



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARBUSKULAR MİKORİZAL FUNGUS AŞILAMASININ DOĞU KAYINI
(*FAGUS ORİENTALIS LİPSKY.*) FİDANLARININ BÜYÜME
PERFORMANSI VE ADAPTASYON BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

HAZIRLAYAN

ERKAN ÇAKMAKLI

DANIŞMAN

PROF. DR. HALİL BARIŞ ÖZEL

BARTIN-2020



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ARBUSKULAR MİKORİZAL FUNGUS AŞILAMASININ DOĞU KAYINI
(*FAGUS ORİENTALİS LİPSKY.*) FİDANLARININ BÜYÜME PERFORMANSI VE
ADAPTASYON BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Erkan ÇAKMAKLI

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL - Bartın Üniversitesi
Üye : Prof. Dr. Erol KIRDAR - Bartın Üniversitesi
Üye : Prof. Dr. Nebi BİLİR - Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

BARTIN-2020

KABUL VE ONAY

[Faint, large, stylized text or watermark, possibly reading "KABUL VE ONAY"]

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL danışmanlığında hazırlamış olduğum “ARBUSKULAR MİKORİZAL FUNGUS AŞILAMASININ DOĞU KAYINI (*FAGUS ORIENTALIS LIPSKY.*) FİDANLARININ BÜYÜME PERFORMANSI VE ADAPTASYON BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24.07.2020

Erkan ÇAKMAKLI

ÖNSÖZ

Lisansüstü öğrenimim boyunca yardımcı olan ve sabırla benim yeni bilgiler öğrenerek kendimi geliştirmem için büyük özverilerde bulunan danışmanın değerli hocam sayın Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezim çeşitli aşamalarında bilimsel desteğini benden esirgemeyen ve her sorumu sabırla cevaplayan saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Şahin PALTA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Lisansüstü öğrenimim süresince bana destek olan ve her zaman yanımda bulunan değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın tüm ormancılık ailesine faydalı olmasını temenni ederim.

Erkan ÇAKMAKLI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARBUSKULAR MİKORİZAL FUNGUS AŞILAMASININ DOĞU KAYINI (*FAGUS ORIENTALIS LIPSKY.*) FİDANLARININ BÜYÜME PERFORMANSI VE ADAPTASYON BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Erkan ÇAKMAKLI

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şahin PALTA

Bartın-2020, sayfa: 52

Tez çalışmasında, Doğu kayınları (*Fagus orientalis Lipsky.*) fidanlarında arbuskular mikorizal fungus aşılması yapılmış, mikoriza uygulanan ve uygulanmayan tüplü fidanlar Yenice yöresinde 3 farklı yükselti kademesine (200-400 m, 400-600 m ve 600-800 m) dikilmiş ve arazi performansları izlenmiştir. Hem yükselti kademelerinin kendi içinde hem de kendi arasında karşılaştırmalar yapılmış ve fidanlıkta kantitatif karakterler (yükselti, boy, kök boğaz çapı, fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yan kök sayısı ve yaşama yüzdesi) ölçülmüştür. Ölçümlerin sonucunda mikorizalı ve kontrol fidanları arasındaki karşılaştırmalar varyans analizi ve Duncan testi yardımıyla yapılmış ve en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olan karakterler kendi arasında oluşturduğu homojen gruplar ile birlikte verilmiştir.

Araştırmada AMF uygulaması sonrasında kontrol fidanları ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda denemenin tamamında ortalama boy büyümesinin 30,01-43,56 cm, kök boğaz çapının 0,52-0,85 mm, fidan taze ağırlığının 7,97-9,07 g, fidan kuru ağırlığının 4,45-6,52 g,

kök uzunluğunun 22,77-31,39 cm, yan kök sayısının 6,10-14,80 adet ve yaşama yüzdesinin % 62,54-95,12 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tüm yükselti kademelerinde incelenen tüm morfolojik karakterlerde ve yaşama yüzdesinde AMF'li fidanlar kontrol fidanlarına üstünlük sağlamıştır. Özellikle yaşama yüzdesi değişkeninde AMF uygulanan kayın fidanlarının kontrol fidanlarına göre % 30'a yakın bir üstünlük gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu kayını; arbuskular mikorizal fungus; doğu kayını; büyüme; adaptasyon yeteneği.

Bilim Alanı Kodu: 120512, 120517



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS INOCULATION ON GROWTH PERFORMANCE AND ADAPTATION SUCCESS OF ORIENTAL BEECH (*FAGUS ORIENTALIS* LIPSKY.) SEEDLINGS

Erkan ÇAKMAKLI

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Halil Barış ÖZEL

Second Advisor: Assist. Prof. Şahin PALTA

Bartın-2020, pp: 52

In the thesis study, arbuscular mycorrhizal fungus vaccination was performed in the oriental beech (*Fagus orientalis Lipsky.*) seedlings, the tubular seedlings applied and not applied to mycorrhizae will be planted in 3 different elevation stages (200-400 m, 400-600 m and 600-800 m) in Yenice region and the field performances were monitored. Comparisons were made both within and between the elevation stages and quantitative characters (elevation, height, root throat diameter, seedlings fresh weight, seedlings dry weight, root length, number of side roots and percent of survival) were measured in the nursery. As a result of the measurements, comparisons between Mycorrhiza and control seedlings were made with the help of variance analysis and Duncan test, and characters that are significant at least 95 % confidence level are given together with homogeneous groups formed among themselves.

As a result of comparisons made with control seedlings after AMF application in the study, the mean height growth in the whole sample plots 30,01-43,56 cm, root collar diameter 0,52-

0,85 mm, seedlings fresh weight 7,97-9,07 g, it was determined that seedlings dry weight 4,45-6,52 g, root length 22,77-31,39 cm, the number of side roots ranged between 6,10-14,80 pieces and the percentage of survival 62,54-95,12 %. In all morphological characters and percentages of survival studied at all elevation levels, the seedlings with AMF provided superiority to the control seedlings. Especially in the percentage of survival variable, it was determined that oriental beech seedlings, where AMF was applied, had a superiority of nearly 30 % compared to control seedlings.

Keywords: Oriental beech; arbuscular mycorrhizal fungus; oriental beech; growth; adaptation ability.

Scientific Field Code: 120512; 120517

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	14
BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	16
2.1 Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.)	16
2.2 Arbusküler Mikorizal Funguslar.....	19
BÖLÜM 3 MATERYAL VE METOT	27
3.1 Materyal	27
3.2 Metot.....	29
3.2.1 Arbusküler Mikorizal Fungus Aşılması ve Doğu Kayını Fidanlarının Araziye Dikimi	29
3.2.2 İstatistiki Analizler	31
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Bulgular	28
4.1.1 Yükseltinin Etkisine İlişkin Bulgular.....	32
4.1.2 Boy Büyümesine İlişkin Bulgular.....	32
4.1.3 Kök Boğaz Çapı Gelişimine İlişkin Bulgular	33

	<u>Sayfa</u>
4.1.4 Fidan Taze Ağırlığına İlişkin Bulgular	33
4.1.5 Fidan Kuru Ağırlığına İlişkin Bulgular	34
4.1.6 Kök Uzunluğuna İlişkin Bulgular	35
4.1.7 Yan Kök Sayısına İlişkin Bulgular	35
4.1.8 Yaşama Yüzdesine İlişkin Bulgular.....	36
4.2 Bulgular	37
 BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	42
 KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
2.1: Mikoriza tiplerinin ekolojik dağılımı	20
2.2: Fungus ve konukçu bitki arasında P ve C alışverişi. AMiPT: İndüklenebilir fosfor taşıyıcıları, HT: Hekzos taşıyıcıları	21
2.3: AMF sporları	22
2.4: Bitki ile fungus arasındaki mikorizal ilişkinin kurulması	23
2.5: Fosforun bitki tarafından alınması	24
2.6: Endo ve ektomikoriza'nın kökte oluşturdukları yapılar	25
3.1: Tefen orijinli, 1+1 yaşlı ve tüplü doğu kayını fidanlarına endo arbusküler mikoriza aşılması	27
3.2: 3 farklı yükselti kademesinde uygulanan arazi denemeleri	28
3.3: AMF aşılmasında kullanılacak farklı türlerden oluşan fungus karışımı	29
3.4: Dikilen fidanların arazi performanslarının izlenmesi	30

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: Deneme deseni.	30
4.1: Yükselti kuşakları.....	32
4.2: AMF uygulamasının boy karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları	33
4.3: AMF uygulamasının kök boğaz çapı karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları	33
4.4: AMF uygulamasının fidan taze ağırlık karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları	34
4.5: AMF uygulamasının fidan kuru ağırlık karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları	34
4.6: AMF uygulamasının kök uzunluğu karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları	35
4.7: AMF uygulamasının yan kök sayısı karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları	36
4.8: AMF uygulamasının yaşama yüzdesi karakteri üzerindeki ortalama değerleri ait Duncan testi sonuçları	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: Hektar
km	: Kilometre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
p	: Olasılık Değeri (anlamlılık değeri)

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
AMF	: Arbusküler Mikorizal Fungus
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Fizyolojik koşulların çeşitliliği sebebiyle, ülkemizde yerel yaşam koşulları çok farklıdır ve bu da çeşitli bitkilerin oluşmasına yol açmıştır. Farklı ekolojik koşulları etkisiyle tür bileşeni ve meşcere kuruluşları açısından ülkemiz oldukça zengin orman alanlarına ve orman ağacı türlerine sahiptir. Ancak bu orman alanlarının önemli bir kısmı çeşitli faktörlerin etkisiyle verim güçlerini büyük düzeyde kaybetmiş ve yeniden ıslah edilmeyi beklemektedir (OGM, 2006). Bu nedenle, ormanların devamlılığının sağlanarak gelecek kuşaklara sağlıklı ve kaliteli bir şekilde aktarılması ve bu önemli doğal kaynağın içinde bulunan ekosistemin tüm ögeleri ile birlikte sürdürülebilir yönetimi gerçekleştirilmelidir (Özel, 2007).

Ülkemizde 2 milyon hektara yakın alana sahip olan kayın ormanları, türün odunun değerli olması, orman ekosistemindeki fonksiyonel özelliklerinin üstünlüğü nedeniyle birçok bölgede yapılan planlı ve plansız kesimler nedeniyle önemli tahriplere uğramıştır. Bu durum özellikle orman için sağladığı besin maddesi kaynağı özelliği ile önemli bir ekosistem ögesi olan doğu kayını türünü önemli bir konuma getirmekle birlikte türün gençlikte yavaş büyümesi ve açık alan koşullarından zarar görmesi ve erken yaşlardan itibaren sahip olduğu yüksek tepe elastikiyeti nedeniyle kolayca morfolojik özelliklerinde meydana gelen deformasyonlara bağlı olarak sürdürülebilir yönetim ve ormanlarının devamlılığının sağlanması güçleşmektedir. Bu nedenle doğu kayını gibi özellikle ilerleyen yaşlarda azmanlaşan ve ardaklanma özelliği olan duygulu bir türün ormanlarının doğal ya da yapay yöntemlerle devamlılığının sağlanmasında başarılı olabilmek için öncelikle yetiştirme ortamı etüdlerinin çok sağlıklı ve detaylı gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Saatçioğlu, 1969; Atay, 1987; Atalay, 1992).

Degrade olan kayın ormanlarının yeniden verimli hale getirilmesi, bu orman gen kaynaklarının devamlılığının sağlanması açısından oldukça önemlidir. Ancak, genellikle dikim yoluyla gerçekleştirilen kayın rehabilitasyon ve yapay gençleştirme çalışmalarında fidan kalitesinin düşüklüğüne, yetiştirme tekniğine ve arazideki dikim ortamlarının verim gücünün düşüklüğüne bağlı olarak yaşanan dikim şokları türün adaptasyon yeteneğini düşürmektedir. Bozuk kayın ormanlarının ıslahı amacıyla yapılacak olan bu tür çalışmalarda

fidan kalitesini iyileştirmek ve özellikle dikim sonrası yaşanan dikim şokunu atlatabilmek amacıyla kök hacmi yüksek ve topraktaki su ve besin maddelerinden yeterince yararlanabilen fidanlar yetiştirmek gerekmektedir. Bu kapsamda dünyada modern ve entansif ormancılık uygulamaları içinde yer alan fakat ülkemizde yeterli araştırma yapılmamış ve ormancılık pratiğine yeterince aktarılamamış olan Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF) aşılama çalışmaları gittikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle, ülkemizin önemli asli orman ağacı türlerinden biri olan doğu kayınına (*Fagus orientalis* Lipsky.) ait bozuk vasıflı ormanların dikim yoluyla iyileştirilme çalışmaları kapsamında, dikim materyali olarak kullanılacak fidanlara AMF aşılması yapılarak dikim başarısı ve adaptasyon yeteneğini yüksek seviyelere çekmek için bu çalışma yapılmıştır. Çünkü AMF bitkinin rizosfer bölgesindeki tüketim zonunu genişleterek toprakta bulunan su ve bitki besin elementlerinden daha fazla faydalanmasını sağlamaktadır. Ayrıca, AMF toprak kaynaklı kök patojenlerine karşı bitkinin direncini artırmaktadır.

Kayın fidanlarına AMF aşılmasının, fidanların büyüme performansı ve adaptasyon yeteneğini nasıl etkileyeceği sorusunun cevabı ulusal ve uluslararası ölçekte henüz bilinmemektedir. Çünkü yapılan literatür taraması sonucunda doğu kayını fidanlarına AMF aşılması yapılarak adaptasyon başarısı ve büyüme performansının bundan nasıl etkilendiğine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmanın amacı, tarafımızdan AMF aşılması yapılan kayın fidanlarının üç farklı yükselti kademesine dikilmesi ile fidanların gelişimi ve tutma başarısı üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu kapsamda AMF aşılmasının etkilerini görebilmek için aşılama yapılmış kayın fidanları her üç yükselti kademesine de dikilmiş ve AMF aşılammamış olan kontrol fidanları ile AMF aşılammış fidanların boy, kök boğazı çapı, yaprak eni-boyu, fidan taze-kuru ağırlığı, gövde ve kök taze-kuru ağırlığı, kök sayısı, kök uzunluğu, katlılık oranı gibi kantitatif parametreler ölçülerek ve hesaplanmış ve farklılıklar tespit edilmiştir. Ayrıca aşılama yapılan ve yapılmayan fidanların yaşama yüzdeleri belirlenmiş, her üç yükselti kademesindeki adaptasyon yetenekleri saptanmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nın Genel Özellikleri

Geniş yapraklı bir tür olan doğu kayını, ortalama boy olarak gençlikte hızlı sonraları yavaş büyümektedir. Maksimum 40 metre boy ve 2 metre çap yapar. Tek fert olarak azman, meşcere içerisinde düzgün silindirik bir gövde yapar. En uzun boy 45-50 metre arasındadır. Çok kısa saplı, eliptik 5-12 cm. boyunda ve 3-7 cm. genişliğinde olan yapraklarda 7-10 çift damar bulunduğu söylenir. Sonbaharda önce sararır sonra kızıla dönen rengiyle dikkat çeker. Yaprak tipi basit yapraklı olup yaprak dizilişi alması (alternant), yaprak kenarları ise ince dişlidir (URL-10).

Sürgünleri koyu ve kırmızımtırak kahverengi olup, oldukça ince yapılı, çıplak veya parlak, sürgün ucuna doğru hafifçe tüylü, üzerinde bol sayıda küçük lentiseller bulunmaktadır. Gövde açık gri renktedir ve ileri yaşlarında bile düzgün çatlaksız olduğu söylenebilir. 1,5 metre çapa ulaştığı bilinmektedir (URL-10).

İğ biçimindeki tomurcukları iri ve sivri uçludur. Bu uçlar sürgünlere yatık değil açı yapacak şekilde dizilmişlerdir. Doğu kayınının eşey durumu bir evcikliktir. Dişi çiçekler açık yeşil renkli ve kalın saplı olmalarıyla da bilinmektedir. Çok sayıda yassı yumuşak dikenlerle çevrilmişlerdir (URL-10).

Doğu kayınının çiçeklenme zamanının bahar sonunda yani mayıs ayı gibi olduğu söylenirken, çiçeklenme süresi bir ay kadar sürmektedir. Makaslanmaya ve budamaya karşı hassas bir bitki değildir (URL-10).

Doğu kayını meyveleri bir ya da birkaç tüylü bir sap üzerinde yaklaşık 1,5-2 cm. boyunda, küreye yakın bir şekildedir. Meyveler önceleri yeşil renkte, olgunlaştıklarında açık kahverenginde görülmektedir. Dip taraflarında damarlı ince uzun şekilde yaprak pullarla, ucuna doğru ise ince ipliksi şekilde pullarla örtülüdür. Doğu kayınının meyve dönemi eylül ayı olarak bilinmektedir (URL-10).

Doğu kayını tohumları sivri uçlu olup, 1-2 cm. aralığında uzun üçgen prizma şeklinde sert derimsi kabuklu ve açık kahverengidir. Yenildiği bilinmektedir (URL-10).

Doğu kayınının tepe özelliği yuvarlak taçlı ve yayvan geniş bir tepe yapmasıyla bilinir. Tepe çapı maksimum 10 metredir. En düşük 50 m. rakımda yetişirken, en yüksek 2000 m. rakımda yetişir (URL-10).

Ilıman iklim seven doğu kayını, yarı gölgeye ve gölge alanlara dayanıklı bir bitkidir. Toprak özelliği olarak humusca zengin, derin, kalkerli, drenajı iyi olan ve serin topraklar sever. Durgun su ve tuza hassas bir bitkidir. Tohum ekim zamanı geç sonbahar veya katlamaya alınırsa erken ilkbaharda yapılabilir. Doğu kayının tohumlarının toplanma zamanı sonbahar ekim ayı veya sonbahar sonu kasım ayında yapılabilir. Çok yıllık bir bitkidir. Orman özelliği olarak yaprak döken ve karışık ormanlardır (URL-10).

Doğu kayınının odunu ağır beyaz, kırmızımsı renktedir. Aynı zamanda fazla dayanıklı bir odunu yoktur. Toprağı ıslah etme yeteneği vardır. Peyzaj da kullanıldığı gibi fırınlanarak mobilya sektöründe kullanılır. Odunu iyi alev yapar (URL-10).

Türkiye’de yayılışını Karadeniz sahillerinde yaptığı bilinen doğu kayını, aynı zamanda Marmara Bölgesi’nde, Sinop, Vezirköprü, Bolu ve Kocaeli’nde de yer yer görüldüğü söylenir. Doğu Karadeniz’de bütün bir sahil boyunca 1000 ile 1700 m. yükseltilerde sakallı kızılâğaç, doğu ladini ve ıhlamurlar karışık ve saf ormanlar kurduğu da söylenmektedir (Anşin ve Özkan, 1997; URL-11).

Birçok yapraklı ormanda kayın türü baskın tür olarak kabul edilir. Kayın, kuzey yarım küredeki ılıman bitkilerden biridir. Ekolojisi ve nüfus dinamikleri bu alanlarda kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Orman değeri 1.630,296 hektar olan toplam 1.899,929 hektar, 269,733 hektar bozulmuş kayın ormanıdır (Kandemir, 2013; Anonim, 2015).

Kuzey yarımkürede 10 kayın türünü oluşturan Türkiye’nin orman kozalaklarının çoğu yani % 52,92 yaprak döken ormanlardaki en önemli türlerden biridir (Anonim, 2006). Kayın ormanları yüzlerce yıldır ülkemizdedir. Ancak uygun yönetim planları ve operasyonları ve kesimi olmaması nedeniyle yerini orman gülleri, böğürtlen ve eğrelti ortalarından oluşan bol

ve hızla yayılan çalılara bırakmıştır (Atalay, 1992; Kandemir, 2010).

Ekoloji, paleontoloji ve genetik üzerinde bu türün çalışılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ülkemizde yetişmekte olan Doğu kayını için bunu söylemek mümkün değildir (Magri ve ark., 2006). Türkiye’deki kayın ormanlarının çoğunda insan faktörlerinin etkisi ve kökeni nedeniyle hatalar bireylerden oluşmaktadır. Bu durum ahşabın kalitesini olumsuz yönde etkileyerek, genetik bir bazın daralmasına ve genetik rejenerasyonun önlenmesine neden olacaktır (Çalıkoğlu ve Kavgacı, 2001).

Türkiye’de dikilen yaprak döken ağaç miktarı ve bu türün doğal yenilenmesi açısından kayın en önemli türdür. Kayın ormanlarının budanmasının önemli olmasının yanı sıra, çevre koruma ve toprak koruma nedeniye ibrelilere alternatif olarak düşünülmelidir (Koski ve Antola, 1993).

Doğu kayını Milli Ağaç Programı’na konu olan bir ağaç türüdür. Bu programa dahil edilmiş olan tek yapraklı tür olmasıyla da bilinmektedir. Doğu kayınının ilk olarak temelde ıslah amacı ibrelilere benzer şekilde olarak boy ve hacim artımını gerçekleştirmektir (Koski ve Antola, 1993).

İklim ve ekolojik şartlara göre doğu kayını iki ana ıslah bölgesine ayrılmıştır (Atalay, 1992). İki ıslah alanının sınırları, iklim koşullarının okyanustan karaya değiştiği Karadeniz kıyılarına paralel ilk sıradağlardan geçer. Bu iki ıslah alanına ek olarak, Ulusal Ağaç Yetiştirme Programı’nda bir tohum yetiştirme alanı önerilmektedir. Amanos Dağları’nda altı, ana ıslah alanında üç, tohumluk üretim alanında üç ve bir genetik koruma alanında altı alt bölge bulunmaktadır (Koski ve Antola, 1993).

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Türkiye'nin kuzeybatısında yaygın türdür. Doğu kayını, Karadeniz, Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yanı sıra dünyanın birçok bölgesinde de doğal olarak yetişmektedir (Davis, 1982).

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), kayın ormanlarının optimum büyüme koşullarının, Karadeniz Bölgesi'ndeki Kuzey Anadolu orojenik kuşağının ve Trakya'daki Istranca Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında bulunduğu gölgeye toleranslı bir türdür.

Türkiye'deki oryantal kayın ormanları 1.810,079 hektarı kaplamaktadır ve ülkenin toplam orman alanının yaklaşık % 8,5'ini oluşturmaktadır (OGM, 2008).

Doğu kayını ülkemizde oldukça geniş bir yayılış alanına sahip, ekolojik, silvikültürel ve ekonomik açıdan değeri yüksek olan asli bir orman ağacı türüdür. Bu türün meydana getirdiği saf ve karışık meşcere kuruluşlarının son istatistiki verilere göre yaklaşık olarak % 52'si verimsiz hale gelmiştir (Anon., 2015). Bu kapsamda doğu kayınına ilişkin bu bozuk saf ve karışık meşcerelerin yeniden verimli hale getirilmesi ancak başarılı yapay gençleştirme çalışmaları ile mümkün olabilecektir (Saatçioğlu, 1976; Ata, 1995). Yapay gençleştirme çalışmalarının başarısı üzerinde çok sayıda faktör etkili olmakla birlikte, fidan kalitesinin de önemli bir etkisi bulunmaktadır (Yahyaoğlu ve Genç, 2007). Bu nedenle doğu kayınında başarılı gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarının yapılabilmesinde sağlıklı, kaliteli ve ıslah edilmiş güçlü fidanların üretilmesi oldukça önemlidir. Bu doğrultuda üretilen kaliteli fidanların arazideki tutma başarısı (adaptasyon yeteneği) ve gelişim performansı da yüksek olmaktadır. Bu üretim çalışmalarında özellikle edafik ve çevresel streslere karşı dayanıklılığı artırmak, gelişmiş bir kök yapısı elde etmek ve büyümesini artırmak amacıyla farklı uygulamalar yapılarak fidanın biyolojik gelişiminin ve fizyolojik aktivitelerinin desteklenmesi oldukça önem arz etmektedir.

2.2. AMF (Arbuskular Mikorizal Funguslar)

Bitkinin büyümesi ve gelişmesini desteklemek amacıyla Rhizobium bakterileri, ekto-mikorizalar ve endo-mikorizalar gibi kullanım alanları farklı olan çeşitli efektif organizmalar bulunmaktadır. Ülkemizde efektif organizmalar ve bitki büyüme düzenleyiciler ile orman ağaçlarının fidanlık üretimi aşamasında üretilen fidanların gelişimini desteklemeye yönelik çeşitli araştırmalar yapılmış olmasına rağmen arbusküler mikorizal fungusların (AMF) aşılama ile yapılan çalışmalar çok düşük düzeydedir. Ayrıca dünyada ve ülkemizde doğu kayınının büyüme performansı ve adaptasyon başarısını artırmak amacıyla fidanlara AMF aşılama yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan bu çalışma ile degrade olmuş kayın ormanlarının rehabilitasyon çalışmalarında ülkemizde ilk defa kayın fidanlarına AMF aşılama yapılmıştır. Bu çalışmada, Tefen orijinli 1+1 yaşındaki tüplü fidanlara AMF aşılama yapılmıştır. AMF aşılama yapılmış fidanlar daha önceden yapay gençleştirme için hazırlanmış olan kayın dikim sahalarında farklı yükseltilere (200-400 /

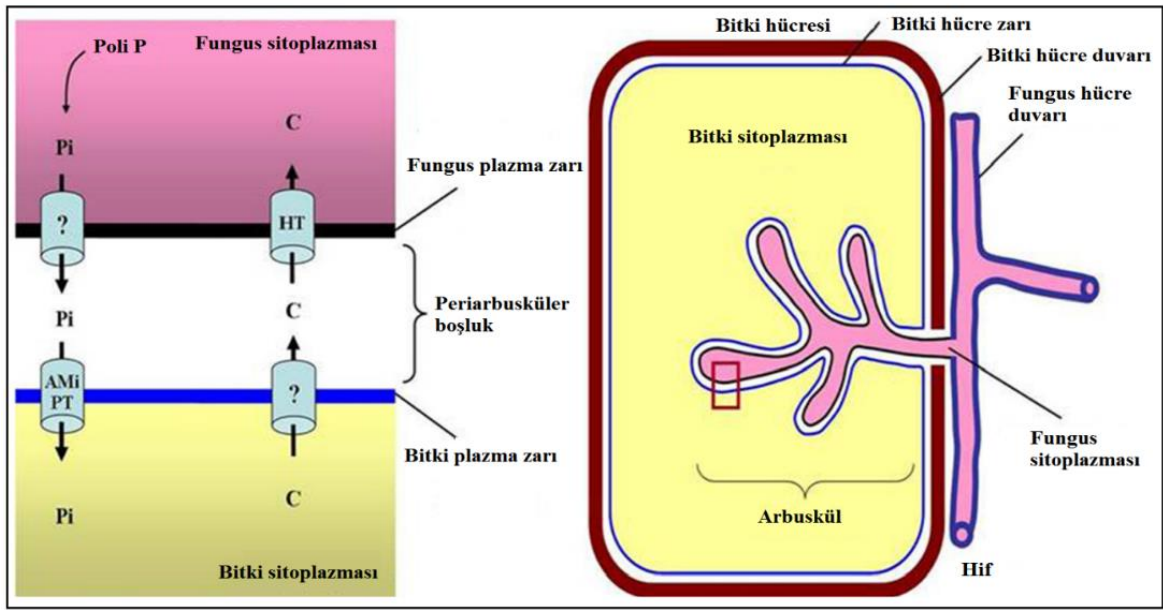
400-600 / 600-800 m.) dikilmiştir. Çalışma 3 tekrar ve 1 kontrol alanı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Böylece farklı yükseltilerde, AMF aşılması yapılmış olan doğu kayını fidanlarının büyüme performansı ve adaptasyon başarısının artırılması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile özellikle yüksek yükselti kademelerinde ekstrem iklim ve toprak koşullarının hakim olduğu alanlarda yapılacak ağaçlandırma ve gençleştirme çalışmalarında doğu kayınında başarı oranının artırılması hedeflenmiştir.

Arbusküler mikorizal funguslar kutuplardan ekvatora kadar dünyanın çok farklı bölgelerinde yayılış göstermektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda elverişsiz ekolojik koşulların olduğu sahalarda, toprak organik maddesinin ve toprak suyunun çok düşük olmasına rağmen, çoğu bitkinin hayati faaliyetlerini devam ettirdiği tespit edilmiştir (Şekil 2.1). Burada, bitkilerle ortak yaşam kurarak bitkilerin olumsuz ekolojik koşullara karşı toleransını artıran arbusküler mikorizal fungusların hayati öneme sahip olduğu ifade edilmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden bir tanesi de mikoriza hiflerinin bol, uzun ve çok ince olmasından dolayı bitkinin kök kılcallarına kıyasla, topraktaki bitki besin elementlerini ve suyu alma yeteneğinin daha fazla olmasıdır (Ortaş, 2000; Viebrock,1998).

Coğrafik Bölge ⇒	Yüksek Dağlar (Kuzey Böl.) ⇒	⇒	Tropik ya da Ilıman Bölgeler
N ve P Durumu ⇒	Düşük N ve P bulunabilirliği ⇓	Orta derecede veya mevsimlere bağlı P ve N bulunabilirliği ⇓	Yüksek mineral madde ve N varlığı ⇓
Mikoriza Tipleri ⇒	Erikoid Mikoriza ⇓	Ektomikoriza ⇓	Arbusküler mikoriza ⇓
Bitki Örtüsü ⇒	Fundalık, çalılık bölgeler ⇓	Ormanlar ⇓ Kozalaklılar ⇓ Yaprıqlı Dökenler ⇓	Yabancı otlar ve çim alanları ⇓
Mikoriza Tipleri ⇒	⇓	Erikoid veya Arbutoid ⇓	Arbusküler mikoriza ⇓
Etki ⇒	Mikoriza organik N ve P transferi yapar ⇓	Ektomikorizal Rizomorflar N ve P alıp depolarlar ⇓	Arbusküler mikoriza P alınımını artırır ⇓
Bölgelerin Humus ve Mineral Madde Durumu ⇒	Humusca fakir bölgeler	Humusca fakir bölgeler	Humusca zengin Bölgeler Mineral veya humusca zengin bölgeler

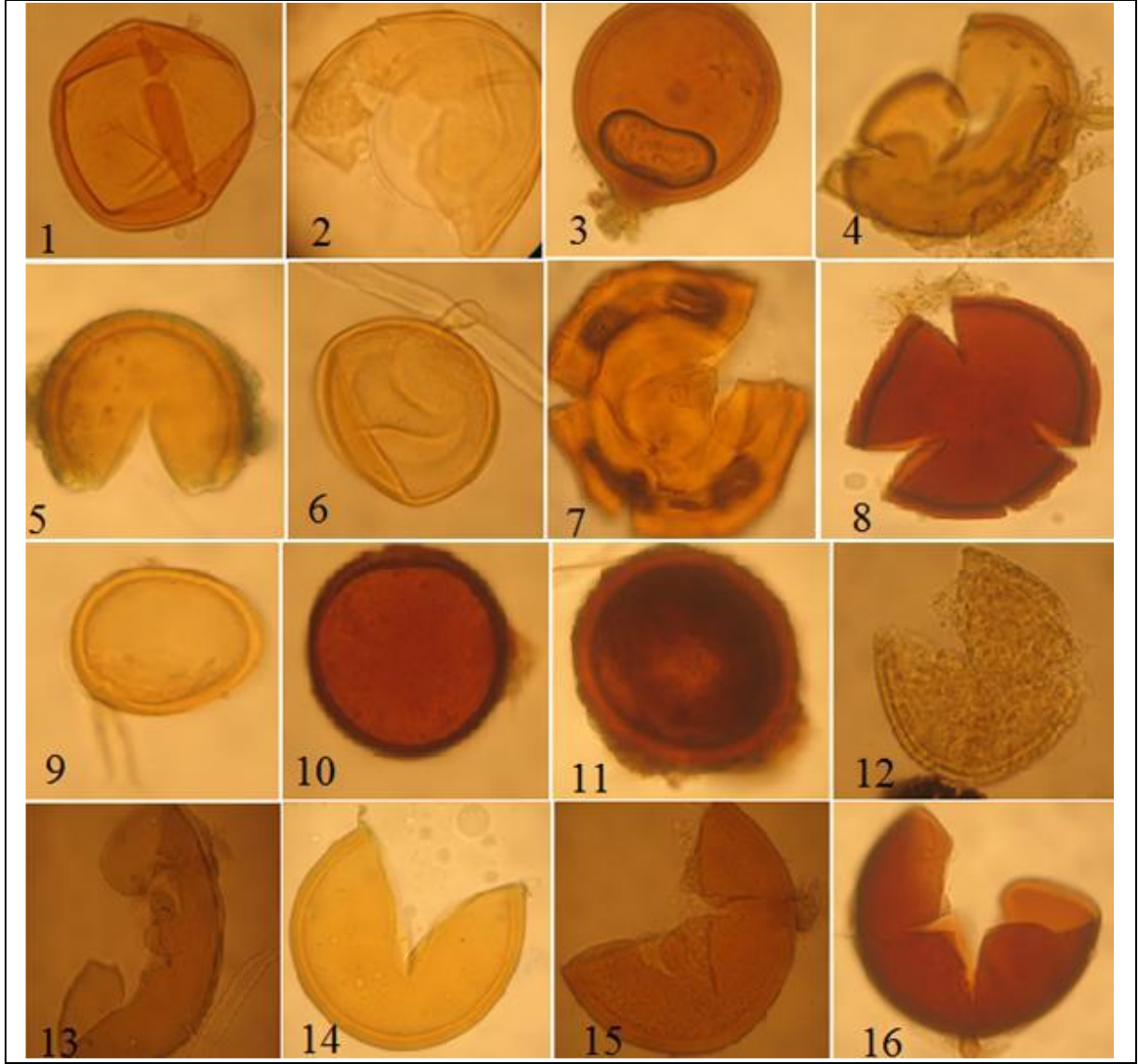
Şekil 2.1: Mikoriza tiplerinin ekolojik dağılımı (Allen, 1991).

AMF, topraktan kantitatif olarak, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin maddelerini alarak konukçu bitkiye iletmektedir (Demir, 1998; Rhodes, 1980; Bolan vd., 1987; Li vd., 1991). AMF bitki beslenmesi ve adaptasyon açısından bireyin bulunduğu alandaki toprak koşullarına uyumunu kolaylaştırmakta ve beslenme düzeyini artırmaktadır (Şekil 2.2). Ayrıca AMF topraktaki besin maddeleri açısından da iyi bir depo görevi görmekte ve bitkinin toprağa zor şartlarda dahi tutunmasına yardımcı olmaktadır (Jacobsen ve Rosendahl, 1990; Peng vd., 1993; Tinker vd., 1994; Bonfante ve Fasolo, 1984; Brown ve King, 1991).



Şekil 2.2: Fungus ve konukçu bitki arasında P ve C alışverişi. AMiPT: İndüklenebilir fosfor taşıyıcıları, HT: Hekzos taşıyıcıları (Johri vd., 2015).

AMF fidan yetiştiriciliği açısından da özellikle farklı fidanlık koşullarında önemli etkilere sahiptir. Bu kapsamda bağlandıkları bitki köklerinde gelişerek ve farklı koşullarda sporlarının yüksek bir çimlenme yeteneği ve tutunma kabiliyeti nedeniyle fidanlıkta ortaya çıkabilecek olumsuz şartlarda (anı kuraklık ve don olaylarında) bitki gelişimine ve hayatta kalma mücadelesine önemli katkılar sağlayabilmektedir (Giovannetti, 2000). AMF ile birlikte bitki içinde fizyolojik özelliklerinde bunları destekleyen sistemlerinde önemli değişimler meydana gelmektedir (Şekil 2.3). Bu değişimler genel olarak olumlu yönde olup, bitkilerin gelişim ve adaptasyon performanslarını artırmaktadır (Caron, 1989; Muchovej, 2001).



Şekil 2.3: AMF sporları (Palta vd., 2018).

AMF eklendiği bitkiyi toprakla fiziksel olarak birbirine bağladığı gibi, bitki beslenme sisteminde de iyileştirmeler sağlayarak özellikle ekstrem iklim koşullarının hakim olduğu alanlarda gerçekleştirilen bitkilendirme ve tarımsal faaliyetlerde verimliliği ve tutunma oranını artırmaktadır (Şekil 2.4). Bu konuda AMF'nin toprağın özellikle fiziksel özellikleri üzerindeki iyileştirici etkisinin önemli olumlu katkıları bulunmaktadır (Li vd., 1991; Miller ve Jastrow, 2000).

İLİŞKİ SÜRECİ	MEKANİZMA
Topraktaki $\leftarrow$ Fungal Hif $\Rightarrow$ Kök ↓	Kemotropizm
Kök yüzeyi ile hiflerin teması ↓	Tanıma
Hiflerin adezyonu ↓	Uyum
Hiflerdeki farklılaşmalar apresoryum oluşumu ↓	Fungal yapıda değişiklikler
Hiflerin kök hücreleri veya hücreler arasına girişi ↓	Enzimlerin üretimi
Hiflerdeki farklılaşma, AM funguslarda arbuskül, EM funguslarda Hartig Ağı ve Seyrek dokulu fungal örtü oluşumu ↓	Fungal yapıda görülen değişiklikler
Kök hücrelerinde ve kök morfolojisinde değişiklikler ↓	Hormon üretimi
Mikorizal fungus ile bitki kökleri arasındaki besin alışverişi ilişkisinin kurulması	

Şekil 2.4: Bitki ile fungus arasındaki mikorizal ilişkinin kurulması (Peterson ve Farguham, 1994).

Marjinal ekolojik koşulların olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda veya degrade olmuş sahalarda yapılacak bitkilendirme faaliyetlerinin başarılı olabilmesi için düzenli bakım çalışmaları gerekmektedir. Bu alanlarda toprak organik maddesi düşük, toprak suyu derinlerde ve bitki besin elementlerinin içeriği düşük düzeylerde. Böyle topraklarda yaşayan bitkilerin hayatta kalabilmeleri ve gelişebilmeleri için daha fazla bitki besin elementi alabilmesi gerekmektedir. Mikorizal birlikteliği olmayan bitkiler sadece köklerinin ulaşabildiği tüketme zonundaki bitki besin elementlerini ve suyu kullanabilirken, mikorizal birlikteliği olan bitkiler mikorizanın hifleri sayesinde daha fazla alandan faydalanabilmektedir (Pulatkan ve Var, 2010).

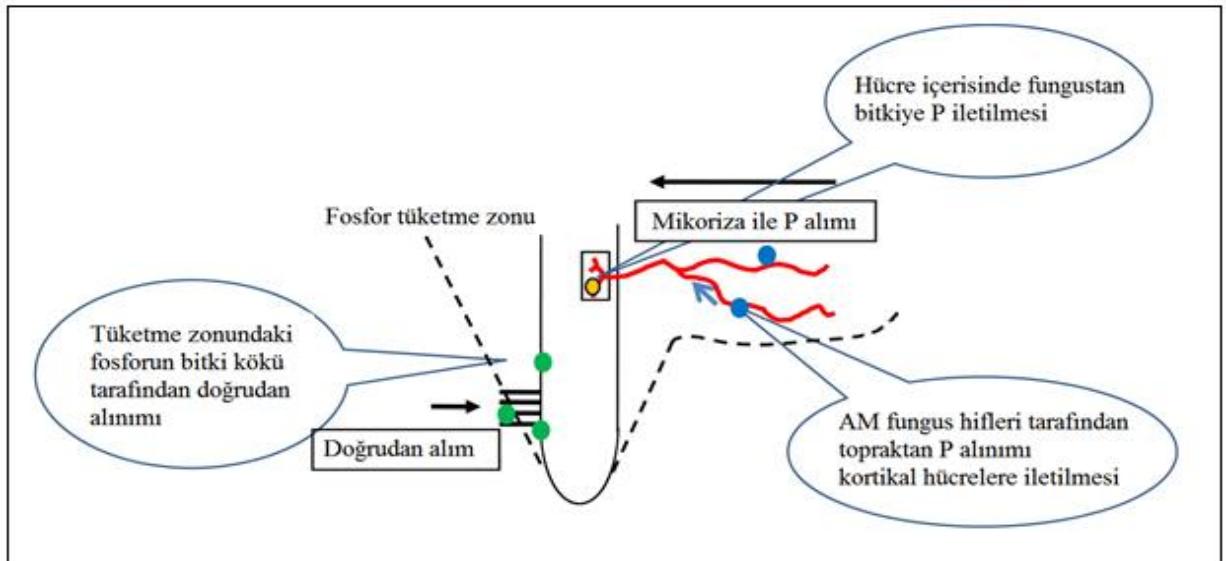
AMF, kök iletkenliğini teşvik ederek köklerin su alımını artırır. Ayrıca bitkilerin köklerinde kılcal kök oluşumunu teşvik ederek, kök uzunluklarının ve kök dallanmalarının artması ile kök morfolojisini etkilemektedir (Smith ve Read, 1997).

AMF, bitkinin rizofer bölgesini genişleterek topraktaki bitki besin elementlerinden ve sudan daha fazla faydalanılmasını sağlamaktadır. AMF fungusların hiflerinin sayesinde genişletilmiş olan rizosfer bölgesine mikorizosfer adı verilmektedir. Ayrıca AMF, bitkilerin

toprak patojenlerine karşı olan dayanıklılığını artırmaktadır. Böylece AMF, bir yandan bitkilerin daha fazla bitki besin elementlerine ulaşmasını sağlarken diğer yandan toprak kaynaklı hastalıklara karşı direncini artırmaktadır (Abott ve Robson, 1981; Demir ve Onoğur, 1999; Davies, 2000).

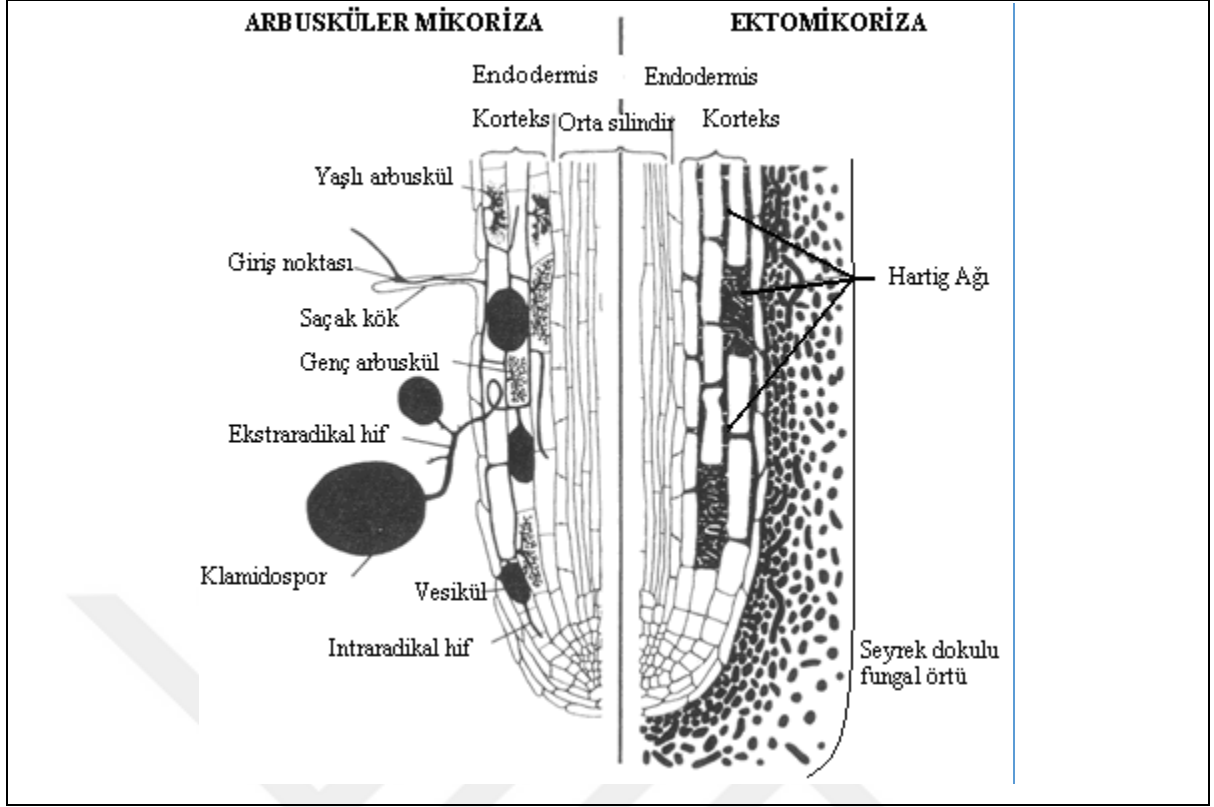
AMF kök organelleri üzerinde yüksek bir etkiye sahip olması nedeniyle hemen kökün işlevselliğini artırarak besin ve su maddelerinin bitki tarafından alınımını kolaylaştırmakta hem de canlı kök hacmini olabildiğince artırmaktadır (Sieverding, 1991; Mukerji vd., 2000; Ortaş, 2002; Marchner, 1995; Ryan ve Angus, 2003).

Topraktaki makro ve mikro besin elementlerinin yeterli miktarda bitki tarafından alınması bitkinin gelişimi ve hayatiyeti açısından önemlidir. Pek çok makro besin elementinin bitkiler tarafından alınmasının farklı yolları ve yöntemleri olmakla birlikte başta fosfor olmak üzere bu besin maddelerinin bitkiler tarafından kolayca alınabilmesinde AMF'nin önemli rolü (Şekil 2.5) ve etkinliği bulunmaktadır (Smith vd., 2011).



Şekil 2.5: Fosforun bitki tarafından alınması (Smith vd., 2011).

AMF'lerin bitkilerin kök yapısında oluşturdukları farklı oluşumlar (Şekil 2.6) sayesinde bitki besin maddelerinin alımında kolaylıklar ve etkinlik sağlamasının yanı sıra toprağın infiltrasyon kapasitesi üzerinde olumlu faaliyetleri söz konusudur (Hayman ve Mosse, 1972; Hayman, 1982; Bolan, 1991; Smith vd., 1992).



Şekil 2.6: Endo ve ektomikoriza'nın kökte oluşturdukları yapılar (Kendrick, 1992).

Arazi şartlarının ve toprak özelliklerinin bozulması nedeni ile ağaçlandırma yapılacak pek çok alan erozyona uğramaktadır. Erozyon ile meydana gelen toprak kaybını engellemek amacı ile özellikle toprak tutma yeteneği yüksek olan bitkiler AMF ile aşılandığında, bitkiler daha fazla kök sistemi meydana getirmektedir. Aynı bitkinin kökleri gibi AMF miselleri de toprağı sararak, salgıladıkları enzimler ile toprakların suya dayanıklı agregat stabilitesini ve su tutma kapasitesini artırmaktadır (Davies, 2000; Pulatkan ve Var, 2010).

AMF, toprağın biyolojik yapısının ve verimliliğinin sürdürülebilirliğinde de önemli bir yere sahiptir (Torres-Barragan vd., 1996; Matsubara vd., 2001). Ayrıca, AMF kökün hidrolik iletkenliğini yükselterek bitkinin kuraklık stresine karşı direncini de artırmaktadır (Allen, 1982).

Küçük sporlu arbusküler mikorizal fungusların büyük sporlulara oranla daha az mevsimsel değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Picone, 2000). Bu nedenle sıcak ve kurak ekosistemlerin ıslah çalışmalarında arbusküler mikorizal fungusların kullanımının ihmal edilemeyeceği belirtilmektedir (Tao ve Zhiwei, 2005).

Toprak verimliliği tüm tarımsal ve ormancılık faaliyetleri açısından önemlidir. Bu verimliliğin düşük olmasında çevresel faktörler ve yanlış arazi kullanımı etkili olmakla birlikte bazı azot ve fosfor gibi ana besin elementlerinin topraktan alınamamasının da önemli rolü bulunmaktadır (Erman vd., 2006). Bu bağlamda arbusküler mikorizal fungus aşılamaalarının doğal oluşu, ekosisteme zarar vermemesi, uygulama sonrası arazide uzun yıllar kalabilmesi ve rizosfer bölgesindeki tüketme zonunu genişletmesi neticesinde bitkinin daha fazla alandan besin elementi alabilmesine olanak tanınması nedeniyle oldukça önemli bir yere sahip oldukları düşünülmektedir.

Literatür taramasına bakıldığında ulusal ve uluslararası ölçekte arbusküler mikorizal funguslar ile doğu kayını fidanlarına aşılama uygulaması yapılmış herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle AMF aşılamaasının doğu kayının gelişimi ve tutma başarısını nasıl etkileyeceği henüz bilinmemektedir. Bu çalışma ile AMF aşılamaasının doğu kayınının gelişimi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu ortaya konulacaktır. Arbusküler mikorizal fungusların bitkilere sağlamış oldukları katkılar gözönüne alındığında, yapılan çalışma sonucunda AMF aşılamaanmış kayın fidanlarının AMF aşılamaası yapılmayan kontrol fidanlarına göre gelişiminin ve adaptasyon başarısının artacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Araştırmada Tefen orijinli, 1+1 yaşlı ve tüplü doğu kayını fidanlarına endo arbusküler mikoriza aşılması yapılmıştır. Aşılama işleminde Glomus cinsine ait funguslar kullanılmıştır. Gökçebey Orman Fidanlık Müdürlüğünde gerçekleştirilen bu uygulamada toplam 480 adet doğu kayını fidanı kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Tefen orijinli, 1+1 yaşlı ve tüplü doğu kayını fidanlarına endo arbusküler mikoriza aşılması.

AMF uygulanan doğu kayını fidanlarının belirtilen 3 farklı yükselti kademesinde (200-400 m, 400-600 m. ve 600-800 m.) AMF uygulanmayan fidanlar ile karşılaştırmalı olarak gerçekleştirilen arazi denemeleri Yenice yöresinde yapılmıştır (Şekil 3.2). Arazi uygulamalarının gerçekleştirildiği Yenice yöresinde her 3 yükselti kademesinde bakı kuzeybatı olup, alan orman kuşakları yönünde Öksin orman kuşağı alanının sınırları içinde kalmaktadır. Alanlarda toprak derin olup, kumlu-killi-balçık tekstüründe ve granular

strüktedir. Hakim rüzgar batıdan esmekte olup vejetasyon süresi 6 aydır. Araştırma alanında ortalama sıcaklık 18,2- 21,4 °C ve ortalama yıllık yağış 1032- 1146 mm'dir (Anon., 2019).



Şekil 3.2: 3 farklı yükselti kademesinde uygulanan arazi denemeleri.

3.2 Metot

3.2.1 Arbusküler Mikorizal Fungus Aşılması ve Doğu Kayını Fidanlarının Araziye Dikimi

AMF aşılmasında ERS (Endo Root Soluble) marka yurt dışı kaynaklı, *Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* türlerinden oluşan karışım kullanılmıştır (Şekil 3.3). AMF aşılması her tüplü fidan için 25 adet spor olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Aşı kaynağı sulama suyuna karıştırılarak tüplü fidanlara uygulanmıştır. AMF aşılması yapılan fidanlar fungusun kolonize olabilmesi için 2 ay süre ile bekletilmiştir. AMF aşılması yapılan ve yapılmayan tüplü fidanlar Karabük ili Yenice yöresinde üç farklı yükselti kademesine (200-400 / 400-600 / 600-800 metre) her bir tekrarda 40 adet olacak şekilde üç tekrarlı olarak rastlantı parselleri deneme desenine göre toplam 120 aşı ve kontrol olarak da 40 aşısız fidan olacak şekilde dikilmiştir (Tablo 3.1). Böylece herbir kademedeki 160 adet fidan olacak şekilde, üç kademedeki toplam 480 adet fidan dikimi yapılmıştır.



Şekil 3.3: AMF aşılmasında kullanılacak farklı türlerden oluşan fungus karışımı.

Tablo 3.1. Deneme deseni.

Yükselti Kademesi (m)	1. Tekrar AMF (+) (adet fidan)	2. Tekrar AMF (+) (adet fidan)	3. Tekrar AMF (+) (adet fidan)	Kontrol AMF (-) (adet fidan)	Toplam (adet fidan)
1. Kademe (200-400)	40	40	40	40	160
2. Kademe (400-600)	40	40	40	40	160
3. Kademe (600-800)	40	40	40	40	160
Toplam Fidan Sayısı (adet)					480

Dikilen fidanların arazi performansları (büyüme ve adaptasyon başarıları) izlenmiştir. Dikimden önce ve dikimden sekiz ay sonra AMF aşılammamış olan kontrol fidanları ile AMF aşılı fidanların boy, kök boğazı çapı, yaprak eni-boyu, fidan taze-kuru ağırlığı, gövde ve kök taze-kuru ağırlığı, kök sayısı, kök uzunluğu, katlılık oranı gibi kantitatif parametreler belirlenmiş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Dikilen fidanların arazi performanslarının izlenmesi.

3.2.2 İstatistiki Analizler

Arbusküler mikorizal fungus aşılmasının kayın fidanlarının büyüme performansı ve adaptasyon başarısını belirlemek amacı ile tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiki açıdan anlamlı farklılık çıkması durumunda gruplandırma için % 95 güven düzeyinde Duncan testi yapılmıştır.

Genel olarak bakıldığında kısaca fidanlıkta mikoriza aşılana fidanlarda boy, kök boğaz çapı, fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yan kök sayısı, kök uzunluğu, yaşama yüzdesi gibi kantitatif karakterlerin ölçümü yapılmıştır. Mikoriza uygulanan ve uygulanmayan tüplü fidanlar Yenice yöresinde 3 farklı yükselti kademesinde (1. yükselti kademesi 200-400 m., 2. yükselti kademesi 400-600 m. ve 3. yükselti kademesi 600-800 m.) 100 mikorizalı ve 50 kontrol fidanı olacak şekilde dikilmiş ve arazi performansları (büyüme ve adaptasyon başarıları) izlenmiştir. Hem yükselti kademelerinin kendi içinde hem de kendi arasında karşılaştırmaları yapılmış ve fidanlık ölçülen kantitatif parametreler tekrar edilmiştir. Gerek fidanlık aşamasında gerekse arazi aşamasında mikorizalı ve kontrol fidanları arasındaki karşılaştırmalar varyans analizi (ANOVA) ve duncan testi yardımıyla yapılmıştır. Bu istatistiki analizlerin tamamı SPSS paket istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerin tamamında en az $P < 0,05$ güvenlik düzeyi aranmış, en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olan parametreler arasında oluşan homojen gruplar ile birlikte verilmiş ve tablo haline getirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bulgular

4.1.1 Yükseltinin Etkisine İlişkin Bulgular

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda AMF uygulanmış doğu kayını fidanlarına ilişkin kantitatif karakterler üzerinde % 95 güven düzeyinde yükselti kademesinin etkili olduğu ve özellikle ikinci ve üçüncü yükselti kademelerinin araştırmanın gerçekleştirildiği Yenice yöresinde kayının optimal ekolojik koşullarına daha yakın koşullara sahip olması nedeniyle daha yüksek değerler gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Yükselti Kuşakları (m)

Yükselti Kuşakları	Sınır Değerleri (m)
1. Yükselti Kuşağı	200-400
2. Yükselti Kuşağı	400-600
3. Yükselti Kuşağı	600-800

4.1.2 Boy Büyümesine İlişkin Bulgular

Tablo 4.2 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden boy karakterinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Boy karakterinin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Ayrıca, varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre boy karakterinde en yüksek değerler AMF uygulanmış fidanlarda elde edilmiştir.

Tablo 4.2: AMF uygulamasının boy karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Boy (cm)
1	30,01 a
2	31,90 a
3	38,83 b
4	43,56 c

4.1.3 Kök Boğaz apı Gelişimine İlişkin Bulgular

Tablo 4.3 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden birisi olan kök boğaz çapı karakterinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu grlmektedir. Kök boğaz çapı karakterinin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.3: AMF uygulamasının kök boğaz çapı karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Kök Boğaz apı (mm)
1	0,52 a
2	0,72 b
3	0,77 b
4	0,85 b

Varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre çap karakterinde en yüksek değerler AMF uygulanmış fıdanlara aittir.

4.1.4 Fidan Taze Ağırlığına İlişkin Bulgular

Tablo 4.4 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden F taze ağırlık karakterinin % 99 güven düzeyinde anlamlı olduğu grlmektedir. F taze ağırlık karakterinin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.4: AMF uygulamasının fidan taze ağırlık karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Fidan Taze Ağırlığı (g)
1	7,97 a
2	8,74 b
3	9,07 b
4	8,72 b

Varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre çap karakterinde en yüksek değerler AMF uygulanmış fidanlarda tespit edilmiştir.

4.1.5 Fidan Kuru Ağırlığına İlişkin Bulgular

Tablo 4.5 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden F kuru ağırlık karakterinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. F kuru ağırlık karakterinin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.5: AMF uygulamasının fidan kuru ağırlık karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Fidan Kuru Ağırlığı (g)
1	4,45 a
2	5,73 b
3	5,17 b
4	6,52 c

Varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre F kuru ağırlık karakterinde AMF uygulanmış olan fidanlar kontrol grubuna göre yüksek değerler göstermiştir.

4.1.6 Kök Uzunluğuna İlişkin Bulgular

Tablo 4.6 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden kök uzunluğu karakterinin % 99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görölmektedir. Kök uzunluğu karakterinin ortalama değerleri aşığıda verilmektedir.

Tablo 4.6: AMF uygulamasının kök uzunluğu karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Kök Uzunluğu (cm)
1	22,77 a
2	24,39 a
3	25,95 a
4	31,39 b

Varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre kök uzunluğu karakterinde AMF uygulanmış fidanlara ait değerler kontrol grubundan daha yüksek çıkmıştır

4.1.7 Yan Kök Sayısına İlişkin Bulgular

Tablo 4.7 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden yan kök sayısı karakterinin % 99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görölmektedir. Yan kök sayısı karakterinin ortalama değerleri aşığıda verilmiştir.

Tablo 4.7: AMF uygulamasının yan kök sayısı karakteri üzerindeki ortalama değerlere ilişkin Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Yan Kök Sayısı (adet)
1	6,10 a
2	10,10 b
3	10,80 b
4	14,80 c

Varyans analizi sonuçlarına göre türlerin istatistiki olarak aralarında en az % 95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan karakterlerden oluşturulan homojen gruplara göre yan kök sayısı karakterinde en yüksek değerler AMF uygulanmış fidanlarda tespit edilmiştir.

4.1.8 Yaşama Yüzdesine İlişkin Bulgular

Tablo 4.8 incelendiğinde çalışmaya konu olan sekiz adet kantitatif karakterden Yaşama Yüzdesi karakterinin % 99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Yaşama yüzdesi karakterinin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.8: AMF uygulamasının yaşama yüzdesi karakteri üzerindeki ortalama değerlere ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama	Yaşama Yüzdesi (%)
1	62,54 a
2	76,26 b
3	83,61 c
4	95,12 d

4.2 Tartışma

AMF uygulamasının doğu kayını fidanlarının büyüme performansı (morfolojik karakterleri) ve yaşama yüzdesi (tutma başarısı) üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırmada 6 adet farklı ve yaşamsal açıdan önemli değişken üzerinde tespitler ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yenice yöresinde 3 farklı yükselti kuşağında (200-400 m, 400-600 m. ve 600-800 m.) gerçekleştirilen arazi denemesinde hemen hemen bütün karakterlerin AMF uygulamaları ile birlikte 2. ve 3. yükselti kuşağında 1. yükselti kuşağına göre daha iyi sonuçlara ve büyüme performansına ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 4.1). Bu durum öksin orman kuşağı olarak bilinen Batı Karadeniz orman rejyonunda kayının optimal büyüme koşullarına 600-1000 m. arasında ulaşmaya başladığı ve özellikle 800-1000 m. arasındaki yükselti basamağında oldukça verimli ve değerli meşcereler kurmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim araştırma alanı ile yakın ekolojik koşullara sahip alanlarda bulunan kayın ormanlarında yapılan bir araştırmada da doğu kayının 800-1100 m. yükselti kuşağında verimli saf ve karışık meşcereler kurduğu tespit edilmiştir (Özel, 2007).

Araştırma kapsamında incelenen boy değişkeni ilişkin elde edilen veriler değerlendirildiğinde AMF uygulanan fidanların boy büyümesi değerlerinin kontrol fidanlarına göre çok daha yüksek olduğu ve aralarında istatistiki açıdan anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2). Buna göre araştırmada incelenen doğu kayını fidanlarının boy büyümesi değerlerinin 30,01-43,56 cm arasında değiştiği ve en yüksek boy büyümesi değerinin AMF'li fidanlarda elde edildiği belirlenmiştir. Araştırma konusunu oluşturan orman ağaçlarına AMF uygulaması ile ilgili olarak yapılan araştırma çalışmaları henüz çok yeni olup gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde yeterli düzeyde bulunmamaktadır. Bu kapsamda boy değişkeninde olduğu gibi diğer tüm morfolojik karakterlerde ve yaşama yüzdesinde yapılan tartışmalar daha çok tarımsal ve tarımsal ormancılık uygulamalarında kullanılan bitkilere uygulanan AMF aplikasyonlarının sonuçları ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre *Cannablas sativa*'da gerçekleştirilen bir araştırmada AMF uygulamasının fidanlarının boy büyümesini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir (Citterio vd., 2005).

Araştırmada incelenen diğer bir morfolojik karakter kök boğaz çapıdır. Kök boğaz çapı ilk yıllardan itibaren fidan gelişimini boy değişkeni ile birlikte en iyi yansıtan kantitatif

parametrelerden birisi olmuştur. Bu kapsamda doğu kayını fidanlarının kök boğaz çapı gelişimlerinin 0,52-0,85 mm. arasında değiştiği ve en yüksek kök boğaz çapı gelişiminin AMF'li doğu kayını fidanlarında meydana geldiği saptanmıştır (Tablo 4.3). Bu konuda farklı tarım bitkilerinde gerçekleştirilen AMF uygulamalarında da henüz birinci yıl sonundan itibaren AMF uygulamasının çok ciddi artışlar meydana getirerek kök hacmini güçlendirdiği ve sahip olunan beslenme gücü seviyesini oldukça yüksek düzeylere çektiği tespit edilmiştir (Hodge vd., 2009).

Araştırma kapsamında incelenen üçüncü kantitatif karakter fidan taze ağırlığıdır. Fidan taze ağırlığı ilk yıllardan itibaren özellikle yaşama yüzdesinin, adaptasyon yeteneğinin ve fotosentez düzeyinin belirlenmesi yönünde önemli bir metrik karakterdir. Bu kapsamda gerçekleştirilen ölçümlerde fidan taze ağırlığının 7,97-9,07 g. arasında değiştiği ortaya çıkmıştır (Tablo 4.4). Buna göre AMF uygulamasının fidan taze ağırlığı üzerinde çok önemli artışlara neden olduğu ve bu durumun özellikle fotosentez hızı ve miktarı açısından olumlu gelişmelerin fidanlarda meydana geldiğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Bu konuda okaliptus fidanlarında yapılan bir araştırmada da AMF uygulamasının fidan taze ağırlığının yaklaşık olarak kontrol numunelerine göre 2 katına kadar artırdığı belirlenmiştir (Janos vd., 2013).

Fidan kuru ağırlığı da araştırmada değerlendirilen diğer bir önemli morfolojik karakterdir. Buna göre araştırmada AMF'li ve kontrol numunelerinden alınan örneklerde yapılan tartımlar sonucunda fidan kuru ağırlığının 4,45-6,52 g. arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 4.5). Bu değişken açısından da AMF uygulamasının taze ağırlıkta olduğu gibi pozitif etkilerinin olduğu kontrol numuneleri ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Özellikle fidan kuru ağırlığının fidanların kalite sınıflarını yakından ilgilendiren ve etkileyen bir değişken olduğu düşünüldüğünde AMF uygulamalarının doğu kayını fidanlarının kalitesinin de olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu konuyla ilgili olarak bazı önemli tarım bitkilerinde gerçekleştirilen araştırmada da mikoriza uygulamalarının fidan özelliklerini ve kalitelerini olumlu yönde etkilediği ve özellikle katlılık ve gürbüzlük indisi seviyelerini artırdığı tespit edilmiştir (Koch vd., 2017). Bu sonuçlar da doğu kayını fidanlarının gelişimi ve kalitesi üzerinde AMF uygulamalarının etkisinin olumlu sonuçlar ortaya çıkardığına yönelik elde edilen bulguları desteklemektedir.

Bitki beslenmesi ilk yıllardan itibaren adaptasyon yeteneğini ve büyümeyi doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Bilhassa son yıllarda biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklılığın ya da diğer etkilerini ortaya çıkmasında ve incelenmesinde bitki beslenme parametreleri yakından takip edilmektedir. Bu konuda beslenmenin topraktan başladığı ilk organel olan kök ve köke ilişkin parametrelerin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu kapsamda söz konusu bu araştırmada da AMF uygulamalarının doğu kayını fidanlarının kök uzunluğu gelişimi üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda fidanlardaki kök uzunluğunun 22,77-31,39 cm. arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.6). İstatistik analiz sonucunda AMF'li fidanlar ile kontrol fidanları arasında istatistiki açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Buna göre AMF'li doğu kayını fidanları oldukça yüksek kök uzunluğu değerlerine sahip olmuşlardır. Bu durum doğu kayını fidanlarına yetersiz su kaynaklarının bulunduğu toprak koşullarında hem daha derin hem de yatay mesafede daha uzun alanlardaki mevcut su kaynaklarına ulaşma imkânı sağlayabilecektir. Bu mısır türlerinde gerçekleştirilen araştırmalarda AMF ve diğer mikoriza uygulamalarının kök ve sürgün gelişimi üzerinde çok olumlu etkiler meydana getirerek bitkilerin değişik stres faktörlerine karşı olan dayanıklılıklarının artırılacağı ve gelişim gerilemelerinin önüne geçilebileceği vurgulanmaktadır (Kothari vd., 1990). Yine Poss vd. (1985) yaptıkları çalışmada, mikorizalı bitkilerin mikorizasız bitkilere göre tuzlu koşullarda daha fazla verim artışı sağladıklarını ve yine daha fazla fosfor kapsadıklarını bildirmişlerdir. Kılavuz (2006) tarafından Van yöresinde yapılan bir çalışmada, bitkisel verimin sınırlandırıldığı tuzlu alanlarda mikoriza uygulaması (*Glomus intraradices*) ile bitki gelişiminin genelde olumlu etkilendiği belirtilmiştir. Demirbaş (2012) tarafından Çukurova bölgesinde yapılan araştırmada mikoriza aşılması yapılan bitkilerin mikoriza aşılması yapılmayan bitkilere göre veriminin ve N, P, K ve Zn elementleri alımının arttığı saptanmıştır.

Yan kök sayısı da kök uzunluğu karakteri gibi beslenme ve stres koşullarına dayanıklılık açısından kök morfolojisi ile ilgili olarak yakından incelenmesi gereken önemli bir değişkendir. Bu değişken kapsamında özellikle ilk yıllardan itibaren bitki besin maddelerini alımında önemli bir fonksiyonu bulunan yan köklerin incelenmesi ve yapılan doğal ya da doğal olmayan uygulamaların etkilerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışma kapsamında doğu kayını fidanlarında gerçekleştirilen AMF uygulamaları sonucunda bu uygulamaların fidanların yan kök sayısına olan etkileri de incelenmiştir. AMF'li ve kontrol gruplarından alınan fidan örnekleri üzerinde gerçekleştirilen sayımlarda yan kök

sayısının 6,10-14,80 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. AMF uygulamasının kök uzunluğu değişkeninde olduğu gibi yan kök sayısı üzerinde de olumlu etkiler meydana getirdiğini istatistiki analizler sonucunda da söylemek mümkündür (Tablo 4.7). Bu konuda yapılan bir başka çalışma sonucunda da tarım bitkilerinde AMF uygulamasının hem toprak koşulları üzerinde hem de kök yapısı üzerinde olumlu etkiler meydana getirerek yaşama sürecini olumlu yönde etkilediği ve bitkilerin büyüme performanslarını önemli ölçüde yükselttiği saptanmıştır. Yine çalışmalarda bu uygulamanın zararsız etkilerinin çokluğuna bağlı olarak ürün veriminde kök ve gövde gelişiminde pozitif artışlara bağlı olarak dönemsel bazda % 23-37 arasında artışların sağlanabildiği belirtilmektedir (Yu vd., 2011). Özbucak ve Kabul (2019) yapmış oldukları çalışmada, mikoriza uygulanmış ve uygulanmamış domates bitkisinde farklı fungusit dozlarının meyve kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmış ve sonucunda mikorizanın fungusit uygulamasına rağmen meyve üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermişlerdir. Yılmaz ve Gül (2009) tarafından oldukları çalışmada arbusküler mikoriza aşılamanın patlıcan (*solanum melongena l.*) yetiştiriciliği üzerine etkilerini araştırmış ve sonucunda mikorizanın bitki gelişimi ve ona bağlı olarak da verim artışı sağladığını belirtmişlerdir. Özer (2008) tarafından yapılan çalışmada bazı kavun genotiplerinde arbuscular mikorizal fungus uygulamalarının fide gelişimi ve *fusarium oxysporum f.sp. melonis*'e dayanıklılık düzeylerine etkilerini araştırmış ve sonucunda genel olarak AMF uygulamaları fide gelişim parametrelerinde pozitif etki yarattığını saptamışlardır. Ayrıca AMF'li kavun sürgünlerinin yaş ağırlıklarının AMF'siz olanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ancak AMF li Kavun sürgünlerinin kuru ağırlığının AMF'siz olanlara göre daha düşük olduğunu da saptamışlardır. Kavun sürgün çaplarında AMF'li olanlar AMF'siz olanlara göre daha yüksek değerde olduklarını da belirtmişlerdir.

Orman ağacı türlerine ait fidanlar kullanılarak gerçekleştirilen ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarında ilk yıllardan itibaren gerek tür ve orijin bazında gerekse ağaçlandırma yatırımlarının geneli düzeyinde başarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulmuş en önemli kriter adaptasyon yeteneğidir. Adaptasyon yeteneğinin ise tespitinde kullanılan en uygun değişken ise yaşama yüzdesi değişkenidir. Belirli aralık mesafe ile gerçekleştirilen uygulamalarda yaşama yüzdesinin belirlenmesi ya hektar olarak birim alan üzerinden ya da alınan örnekleme alanı üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu anlamda AMF uygulamaları sonucunda üç farklı yükselti kademesinde gerçekleştirilen arazi denemelerinde

yaşama yüzdesi değişkeni de birinci yılsonunda belirlenmiştir. Yapılan sayım ve tespitler sonucunda yaşama yüzdesinin tüm denemenin genelinde % 62,54-% 95,12 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.8). Yapılan istatistiki analizler sonucunda AMF uygulamaları yapılan doğu kayını fidanları ile kontrol fidanları arasında tüm yükselti kademelerinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Buna göre AMF uygulanan doğu kayını fidanları her üç yükselti kademesinde de kontrol fidanlarına göre yaklaşık % 30-40 arasında daha yüksek yaşama yüzdesine sahip olmuşlardır. Bu durum ağaçlandırma, yapay gençleştirme, rehabilitasyon ve restorasyon uygulamalarında araştırma alanında doğu kayını ile yapılacak uygulamaların başarısı üzerinde oldukça yüksek düzeyde olumlu etkiler yapmaktadır. Böylece doğu kayını ile yaygın olarak gerçekleştirilen ormancılık faaliyetlerinin AMF uygulamaları ile başarısını artırarak ve garanti altına alarak dış stres koşullarına dayanıklı primer orman kurma çalışmalarının başarıyla gerçekleştirilme olasılığı yükselmektedir. Bu konuda rotasyon süreleri kısa olmasına karşın başta ağır metal kirliliği olmak üzere sürekli olarak çevre kirliliği sorunlarına maruz kalan tarım bitkilerinin yetiştirilmesinde ve fidanlarının üretilmesinde de çok önemli sonuçlar elde edilmiş ve AMF uygulamalarının tarım bitkilerinde yaşama yüzdesini % 50'lere varan oranlarda artırabildiği tespit edilmiştir (Mondal vd., 2015).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında, Doğu kayınları fidanlarında arbuskular mikorizal fungus aşılması yapılmış, mikoriza uygulanan ve uygulanmayan tüplü fidanlar Yenice yöresinde 3 farklı yükselti kademesine (200-400 m, 400-600 m. ve 600-800 m.) dikilecek ve arazi performansları izlenmiştir. Hem yükselti kademelerinin kendi içinde hem de kendi arasında karşılaştırmalar yapılmış ve fidanlıkta kantitatif karakterler (yükselti, boy, kök boğaz çapı, fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yan kök sayısı ve yaşama yüzdesi) ölçülmüştür. Ölçümlerin sonucunda mikorizalı ve kontrol fidanları arasındaki karşılaştırmalar varyans analizi ve Duncan testi yardımıyla yapılmış ve en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olan karakterler kendi arasında oluşturduğu homojen gruplar ile birlikte verilmiştir.

Bu istatistiki işlemler ve oluşturulan tablolar sonucunda, yükselti karakteri bakımından istatistiksel olarak değerlerin altında kaldığı için herhangi bir etkisi yoktur ve anlamsızdır.

Çalışma sonucunda, AMF uygulamasının boy karakterleri üzerindeki ortalama değerleri ele alındığında en düşük değer 1. yükseklik kademesi 200-400 m.'de AMF uygulanan grupta elde edilmiştir. AMF'li yükseklik kademelerinde en yüksek değer 3. yükseklik kademesinde 600-800 m.'de elde edilmiştir. Boy karakteri % 99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Kök boğaz çapı karakteri bakımından AMF uygulanan yükseklik kademelerinde en yüksek değer 3. yükseklik kademesinde 600-800 m.'de elde edilirken en düşük değer ise 1. yükseklik kademesinde 200-400 m.'de elde edilmiştir.

Fidanların taze ağırlığı karakteri bakımından çalışma sonucunda, en yüksek değer 3. yükseklik kademesinde 600-800 m.'de elde edilirken en düşük değer 1. yükseklik kademesinde 200-400 m.'de elde edilmiştir.

Fidanların kuru ağırlığı karakteri bakımından yapılan analiz sonucunda, AMF uygulanan yükseklik kademeleri arasında karşılaştırma yapıldığında, en yüksek değer 2. yükseklik

kademesinde 400-600 m. ve en düşük değer 1. yükseklik kademesinde elde edilmiştir.

Kök uzunluğu karakteri bakımından yapılan değerlendirmelerde en düşük değer 1. yükseklik kademesinde 200-400 m.'de elde edilmiştir. En yüksek değer ise 3. yükseklik kademesi olan 600-800 m.'de elde edilmiştir.

Yan kök sayısı karakteri bakımından yapılan incelemelerde en yüksek değer 3. yükseklik kademesindeki AMF'li doğu kayını fidanlarında saptanmıştır.

Yaşama yüzdesi AMF uygulanan doğu kayını fidanları kontrol fidanlarına göre yaklaşık % 30'luk bir üstün gösterirken, yükseklik kademeleri içerisinde karşılaştırma yapıldığında en yüksek değer 3. yüksek kademesindeki AMF'li fidanlarda tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde doğu kayını fidanlarında büyümeye ilişkin tüm morfolojik karakterlerde ve yaşama yüzdesinde AMF uygulaması, kontrol örneklerine göre olumlu etkiler meydana getirmiş, hem büyümeyi hem de adaptasyon yeteneğini tüm yükselti kademelerinde olumlu yönde etkilemiştir.

Bu konuda yapılan önceki araştırmalara incelendiğinde, ulusal ve uluslararası ölçekte arbusküler mikorizal funguslar ile doğu kayını fidanlarına aşılama uygulaması yapılmış herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle AMF aşılamanın doğu kayının gelişimi ve tutma başarisını nasıl etkileyeceği henüz bilinmemektedir. Bu alışma ile AMF aşılamanın doğu kayınının gelişimi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuş. Arbusküler mikorizal fungusların bitkilere sağlamış oldukları katkılar göz önüne alındığında, yapılan çalışma sonucunda AMF aşılanmış kayın fidanlarının AMF aşılama yapılmayan kontrol fidanlarına göre gelişimi ve adaptasyon başarisının artacağı ortadadır. Bu kapsamda diğer kimyasal maddelere yüksek harcamalar yapılarak gerçekleştirilecek yatırımlar yerine türün doğal yaşam ortamı koşullarında topraktan selekte edilecek mikorizaların fidanlara uygulanması doğu kayının da yeni orman kurma çalışmalarının maliyetini azaltacağı gibi tutma başarisını artırarak yatırımların karşılaşabileceği riskleri ve başarisızlık olasılıklarını en alt seviyeye çekmektedir. Bu itibarla ekolojik koşulların ve dengenin dikkate alınarak gerçekleştirilen doğaya uygun ormancılık faaliyetlerinin temelini oluşturan doğal maddelerin, fidan yetiştirme ve kullanım çalışmalarında uygulanması AMF

uygulamaları gibi başarılı sonuçlar ortaya çıkartmakla kalmamakta aynı zamanda söz konusu doğal kaynakları dış etmenlere ve stres faktörlerine karşı dayanıklı hale getirerek stabil ve dayanıklı orman kaynaklarının oluşturulmasına hizmet etmektedir. Bu durum başta ormanlar gibi çok sayıda ürün ve fonksiyonel hizmetleri sağlayan doğal kaynakları sağlıklı ve artan kalite koşulları çerçevesinde gelecek nesillere aktarmaya büyük katkılar sağlayacaktır. Dolayısıyla AMF uygulamalarının gençlikte yavaş büyüyen fakat orman ekosistemi için çok önemli olan geniş yapraklı orman ağacı türlerinin fidanlarının yetiştirilmesinde kullanılması biyolojik, teknik, ekonomik ve ekolojik açıdan çok büyük faydalar sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Abbott, L. K., Robson, A. D. (1991). Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 35:121–150.
- Allen, M. F. (1982). Influence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on water movement through *Bouteloua gracilis* (H.B.K) Lag ex Steud., *New Phytologist*, 91:191-96.
- Allen, F. M. (1991). *The Ecology of Mycorrhizae*. Cambridge University Press, 184 pp.
- Anonim, (2015). Türkiye Orman Varlığı, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 125 s.
- Anonim, (2015). Orman Varlığımız, OGM Yayını, Ankara, 36 s.
- Anşin, R. ve Özkan, Z. C. (1997). Tohumlu bitkiler. *Odunsu taksonlar*, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 19, Trabzon, 32 s.
- Ata, C. (1995). *Silvikültür Tekniği*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Yayınları, Bartın, 4(3):132.
- Atalay, İ. Z. (1982). Gediz Havzası Alüvyal Topraklarının Potasyum Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Potasyum Miktarlarının Tayininde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (Doçentlik Tezi), Toprak Bölümü, İzmir.
- Atalay, İ. (1992). Kayın Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transfer Yönünden Bölgelere Ayrılması, OATIAM Yayın No: 5, Ankara, 209 s.
- Blancard, D. (1993). *Maladis Dela Tomate INRA (Domates Hastalıkları Çev: Abak, K., Sarı, N., M. F., Ç. Ü. Adana Hasad Yayıncılık, Bitkisel üretim Serisi 2)*.
- Bolan, N. S. (1991). A critical review on the role mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 134:189-207.
- Bolan, N. S., Robson, A. D., ve Barrow, N. J. (1987). Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae the availability of iron phosphates to plants. *Plant and Soil*, 99:401-410.
- Bora, T., Yıldız, M. ve Özaktan, H. (1994). Ege Bölgesinde Kavun ve Karpuzlarda Görülen *Fusarium* Solgunluklarının Antagonistik Fluoresent *Pseudomonas*'larla Önlenmesi Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu 92-ZFR-035 Sayılı Proje Kesin Raporu, 26 s.
- Bonfante-Fasolo, P. (1984). Anatomy and morphology of VA mycorrhizae. *VA Mycorrhiza*. Ed. C.L.I. Powel ve D.J. Bagyaraj, CRC Press, Boca Rafon, Florida, 5–33 pp.
- Bray, R. H. ve Kurtz, L. T. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, 59(1),39-46.

- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S. (1982). Nitro-gen-total. In: Page, A.L. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2 *Chemical and Microbiological Properties*, SSSA book series, 9:595-622.
- Brown, M. F. ve King, E. J. (1991). Morphology and histology of Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae. A. anatomy and cytology. In: *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*, 15-21 pp.
- Caron, M. (1989). Potential use of mycorrhizae in control of soil-borne diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 11:177-179.
- Caron, M., Fortin, J. A. ve Richard, C. (1985a). Effect of glomus intraradices on infection by fusarium oxysporum f. sp. radicle-Iycopersici in tomatoes over a 12 week period. *Canadian Journal of Botany*, 64:552-556.
- Caron, M., Fortin, J. A. ve Richard, C. (1985b). Influence of substrate on the interaction of glomus intraradices and fusarium oxysporum f. sp. radicle Iycopersici on tomatoes. *Plant and Soil*, 87:233-236.
- Citterio, S., Prato, N., Fumagalli, P., Aina, R., Massa, N., Santagostino, A., Sgorbati ve S., Berta, G., (2005). The arbuscular mycorrhizal fungus Glomus mosseae induces growth and metal accumulation changes in Cannabis sativa L., *Chemosphere*, 59, 21-29.
- Davies, F. T. (2000). Benefits and opportunities with mycorrhizal fungi in nursery propagation and production System. *Combined Proceedings International Plant Propagator Society*, 50:482-489.
- Çalıkoğlu, M. ve Kavgacı, A. (2001). Biyolojik çeşitliliğin sürekliliği ve artırılması açısından baltalıkların koruya dönüştürülmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 51, Sayı 1, 111-121.
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Island*, Edinburg Uni. Pres. Volume VII.
- Delen, N. ve Yıldız, M. (1984). Sensivity to benzimidazole compounds in Fusarium oxysporum f. sp cucumerium. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 13(2-3):63-70.
- Demir, S. (1998). Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorrhiza (VAM) Oluşumu Ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, FBE, Bitki koruma ABD, İzmir, 114 s.
- Demir, S. ve Akköprü, A. (2007). Using of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for biocontrol of soil-borne fungal plant pathogens. *Biological Control of Plant Diseases*, Ed. Chincholkar S. B., Mukerji K. G., Haworth Press, N. Y., USA, p:17-37.
- Demir, S. ve Onoğur, E. (1999). Bitkilerde vesiküler-arbusküler mikoriza oluşumunun bitki besleme ve bitki korumadaki önemi, *Anadolu Dergisi*, 9(2):12-32.

- Erman, M., Demir, S., Özrenk, E., Tüfenkçi, S., Oguz, F. ve Akköprü, A. (2006). Rhizobium Aşılması, Arbüsküler Mikorhiza (AM) ve Peynir Altı Suyu Uygulamalarının Nohut (*Cicer Arietinum*)’Ta Verim ve Verim ile İlgili Karakterlere Etkilerinin Araştırılması. TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Arastırma Grubu Çalışma Raporu, Van.
- Eruz, E. (1979). Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29(2):112–120.
- Giovanetti, M. ve Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologists*, 84:489–500.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. Kutulmuş Matbaası, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Hayman, D. ve Mosse, B. (1972). Plant growth to vesicular - arbuscular mycorrhiza. III *Inreased uptake of labille P from soil*. *New Phytoogist*, 71:41-47.
- Hayman, D. (1982). Influence of soils and fertility on activity and survial vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72:1119-1126.
- Hodge, A., Berta, G., Doussan, C., Merchan, F. ve Crespi, M., (2009). Plant root growth, architecture and function. *Plant. Soil*, <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9929-9>.
- Irmak, A. (1954). Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metodları, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 559, Orman Fakültesi Yayın No. 27, İstanbul, 150 s.
- Jacobsen, I. ve Rosendahl, I. (1990). Carbon flow into soil and external hyphae from roots of mycorrhizal cucumber plants. *New Phytologist*, 115:77-83.
- Janos, D. P., Scott, J., Aristizábal, C. ve Bowman, D. M. J. S. (2013). Arbuscular-mycorrhizal networks inhibit *Eucalyptus tetrodonta* seedlings in rain forest soil microcosms. *PLoSOne*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057716>.
- Kaçar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri*. AÜ Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kandemir, G. E. (2010). COST Action E52, Genetic Resources of Beech in Europe-Current State, Vol 25, pp. 256-264.
- Kandemir, G. (2013). <http://www.fao.org/3/a-i3825e/i3825e71.pdf>. (16.06.2020).
- Kantarıcı, M. D. (2000). *Toprak İlmi*. İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İÜ Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- Kendrick, B., (1992). The Fifth Kingdom. *Mycologia Publications*, 379 pp.
- Koch, A. M., Antunes, P. M., Maherali, H., Hart, M. M. ve Klironomos, J. N. (2017). Evolutionary asymmetry in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: conservatism

infungal morphology does not predict host plant growth. *New Phytol.*, 214:1330–1337.

- Koski, V. ve Antola, J. (1993). Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı. Ankara.
- Kothari, S. K., Marschner, H., ve George, E. (1990). Effect of VA mycorrhizal fungi and rhi-zosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water relationsin maize. *New Phytol.*, 116:303–311.
- Li, X. L., Marschner, H. ve George, E. (1991). Extension of the phosphorus depletion zone in VA mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant and Soil.*, 135:41-48.
- Linderman, R. G. (1992). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae and soil microbial interactions. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, Ed. Bethlenfalvay G J ve Linderman R G, ASA Publication, 45-71 pp.
- Magri, D., Vendramin, G. G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gömöry, D., Latalowa, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J. M., Tantau, I., Van Der Knap, W. O., Petit, R. J. ve Beaulieu, J. L. (2006). A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171:199-221.
- Marschner, H. (1995). Mycorrhizas. Mineral nutrition of higher plants (Second Edition), *Academic Press.*, p. 566-595.
- Matsubara, Y., Ohba, N. ve Fukui, H. (2001). Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of fusarium root rot in asparagus seedlings, *Journal of Japan Society Horticulture Science*, 70(2):202-206.
- Miller, R. M. ve Jastrow, J. D. (2000). *Mycorrhizal Fungi İnfluence Soil Structure, Arbuscular Mycorrhizas: Physiology And Function*, Ed. Kapulnik Y. ve D. D. Douds Jr, Kluwer Academic Publishers, 3-18 pp.
- Mondal, N., Kumar, Das, C. ve Datta, J. K. (2015). Effectof mercury on seedling growth,nodulation and ultrastructural deformation of Vigna radiata (L) Wilczek. *Environ.Monit. Assess*, 187:241.
- Morton, J. B. (1988). Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature and identification. *Mycotaxon*, 32:267–324.
- Muchovej, R. M. (2001). Importance of mycorrhizae for agricultural crops. University of Florida, *Extension Instude of Food Agricultural Sciences*, SS-AGR-170.
- Mukerji, K. G., Chamola, B. P. ve Singh, J. (2000). Mycorrhizal Biology, *Kluwer Academic Plenum Publishers*, 92-103 pp.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. ve Dean, L. A. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular No. 939.

- Ortaş, İ. (2000). Mikorizanın Çevre Biliminde Kullanımı ve Önemi, *GAP Çevre Kongresi Bildiriler Kitabı*, I. Cilt, Şanlıurfa, s. 255-272.
- Ortaş, İ. (2002). Do plants depend on mycorrhizae in terms of nutrient requirement, *International Conference on Sustainable Land Use and Management*. Çanakkale, s. 66-77.
- Palta, Ş. (2013). Bartın Yöresi Çayır-Mera Alanlarında *Graminae* Familyasına Ait Bitkilerde Arbusküler Mikorizal Fungusların (AMF) Varlığının ve Ekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi (Doktora Tezi), Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 192 s.
- Peng, S., Eisenstat, D. M., Graham, J. H., Williams, K. ve Hodge, N. C. (1993). Growth depression in mycorrhizal citrus at high phosphorous supply: Analysis of carbon costs. *Plant Physiology*, 101:1063-1071.
- Peterson, R. L. ve Farguher, M. L. (1994). Mycorrhizas-Integrated Development Between Roots and Fungi. *Mycologia Publications*, 379 pp.
- Phillips, J. M., Hayman, D. S. 1970. Improved procedure for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55:158-161.
- Picone, C. (2000). Diversity and abundance of arbuscular-mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. *Biotropica*, 32:734–750.
- Pulatkan, M. ve Var, M. (2010). Ormancılık ve peyzaj mimarlığında mikoriza aşılı fidanların kullanımı ve faydaları. III. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, 4:1431-1438.
- Rhodes, L. H. (1980). The use of mycorrhizae in crop production systems. *Outlook on Agriculture*, 10(6):275-281.
- Ryan, M. H. ve Angus J. F. (2003). Arbuscular mycorrhizae in wheat and field pea crops on a low P soil: increased Zn-uptake but no increase in P-uptake or yield. *Plant Soil*, 250:225–239.
- Saatçioğlu, F. (1976). Silvikültür I, *Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*, 236 s.
- Sieverding, E. (1991). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae management in tropical agrosystems. *Technical Cooperation. Federal Republic of Germany*, 372 pp.
- Smith, S. E., Robson, A. D. ve Abott, L. K. (1992). The involvement of mycorrhizas in assement of genetically dependt efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, 146:169-172.
- Smith, S. E. ve Read, D. J. (1997). Mycorrhizal Symbiosis. (Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas) *Academic Press*, London, 9-161 pp.

- Smith, S.E., Jakobsen, I., Grønlund, M. ve Smith, A.F. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. *Plant Physiology*, 156:1050–1057.
- Tao, L. ve Zhiwei, Z. (2005). Arbuscular mycorrhizas in a hot and arid ecosystem in southwest China, *Applied Soil Ecology*, 29:135–141.
- Tinker, P. B., Durall D M ve Jones M. D. (1994). Carbon use efficiency in mycorrhizas: Theory and Sample Calculations. *New Phytologist*, 128:115-122.
- Torres-Barragán, A., Zavaleta-Mejía, E., González-Chávez, C., ve Ferrera-Cerrato, R. (1996). The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions. *Mycorrhiza*, 6:253–257.
- URL-1 (2018). <http://evologic-technologies.com/products.php>. (16.06.2020).
- URL-2 (2009). <http://invam.caf.wvu.edu/collection/pubs/abstracts/mycorrhiz>. (16.06.2020).
- URL-3 (2011). http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/soilhealth_biology_important (16.06.2020).
- URL-4 (2020). [http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29874\(gövde\)](http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29874(gövde)) (16.06.2020).
- URL-5 (2020). [http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29873&c=\(tepe\)](http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29873&c=(tepe)) (16.06.2020).
- URL-6 (2020). [http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29872&c=\(meyve\)](http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29872&c=(meyve)) (16.06.2020).
- URL-7 (2020). [http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29870&c=\(yaprak ön\)](http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29870&c=(yaprak ön)) (16.06.2020).
- URL-8 (2020). [http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29868&c=\(yaprak arka\)](http://www.agacler.net/galeri/showimage.php?i=29868&c=(yaprak arka)) (16.06.2020).
- URL-9 (2020). <https://humossi.blogspot.com/2016/10/fagus-orientalis-dogu-kayini.html> (16.06.2020).
- URL-10 (2020). <http://www.agacler.org/agac.asp?id=277> (16.06.2020).
- URL-11 (2020). <https://www.konusanagac.com/konusan-agac/139/dogu-kayini-fagus.html> (16.06.2020).
- Viebrock, H. (1998). Ursachen der Erhöhung des Phosphat-Aneignungs-Vermögens Von Pflanzen Durch VA- Mykorrhiza. Ph. D. Thesis, Universität Göttingen, Germany, 152 p.

- Yahyaoğlu, Z. ve Genç, M. (2007). Fidan standardizasyonu. *Standart Fidan Yetiştirme'nin Biyolojik ve Teknik Esasları*, SDÜ Orman Fakültesi Yayın, (75): 555.
- Yu, Y., Zhang, S., Huang, H., (2010). Behavior of mercury in a soil-plant system as affected by inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungus *glomus mosseae*. *Mycorrhiza*, 20:407–414.
- Yücel, S. (1989). Domates fusarium solgunluguna (*Fusarium oxyporum* Schlecht. F. Sp. *Iycopersici* (Sacc.) Synd. and Hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşimlerinden yararlanma olanakları üzerine araştırmalar. *Adana Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Yayınları Serisi*, Yayın No: 64, Adana, 108 s.



ÖZGEÇMİŞ

