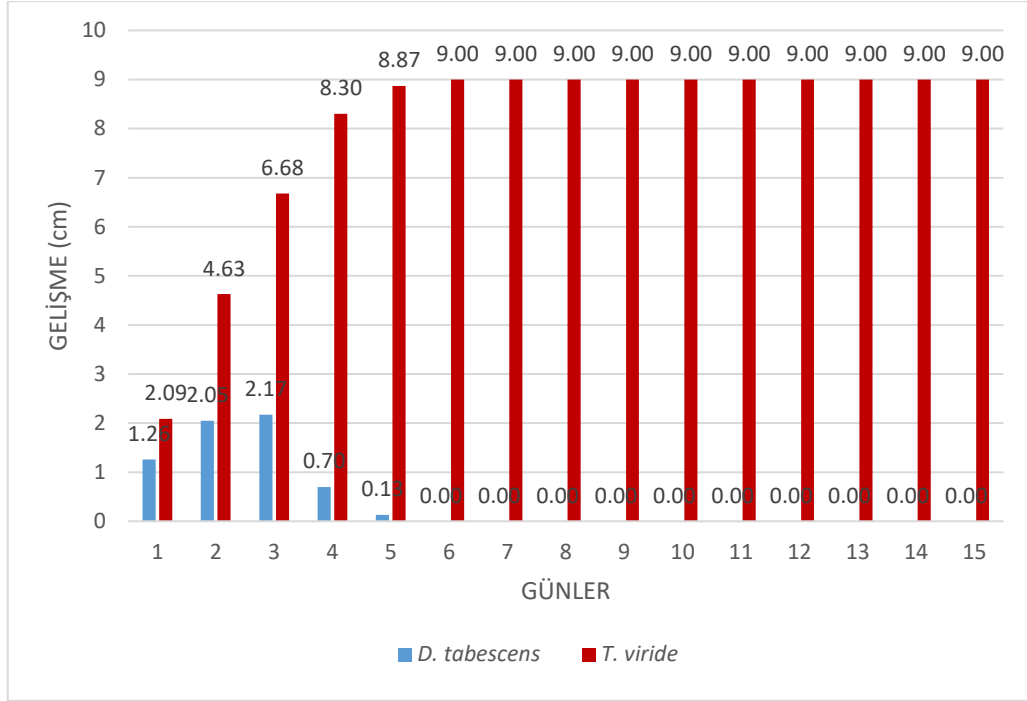
T. viride hiflerinin *A. mellea* rizomorf ile etkileşimi SEM kullanılarak gözlemlenmiştir (Şekil 3.9). *Armillaria* rizomorfları, *Trichoderma* hifleri tarafından kolonize edilmiş ve rizomorfların içlerinin boşaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2.5.3.9. Rizomorfların yüzeyindeki *Trichoderma* hiflerinin büyümesinin SEM' i *A.mellea* - *T. viride*.

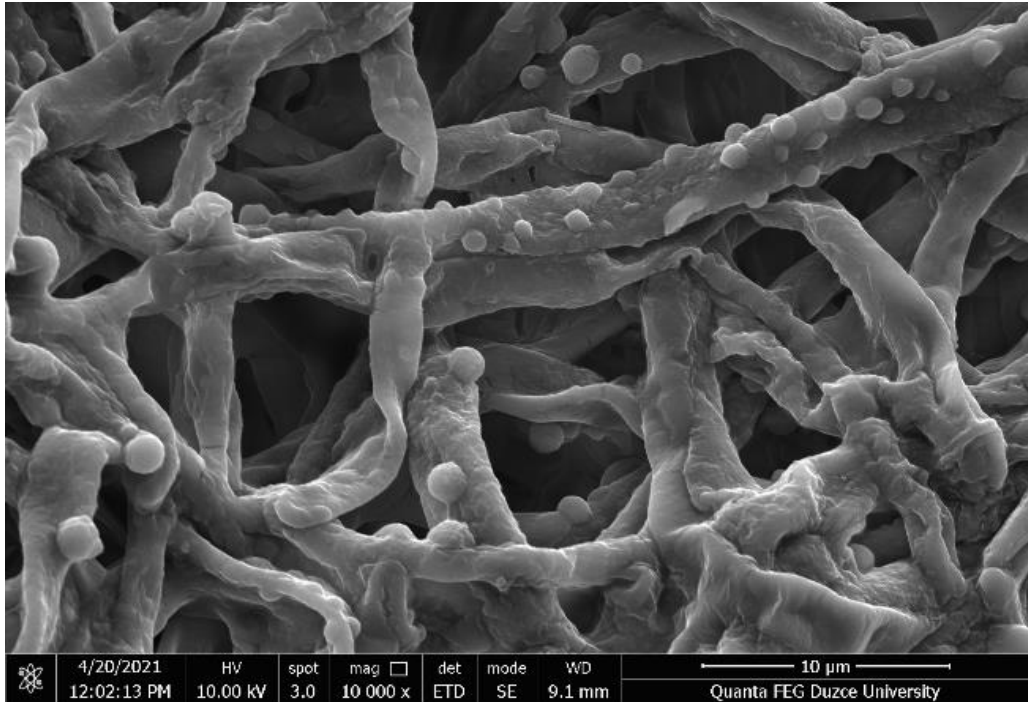
3.4. *Desarmillaria tabescens* – *Trichoderma viride*

In vitro koşullarında yapılan ölçümlere göre *D. tabescens* ilk üç gün boyunca *T. viride* karşısında üremeye devam etmiştir. Üçüncü günden sonra *T. viride* ile karşı karşıya gelmiştir antagonistik etkisi nedeniyle bu mantar türünün büyümesi azalmıştır (Şekil 3.10). *T. viride* hifleri, 24 saat içinde iki kat daha fazla rizomorflara doğru büyümüştür. *T. viride*' nin hifleri 6. günden itibaren *D. tabescens*' in yüzeyini tamamen kaplamıştır.



Şekil 2.5.3.10. Türlerin karşılaştırmalı büyümesi; *D. tabescens* - *T. viride*.

T. viride hiflerinin *D. tabescens* rizomorf ile etkileşimi SEM kullanılarak gözlemlenmiştir (Şekil 3.11). *T. viride* hifleri rizomorfa girdikten sonra rizomorfun yüzeyinde delikler oluşmuştur. Ayrıca enfekte *D. tabescens* rizomorfunun yüzeyinde *T. viride* sporülasyonu gözlenmiştir.



Şekil 2.5.3.11. Rizomorfların yüzeyindeki *Trichoderma* hiflerinin büyümesinin SEM'i *D. tabescens* - *T. viride*.

Bu sonuçlar, *Armillaria*'nın biyokontrolünde *Trichoderma* türlerinin antagonistik etkileri üzerine yapılan önceki çalışmalara benzerdir (Asef, Goltapeh ve Danesh, 2008). Çalışma sonucunda *Trichoderma* hiflerinin 40 saatten daha kısa bir sürede rizomorflara doğru 10 mm büyüdüğü gözlemlenmiştir. Aşılamadan yaklaşık iki hafta sonra rizomorfların dejenerasyonu gözlemlendi. Biyolojik mücadele üzerine bir araştırma *Armillaria gallica* Marxm. & Romagn. *Trichoderma polysporum* (Link: Fr.) ile Rifai, *T. harzianum* ve *T. viride* yapılmıştır. Bu türler, *A. gallica*'nın rizomorflarının dış dokusuna nüfuz etmiş ve hifleri öldürmüştür (Dumas ve Boyonoski, 1992). Biyokontrol suşların seçim stratejisinde 14 farklı *Trichoderma* türlerinden 62 izolatın antogonistik etkileri, 25 adet *Armillaria* izolatına karşı *in vitro* ortamında test edilmiştir (Chen ve diğ., 2019). Bazı *Trichoderma* izolatlarının incelenen 25 *Armillaria* izolatına karşı etkili olduğu fakat *T. asperellum* ve *T. koningii*'nin başarılı biyokontrol etmeni olarak tercih edilmeyeceği bildirilmiştir. Diğer *Trichoderma* türlerinin ise *Armillaria* türlerinin (*A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea* ve *A. ostoyae*) *in vitro* antogonistleri olduğu ve *Armillaria* kök çürüklüğüne karşı biyokontrol etmeni olarak kullanma potansiyeli olduğu kanıtlanmıştır.

Patojenik *Armillaria* türlerinin, strese maruz kalmış ağaçlar üzerinde daha ciddi kayıplara neden oldukları bilinmektedir (Kliejunas, 2011; Sturrock ve diğ., 2011). Hafif asit topraklar mantarın gelişmesi için uygun olup ağır alkali ve tuzlu topraklar uygun değildir. Fakir ya da kötü drenajlı topraklarda yetişen ya da başka nedenlerle zayıf düşmüş ağaçlara zararı oldukça büyüktür. Ancak hangi şartlar altında büyük zararlar verdiği tam olarak tespit edilememiştir. (Bozkurt, Erdin ve Ünlügil, 1995). Orman ekosisteminde *Armillaria* türleri ile en iyi mücadele yönteminin enfekteli ağaçların köklerinin tamamıyla alandan uzaklaştırılması olduğunu, bunun da ekonomik bir yöntem olmadığına işaret edilmektedir (Fox, 2000; Vasaitis, Stenlid, Thomsen, Barklund ve Dahlberg, 2008). Bunun yanında, gerek *Armillaria* gerekse ormanlarımızda tehdit oluşturması beklenen diğer hastalık etmenleri için en uygun kontrol stratejisinin, değişen iklim koşullarına uyum sağlayacak hastalıklara dayanıklı ağaç türlerinin seçilmesi olduğu düşünülmektedir.

İbrelili-yapraklı karışık orman topraklarında bol rizomorf mevcut olduğundan bu tip zararlar özellikle karışık ormanlarda daha fazladır (Selik, 1986). Yapraklıdan ibreliliye çevrilen meşcerelerde mantarın tahribatı çok fazladır. Zira mantar burada eski yapraklı ağaç kütüklerinde saprofit olarak yaşadığı gibi; genç ibrelili ağaçların yetişme yerlerine

uymamaları ve tıraşlama sahasında bulunan gayri sıhhi şartlar altında bulunmaları; böcek, don gibi tehlikelere maruz kalmalarına sebep olmaktadır (Berker, 1936).

Mantardan korunmak için tabiata uygun meşcere kurulması ve ibreli ağaçların yapraklı ağaçlarla karıştırılması; ibreli ağaçların ölümü ile açılan boşlukların süratle kapanması için alt tabakaya veya asli ağaç aralarına gölgeli ağaç dikilmesi koruyucu tedbirlerin başında gelmektedir (Berker, 1936).

Çürümekte olan kütüklerin bulunduğu sahalarda yapılan plantasyonlarda genellikle çok zararlı olmaktadır (Bozkurt, Erdin ve Ünlügil, 1995). Mantarın daha önce görüldüğü yerlerde ibreli türle ağaçlandırma yapılmamalı (OGM 286 Sayılı Tebliğ, 1995); ya da ibreli türlerin ekim ve dikimleri gruplar halinde ve sık yapılmalıdır (Selik, 1986). İğne yapraklı türlerle yapılacak ağaçlandırmalarda, sahada mevcut yapraklı ağaç kütükleri tamamen temizlenmelidir. Bu işlem ekonomik yönden pahalı olduğu gibi toprakta kalan rizomorflar hastalığın bulaşmasına neden olacağından yöntem yetersiz kalmaktadır (Selik, 1986).

Daha önceki çalışmalarda, kuzeydoğu Bulgaristan' da 1991-99 yıllarında *Q. Cerris*' de *A. mellea* ve diğer mantarların enfeksiyonunun bir sonucu olarak kabukta ciddi bir düşüş ve hasar meydana gelmiştir (Rossnev ve Petkov, 2000). *Armillaria* (*A. mellea*, *A. gallica* Marxm. & Romagn., *A. tabescens*), Kuzey Arkansas' ın Ozark Dağları ormanlarında meşe ölüm oranıyla ilişkilendirilmiştir (Kelley, Fierke ve Stephen, 2009). *A. mellea*, Ukrayna ve Rusya' da en tehlikeli ve yaygın türlerden biri olmuştur ve ayakta duran *Q. Robur*' un gövdeleriyle ilişkilendirilmiştir (Dunaev ve Afanasenkova, 2009).

Çevre dostu biyokontrol yöntemleri, dünya çapında önde gelen biyokontrol stratejileridir ve bitki hastalıklarını kontrol etmek için patojenik organizmalara karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. (Emmert ve Handelsman, 1999). *Armillaria* türlerinin biyokontrolünde önemli bir rol oynadığı bilinen (Sharma ve Sankaran, 1988; O' Brien, 2017). *T. viride*' nin *Armillaria* türlerinin büyümesinde %63-81' lik bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Keça, 2009; Kwaśna, Lakomy ve Mallett, 2004; Raziq, 1997; Longa, Savazzini, Tosi, Elad, ve Pertot, 2009). *Armillaria* rizomorflarının *T. viride* ile temastan 2-3 hafta sonra öldükleri de bildirilmiştir (Keça, 2009).

Yüksel (2016), Türkiye' de meşe ormanlarında 1097 hastalık ve zararlının tespit edildiğini bildirmiştir. Bu zararlıların 902' si (%82) böcek, 183' ü hastalık ve 12'si diğer zararlı gruplardır. *Armillaria* mantarları dünya çapında meşe (*Quercus* sp.) azalmasının en önemli nedenlerinden biridir (Luisi, Sicoli ve Lerario, 1996).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Armillaria ve *Desarmillaria* türlerinin tüm dünyada geniş bir konukçu listesine sahip bitkide önemli kök ve gövde çürüklüğü hastalığına neden olduğu bilinmektedir. Ancak neden oldukları zarar, konukçu türüne ve çevre koşullarına, özellikle de iklime bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, doğal ortamda izole edilen *A. mellea* rizomorflarının PDA ortamında hızlı gelişmesi ve kolonize olmasıyla *D. tabescens* türünden daha başarılı olduğu, bunun ormanda konukçu bitki yönünden olumsuz sonuçlarıyla dikkate alınması gerektiği bilinmelidir.

In vitro koşullarında *Trichoderma* türlerinin *Armillaria* biyokontrolünde uygulanmasıyla elde edilen başarının, tarım ve orman alanlarında da sürdürülebilirliği biyokontrol türlerinin seçim stratejisinde kaynaklanabilir. Çalışmamızın sonuçları, *T. viride* ve *T. harzianum* türlerinin başarılı biyokontrol ürünlerinin, *T. viride* hifleri ile *A. mellea* rizomorf etkileşiminin diğer örneklerle göre daha uzun süreçte gerçekleştiğini göstermektedir. Her iki *Trichoderma* türlerinin *D. tabescens* biyokontrolünde başarılı ve benzer etki göstermesine rağmen, *A. mellea* kültüründe ise *T. harzianum* antagonistik ilişkilerinin farklılaştığı ve daha yüksek potansiyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Trichoderma'nın antagonistik etkileri, çevresel koşullardaki değişikliklere tolerans, topraktaki çeşitli organik maddeleri bozma kabiliyeti, inhibitörlere karşı direnç ve metabolik çok yönlülük, çeşitli toksik bileşiklerin üretimi, antibiyotikler ve enzimler gibi çeşitli özelliklerden kaynaklanmaktadır. *In vitro* koşullarında antagonist mantarların uygulanması biyolojik mücadele bakımından değerlendirildiğinde, patojen - antagonist ve uygulamalı saha testlerinin ekolojik ilişkileri yönünden gelecekte daha iyi anlaşılmasını sağlanacaktır. Meşe ormanlarındaki biyolojik mücadele projeleri doğal alanlarda uygulanarak değerlendirme yapılması ile etkili bir biyolojik yöntem geliştirilebilir.

Bu çalışmanın sonuçları, *Armillaria*'nın *in vitro* koşullarda kontrolü için *Trichoderma* türlerinin kullanımına ilişkin veriler sağlamıştır. Bu sonuçların konukçu bitkilerin özellikle doğal meşcerelerinde olumlu ve olumsuz etkilerinde temsil edecek daha ileri araştırmalarla test edilmesidir.

5. KAYNAKLAR

- Afyon, A., Yağız, D., & Konuk, M. (2004). Macrofungi of Sinop Province. *Turkish Journal of Botany*, 28, 351-360.
- Afyon, A., Konuk, M., Yağız, D., & Helfer S. (2005). A Study of Wood Decaying Macrofungi of the Western Sea Region, Turkey. *Mycotaxon*, 93, 319-322.
- Allı, H., Işıloğlu, M., & Solak H. (2007). Macrofungi of Aydın Province, Turkey. *Mycotaxon*, 99, 163-165.
- Anonim, 2020, *Türkiye Orman Varlığı*, Erişim Tarihi: 3 Kasım 2020, <<https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz>>.
- Anonim, 2021a, Erişim Tarihi: 25 Kasım 2020, <<https://www.indexfungorum.org/name/names.asp>>.
- Anonim, 2021b, Erişim Tarihi: 25 Kasım 2020, <<https://duzce.bel.tr/11-cografi-yapi>>.
- Asef, M. R., Goltapeh, E. M., & Danesh, Y. R. (2008). Antagonistic Effects of *Trichoderma* Species in Biocontrol of *Armillaria mellea* in Fruit Trees in Iran. *Journal of Plant Protection Research*, 48, 2.
- Aşkun, T. (1996). ‘Balya (Balıkesir) ve Çevresinin Makrofunguslarının Taksonomik Yönden Araştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Balcı, Y. (1996). ‘Belgrad Ormanı ve Çevresinde Yetişen Mantar Türleri Üzerine Araştırmalar’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Berker, A. (1936). *Orman Koruma Bilgisi*. İstanbul: Matbaai Ebüzziya.
- Bilir, T. (2000). ‘Bursa Civarının ve Bilhassa Uludağ’ın Mantar Florası Üzerine Araştırmalar’, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., & Ünlügil, H. (1995). *Odun Patolojisi*. İstanbul Üniversitesi

Basımevi ve Film Merkezi.

- Bremer, H., İşmen, H., Karel, G., & Özkan, M. (1947). Contributions to the Knowledge of the Parasitic Fungi of Turkey. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-53.
- Chen, L., Bóka, B., Kedves, O., Nagy, V. D., Szucs, A., Champramary, S., Roszik, R., Patocskai, Z., Münsterkötter, M., Huynh, T., Indic, B., Vágvölgyi, C., Sipos, G., & Kredics, L. (2019). Towards the Biological Control of Devastating Forest Pathogens From the Genus *Armillaria*. *Forests*, 10(11), 1013.
- Çanakçıoğlu, H., & Eliçin, G. (1999). *Fitopatoloji Özel Bölüm*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 4195.
- Çelik, A., Uşak, M., Gezer, K., & Türkoğlu, A. (2007). Macrofungi of Tavas (Denizli) District in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (22), 4087-4091.
- Dabancalı, B. (2005). 'Manisa İl Sınırları İçindeki Ormanlarda Bulunan Ağaçlarda Belirlenen Parazit Funguslar', Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye.
- Druzhinina I., & Kubicek, C. P. (2005). Species Concepts and Biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: From Aggregate Species to Species Clusters. *Journal of Zhejiang University Science B*, 6(2), 100-112.
- Duanev, A. V., & Afanasenkova, O. V. (2009). Macromycetes Infecting English Oak in Foreststeppe Oak Groves. *Zashchita i Karantin Rastenii*, 2, 51.
- Dumas, M. T., & Boyonoski, N. W. (1992). Scanning Electron Microscopy of Mycoparasitism of *Armillaria* Rhizomorphs by Species of *Trichoderma*. *European Journal of Forest Pathology*, 22, 379-383.
- Doğan, H. H. (2001). 'Karaman Yöresinin Makrofungusları Üzerinde Taksonomik Araştırmalar', Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Doğan, H. H., & Öztürk, C. (2006). Macrofungi and their Distribution in Karaman Province, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 30, 193-207.
- Doğan, H. H., Öztürk, C., Kaşık, G., & Aktaş, S. (2007). Macrofungi Distribution of

- Mut Province in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 39(1), 298-308.
- Ekmekciler, M. (2009). 'Akşehir (Konya) İlçesi Makrofungusları', Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Erkal, C. (1996). 'Kapıdağ Yarımadası (Erdek) ve Çevresinin Makrofungusları Üzerine Taksonomik Araştırmalar', Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Ersel, F. Y. (2005). Macrofungi of Kiraz (İzmir) District. *Journal of the Faculty of Science*, 28, 1-13.
- Emmert, E. A. B., & Handelsman, J. (1999). Biocontrol of Plant Disease: A (Gram-) Positive Perspective. *FEMS Microbiology Letters*, 171(1), 1-9.
- Fox, R. T. V. 2000, *Armillaria Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus*, Erişim tarihi: 20 Kasım 2021, <<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalbasidio/pdlessons/Pages/Armillaria.aspx>>.
- Gezer, K. (2000). Contributions to the Macrofungi Flora of Antalya Province. *Turkish Journal of Botany*, 24, 203-208.
- Gezer, K., Işıloğlu, M., Türkoğlu, A., & Allı, H. (2007). Macrofungi of Honaz Mountain (Denizli). *Turkish Journal of Botany*, 31, 253-261.
- Gezer, K., Ekici, F. T., & Türkoğlu, A. (2008). Macrofungi of Karcı Mountain (Denizli, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 37, 91-96.
- Guillaumin, J. J., Legrand, P., Lung-Escarmant, B., & Botton, B. (2005). *L'armillarie et le pourridé-agric des végétaux ligneux*, INRA, Paris 487.
- Hagle, S. K., & Shaw, C. G. (1991). Avoiding and Reducing Losses From Armillaria Root Disease. *İçinde Armillaria Root Disease - Forest Service Agriculture Handbook No. 691* (ss. 157-173). Washington: USDA.
- Hasagawa, E., Ota, Y., Hattori, T., Sahashi, N., & Kikuchi, T. (2011). Japonya'da Kozalaklı Ağaçlarda *Armillaria* Türlerinin Ekolojisi. *Orman Patolojisi*, 41(6), 429-437.
- Hasenekoğlu, İ., & Azaz, A. D. (1991). Sarıkamış Civarındaki Tıraşlanmış Orman

- Alanları Topraklarının Mikrofungus Florası ve Bunun Normal Orman Toprakları Florası ile Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *Doğa-Tr.Journal of Botany*, 15, 214-226.
- Haus., K. 2006. Pflanzenschutzamt Berlin Hallimasch - geschätzt und gefürchtet, Erişim tarihi: 22 Kasım 2021, <www.stadtentwicklung.berlin.de/pflanzenschutz>.
- Kaba, H. (2002). 'İstanbul Kemerburgaz ve Kurtkemerli Civarında Kesilmiş Odun Materyaline Arız Olan Mantar Florası Üzerine Araştırmalar', Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Karakaya, A. (2009). Kocaeli Yöresi Makrofunguslarının Belirlenmesi. *Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 383*.
- Kaya, A. (2009). Macrofungal Diversity of Nemrut Mount National Park and its Environs (Adiyaman-Turkey). *African Journal of Biotenchnology*, 8(13), 2979-2983.
- Kaya, A. (2009a). Macrofungi of Huzurlu High Plateau (Gaziantep-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 33, 1-9.
- Keča N. (2009). In Vitro İnteractions Between *Armillaria* Species and Potential Biocontrol Fungi. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 100, 129-142.
- Keča, N., Karadžić, D., & Woodward, S. (2009). Ecology of *Armillaria* Species in Managed Forests and Plantations in Serbia. *Forest Pathology*, 39, 217-231.
- Kelley, M. B., Fierke, M. K., & Stephen, F. M. (2009). Identification and Distribution of *Armillaria* Species Associated with an Oak Decline Event in the Arkansas Ozarks. *Forest Pathology*, 39(6), 397-404.
- Kliejunas, J. T. (2011). A Risk Assessment of Climate Change and the Impact of Forest Diseases on Forest Ecosystems in the Western United States and Canada. *General Technical Report*, 70.
- Korhonen, K., & Stenlid, J. (1998). Biology of *Heterobasidion annosum*. İçinde *Heterobasidion annosum. Biology, Ecology, Impact and Control* (ss. 43-709), New York: CAB International.
- Köstekci, H., Yamaç, M., & Solak, M. H. (2005). Macrofungi of Türkmenbaba

- Mountain (Eskişehir). *Turkish Journal of Botany*, 29, 409-416.
- Kwaśna, H., Lakomy, P., & Mallett, K. (2004). Reaction of *Armillaria ostoyae* to Forest Soil Microfungi. *Forest Pathology*, 34, 147 – 162.
- Lohwag, K. (1964). Belgrad Ormanından Mikolojik Notlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 10(2), 48-57.
- Longa, C. M. O., Savazzini, F., Tosi, S., Elad, Y., & Pertot, I. (2009). Evaluating the Survival and Environmental Fate of the Biocontrol Agent *Trichoderma Atroviride* SC1 in Vineyards in Northern Italy. *Journal of Applied Microbiology*, 1364-5072.
- Luisi, N., Sicoli, G., & Lerario, P. (1996). Observations on *Armillaria* occurrence in Declining Oak Woods of Southern Italy. *Annales des Sciences Forestières*, 53, 389-394.
- McCulley, R.L., & Burke, I. C. (2004). Microbial Community Composition Across the Great Plains. *Landscape Versus Regional Variability*, 106–115.
- O' Brien, P. A. (2017). Biological Control of Plant Diseases. *Australasian Plant Pathology*, 46(4).
- Orman Genel Müdürlüğü (1995). Orman Zararlıları İle Mücadele Esasları 286 Sayılı Tebliğ. Ankara, Türkiye.
- Oskay, F. (2007). Çankırı İli Eldivan İlçesi Karaçam Ormanı Topraklarındaki Fungal Floranın ve *In Vitro*'da Antagonistik Etkileşimlerinin Belirlenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 130-138.
- Öztürk, C., Kaşık, G., Doğan, H. H., & Aktaş, S. (2003). Macrofungi of Alanya District. *Turkish Journal of Botany*, 27, 303-312.
- Papavizas, G. C. (1985). *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, Ecology and Potential for Biocontrol. *Annu Rev Phytopathology*, 23, 23-54.
- Pekşen, A., & Karaca, G. (2003). Macrofungi of Samsun Province. *Turkish Journal of Botany*, 27, 173-184.
- Pertot, I., Gobbin, D., Luca, F., & Prodorutti, D. (2008). Methods of Assessing the Incidence of *Armillaria* Root Rot Across Viticultural Areas and the Pathogen's Genetic Diversity and Spatial-Temporal Pattern in Northern Italy. *Crop Protection*,

27(7), 1061-1070.

Raziq, F. 1997, *Biological Control of Armillaria Root Rot*. Erişim tarihi: 20 Kasım 2021, <https://www.actahort.org/books/496/496_14.htm>.

Rossnev, B., & Petkov, P. (2000). Health Tatus and Pathological Problems in the Oak Forest of Northeastern Bulgaria, Lesotekhnicheski Universitet, *Yubileen sbornik nauchni dokladi: 75 godini visshe lesotekhnichsko obrazovanie v B"lgariya. Sektsiya Gorsko stopanstvo*, 109-114.

Samuels, G. J. (2006). *Trichoderma*: Systematics, the Sexual State, and Ecology. *Phytopathology*, 96(2), 195-206.

Selik, M. (1973). Türkiye Odunsu Bitkileri, Özellikle Orman Ağaçlarında Hastalık Âmili ve Odun Tahrip Eden Mantarlar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1848, O.F. Yayın No: 199, Bozak Matbaası, İstanbul*.

Selik, M. (1973a). Doğu Karadeniz Bölgesi Özellikle Trabzon Civarında Odun Tahripçisi Mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 23(2), 27-32.

Selik, M., & Sümer, S. (1982). Türkiye Mantar Florasına Yeni Bazı İlaveler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 32(2), 22-27.

Selik, M. (1986). Ormancılık Fitopatolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Sesli, E. (2007). Checklist of the Turkish Ascomycota and Basidiomycota Collected from the Black Sea Region, *Mycotaxon*, 99.

Sharma, J. K., & Sankaran, K. V. (1988). Biocontrol of Rust and Leaf Spot Diseases. *In: Mukerji KG, Garg KL (eds) Biocontrol of Plant Diseases*, 2, 1-23.

Shaw, C. G. III., & Kile, G. A. 1991, *Armillaria Root Disease. Agriculture Handbook No. 691*, Erişim tarihi: 21 Kasım 2021, <https://apps.fs.usda.gov/r6_decaid/views/armillaria_root_disease.html>.

Solak, M. H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., & Allı, H. (2007). *Macrofungi of Turkey- Cheklist*, İzmir: Üniversiteliler Ofset.

Stojchev, G., Asan, A., & Gücin, F. (1998). Some Macrofungi Species of European Part of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22, 341-346.

- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Worrall, J. J., & Woods, A. J. (2011). Climate Change and Forest Diseases. *Plant Pathology*, 60, 133-149.
- Sümer, S. (1977). Belgrad Ormanındaki Ağaçlarda Çürüklük Doğuran Önemli Mantarlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2339.
- Sümer, S. (1982). Batı Karadeniz Bölgesi, Özellikle Bolu Çevresinde Bulunan Odun Tahripçisi Mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 2907.
- Sümer, S. (1987). *Türkiye'nin Yeniden Mantarları*. İstanbul: Ersu Matbaacılık.
- Sümer, S. (2008). *Bitki Koruma Bilimi*. Ankara: Nobel Yayın, 1303.
- Tekel, S. (2020). 'Düzce Üniversitesi Konuralp Kampüsü Makrofungusları', Yüksek lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Tunalı, Z. (2016). Burdur İli Kızılçam (*Pinus brutia* Ten. Var. *brutia*) Ormanlarında İbre Yanıklığı Ve Dökümüne Neden Olan Fungal Etmenlerin Moleküler Yöntemlerle Tespiti. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 628-636.
- Türkecul, İ. (2003). A Contribution to the Fungal Flora of Tokat Province. *Turkish Journal of Botany*, 27, 313-320.
- Türkecul, İ. (2008). Almus ve Çamiçi Yaylası (Tokat) Makromantar Florası, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 53-55.
- Türkoğlu, A. (2008). Macrofungal Diversity of Babadağ (Denizli, Turkey), *African Journal of Biotechnology*, 7(3), 192-200.
- Vasaitis, R., Stenlid, J., Thomsen, I. M., Barklund, P., & Dahlberg, A. (2008). Stump Removal to Control Root Rot in Forest Stands: a Literature Study. *Silva Fennica*, 42, 457-483.
- Wicklow, D., & Whittingham, N. F. (1978). Comparison of Soil Microfungal Populations in Disturbed and Undisturbed Forests in Northern Wisconsin. *Canadian Journal of Botany*, 56, 1702-1709.
- Worrall, J. 2004, *Armillaria* root disease. *The Plant Health Instructor*. Erişim tarihi: 22 Kasım 2021, < https://en.wikipedia.org/wiki/Armillaria_root_rot>.

- Yağız, D., Afyon, A., & Konuk, M. (2005). The Macrofungi of Karabük Province. *Turkish Journal of Botany*, 29, 345-353.
- Yağız, D., Afyon, A., Konuk, M., & Helfer, S. (2006). Contributions to the Macrofungi of Bolu and Düzce Provinces, Turkey. *Mycotaxon*, 95, 331-344.
- Yüksel, B., & Tekel, S. (2020). Düzce Üniversitesi Konuralp Kampüsü Makrofungusları, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 16, 161-178.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ayşe Mehtap ASLAN

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2021
Lisans	Orman Mühendisliği	İstanbul Üniversitesi	2017
Lise	Fen Bilimleri	Şişli Yunus Emre Lisesi	2011

YAYINLAR

Aslan, A. M., Yüksel, B., Öztürk, N. (2021). Antagonistic Effects of *Trichoderma* Species in Biocontrol of *Armillaria* Root Rot Disease *In Vitro* Conditions, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* (Kabul edildi).