

## Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

Dr. Sedat TÜFEKÇİ<sup>1\*</sup>, Yrd. Doç. Dr. Nevzat GÜRLEVİK<sup>2</sup>, Osman POLAT<sup>3</sup>, Ali TOPAL<sup>3</sup>,  
Dr. Sevda POLAT<sup>3</sup>, Hazin Cemal GÜLTEKİN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Orman Bölge Müdürlüğü, ADANA

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, ISPARTA

<sup>3</sup>Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TARSUS

<sup>4</sup>Emekli Orman Yüksek Mühendisi

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: [tufekci@yahoo.com](mailto:tufekci@yahoo.com), Geliş tarihi/Received: 04.01.2016, Kabul tarihi/Accepted: 26.04.2016

### Öz

Bu çalışmada, (1) yarı kurak özellik gösteren doğal meşe meşcerelerinden toplanan mikorizal mantar türlerinden saf kültüre alınabilenlerin laboratuvar ortamında üretilmesi ve (2) elde edilen kültürlerin çoğaltılarak saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarına aşılama yoluyla mikorizal fidan üretimi amaçlanmıştır. Çalışma, 2 mikoriza türü aşılama, 2 fidan üretim şekli (çıplak köklü ve tüplü) ve 2 sterilizasyon uygulaması içeren faktöriyel deneme deseni ile üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Çalışmada, laboratuvar ortamında kültüre alınabilen 2 ektomikorizal mantar türü [*Chroogomphus rutilus* (Cr) ve *Rhizopogon luteolous* (Rl)] fidanlık denemeleri için saf kültüre alınıp çoğaltılmış ve bu aşılama kültürü tüp harcına veya fidan yastığına karıştırılarak aşılama yapılmıştır. Ayrıca saf kültürde mikoriza aşılama yapılmayan, kontrol işlemi de çalışmaya dahil edilmiştir. Birinci vejetasyon dönemi sonunda, çıplak köklü fidanlar mikoriza aşılamanın kontrol uygulamasına göre etkinliği incelendiğinde, Cr türü ile aşılama fidanlar %29,8 ve Rl türü ile aşılama fidanlar ise %24,5 oranında Mikorizal Aşılama Etkinliği (MAE) değerine ulaşmıştır. Tüplü fidanlarda ise, C. rutilus türü ile aşılama fidanlar %9,8 değeri, R. luteolous türü ile aşılama fidanlar %5,1 MAE değerini elde etmişlerdir. Bu veriler işaret etmektedir ki; sağlıklı ve iyi gelişen meşe fidanları için mikoriza aşılamanın yapılması yerinde olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Saçlı meşe, mikoriza aşılama, yarıkurak sahalar, ağaçlandırma.

## Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

### Abstract

In this study, our aims were (1) to produce native mycorrhizal fungi species that are collected from oak stands of semi-arid lands and that can be produced in pure cultures mycorrhizal species in the laboratory and (2) to produce mycorrhizal Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedling after inoculation with these cultures of fungi. The study had a factorial design with 2 mycorrhizal inoculations, 2 seedling production types (bare rooted and containerized) and 2 sterilization applications with three replications. Pure cultures were produced for nursery inoculations from two of these fungal species [*Chroogomphus rutilus* (Cr) and *Rhizopogon luteolous* (Rl)], which were the most commonly encountered ones in the field and they could be cultured under laboratory conditions. In addition, a control treatment where no inoculation had been performed was also included in the experiment. At the end of the first vegetation period, bareroot seedlings inoculated with C. rutilus species had Mycorrhizal Inoculation Effectiveness (MIE) value of 29.8 % and those inoculated with R. luteolous species had MIE of 24.5%. In containerized seedlings, C. rutilus inoculation resulted in MIE of 9.8% and R. luteolous inoculation resulted in MIE of 5.1%. These findings indicate that the use of these mycorrhizal fungal species can be beneficial for the production of healthy and well developed oak seedlings.

**Keywords:** Turkey oak, mycorrhizal inoculation, semi-arid areas, afforestation

**To cite this article (Atıf):** TÜFEKÇİ S., GÜRLEVİK N., POLAT O., TOPAL A., POLAT S., GÜLTEKİN H. C., 2016. Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri. Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi 1(3):38-49  
DOI: 10.17568/oad.12519

### 1. Giriş

Ülkemizin toplam alanının yaklaşık %27'si orman olup bu ormanların yarısından fazlası verimliliğini yitirmiş ve kendinden beklenen işlevini yerine ge-

tirememiş durumdadır. Toprağın korunması ve yararlanılabilir orman kaynağını arttırmak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü'nce ağaçlandırma faaliyetleri yürütülmektedir. Ancak yapılan bu çalışmaların çoğunluğu günümüzde ülkemizin toprak

# Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe fidanı gelişimine etkileri

ve iklim koşulları bakımından en zor şartları içeren yarı kurak olarak nitelendirilen sahalarda yapılmaktadır. Örneğin 2008-2012 yıllarını kapsayan Ağaçlandırma Eylem Planında 2.300.000 ha alanda ağaçlandırma, rehabilitasyon, erozyon kontrolü ve mera ıslahı çalışması planlanmıştır. Ayrıca Konya, Karaman, Isparta, Burdur, Afyon ve Kütahya gibi yarı kurak alanları ile ön plana çıkan illerde toplam 468.000 ha civarında potansiyel ağaçlandırma sahası bulunduğu belirtilmektedir. Normal orman ekosisteminde yapılan ağaçlandırmalardan çok daha zor şartlarda yapılan bu çalışmaların başarısının artırılması ve dikilen fidanların sağlıklı gelişebilmesi için fidan kalitesinin de artırılması zorunludur. Ülkemizin yarı kurak alanlarında yapılacak ağaçlandırmalarda fidanların tutma oranı, en önemli başarı unsurunu oluşturmaktadır. Bu ekstrem sahalarda başarıyı artırmak için mikorizalı fidan kullanımı önemli bir etkidir.

Günümüzde orman fidanlıklarımızda yapay mikoriza aşılması yapılmamaktadır. Sadece örtü materyali veya tüp harcı hazırlamak amacıyla ormandan getirilen toprak ve ölü örtü ile doğal aşılama yapılabilmektedir. Bu tür aşılamanın ne derece yarar sağladığı bilinmemekle beraber mikoriza sporları yanında patojen mantarlar da fidanlıklara taşınmakta ve humus taşınması ile ormanlardan önemli miktarda besin kaynağı azalması sonucu doğal dengenin bozulması söz konusu olmaktadır. Ayrıca bu uygulamanın fidanlardaki mikoriza oluşumuna ve ağaçlandırmanın başarısına etkileri tam olarak kestirilememektedir. Son yıllarda bu uygulamaya alternatif olarak saf kültüre dayalı mikorizal aşılama yapılabilmektedir ki bu yeni yöntem mikorizal mantar türünün seçimini, uygulama dozunu, hastalık etmenleri ile mücadele etmeyi ve daha başka pek çok işlemi mümkün kılmaktadır. Mikorizalar; bitkinin su ve bununla birlikte besin elementleri alımını artırması, bitkiyi kuraklık ve strese karşı koruması, hastalık ve zararlılara karşı direncini artırmasının yanında, yanan orman alanlarında da iyileştirme sağlamaktadır. Sonuç olarak mikorizalar, bitki büyümesini artırmakta ve kimyasal gübre kullanımına olan talebi de azaltmaktadır.

Çalışma neticesinde, meşenin yarı kurak bölgelerdeki yayılış alanlarında doğal olarak bulunan yerel mikorizal türlerden etkin olabilen ve kültüre alınabilenleri tespit edilecek ve bu alanlara benzer nitelikteki sahalarda yapılacak ağaçlandırma çalışmaları için istenen nitelikte mikorizalı fidanlar üretilebilecektir. Böylece, hem fidanlık uygulamalarımız için yeni yöntemler geliştirilecek, hem de ülkemiz ormancılığının en önemli faaliyet alanlarından birisi olan ağaçlandırma çalışmalarında başarı şansımız daha da artacaktır. Özellikle, yetiştirme

ortamı özelliklerinin istenilen nitelikte olmadığı, verimli üst toprağın taşındığı, uzun bir yaz kuraklığının söz konusu olduğu alanlarda, bu çalışmanın sonuçları daha da anlamlı olacaktır. Bozuk orman alanlarının rehabilitasyonu, erozyon kontrolü ve çölleşme ile mücadele çalışmaları araştırma sonuçlarımızdan doğrudan etkilenecek konulardır. Sonuçta, başarısız ağaçlandırmaların tekrarlanması veya tamamlamalar neticesinde oluşan maliyet en aza indirilmiş olacaktır. Ayrıca, ektomikorizal mantarların önemli kısmının çoğunun yenilebilir olmasından ötürü, bu mantarlar odun dışı orman ürünü olarak da ciddi bir değer arz etmektedir. Bu mantarların tespiti ve laboratuvar saf kültüre alınma çalışmaları, bu türlerin gelecekte korunması ve gerektiğinde üretilerek ulusal ekonomimize kazandırılması açısından da önem oluşturmaktadır.

Çalışma ile, yarı kurak alanlarda kullanılacak nitelikte mikorizalı saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı üretimi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla; öncelikle Akdeniz ardı bölgelerdeki doğal meşe meşcerelerine arazi gezileri düzenlenmiş ve bu bölgelerden mantar örnekleri toplanmasının ardından, bu örneklerden mikorizal olanlar ve laboratuvar koşullarında izole edilen 2 mantar türü saf kültürde çoğaltılmıştır. Bu kültürler fidanlık yastığına ve tüp harcına aşılanarak, çıplak köklü ve tüplü meşe fidanları yetiştirilmiştir. Neticede, steril olan ve steril olmayan ortamlarda mikoriza aşılamanın çıplak köklü ve tüplü olarak yetiştirilen 1 + 0 yaşlı meşe fidanlarının büyümesi ve kök gelişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Ektomikorizal mantar materyali

Aşı materyali olarak kullanılan ektomikorizal mantar örneklerini toplamak için, meşenin doğal yayılış gösterdiği alanlar içerisinde yarı kurak alan ağaçlandırma potansiyeli yüksek olan Akdeniz ardı doğal meşe sahalalarına (yoğunluklu olarak Adana-Tufanbeyli, Adana-Saimbeyli, Kahramanmaraş-Andırın ve Mersin-Tarsus) arazi gezileri düzenlenmiştir. Mantar örnekleri, çevresel koşulların mantar gelişimine uygun olduğu 2011 yılının ekim ve kasım aylarında toplanmıştır.

### 2.2. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yürütülmüştür. Arazi taramaları sonucu toplanan mantar türleri arasında kültüre alınabilen 2 mikorizal mantar türünden (*Chroogomphus rutilus* ve *Rhizopogon luteolous*) aşı materyali üretilmiştir. Petri-deki kültürün mikorizalı olup olmadığını anlamak

# Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

için steril ortamda petrinin yüzeyinden örnek alarak lama konmuş, 1 damla su damlatılarak üzeri lamel ile örtülmüştür. 40 X'lik mikroskop altında bakılmış, örnekte clamp connections oluşumunun varlığı ile kültürün mikorizal mantar olduğu anlaşılmıştır (Pampolina ve ark., 1994).

## 2.2.1. Mantarların saf kültürde çoğaltılması

Denemede saf kültür ile aşı materyali üretilmiştir. Lakhanpal (2000), yapay aşı materyalinin başlıca dört kaynağının bulunduğunu ve seçilen mantarın saf misel kültürlerinin kullanımının biyolojik olarak zararlı organizmaları bertaraf etmesi ile en güvenilir inokülüm yöntemi olduğunu belirtmiştir. Kumar ve Satyanarayana (2002), fruit body'ler ve bazı deneysel uygulamalarda çoğaltma, aşı materyali hazırlama ve agarda depolama amacıyla modifiye edilmiş Melin Norkrans (MMN) gibi yarı sentetik formülasyonların yaygın olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Boyle ve ark. (1984) da, ektomikorizal mantarların Marx (1969)'ın MMN ortamında daha iyi geliştiklerini ifade etmişlerdir.

Doku transferinin yapıldığı besi yeri olan MMN çözeltisi, çeşitli besin maddeleri ve glikoz içeren agarlı bir ortamdır. 8-12 g agar eklenerek hazırlanan bu çözelti pH'ı 5,8'e ayarlandıktan sonra, 20 dk 120 °C'lik otoklavda sterilize edilmiştir.

Araziden toplanan mantarların yüzeyi alkolle temizlenerek sterilizasyonu yapılmış ve kültüre alınmak üzere fanlı steril kabine alınarak, pens ve bistüri yardımıyla yüzeyi sıyrılmıştır. Mantarın iç kısmından alınan 5 mm çapında bir kesit, içinde besi yeri bulunan petri kabına aktarılmıştır. Bantlanan petri kapları, oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) inkübatörde tutularak yaklaşık 3-4 ay, yani misel gelişimi tamamen gerçekleşene kadar bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm araç-gereçler de otoklavda sterilize edilmiştir.

## 2.2.2. Katı kültür üretimi

Elde edilen misellerden alt kültür yapmak için yaygın kullanılan yöntemlerden biri katı kültür (turba-vermikulit) üretimidir (Cordell ve ark., 1988; Marx ve ark., 1989). Katı kültür üretimi için öncelikle turba: vermikulit (1:4 ; v/v) karışımı hazırlanıp materyaller 5 mm'lik elekten geçirildikten sonra 1.500 ml'lik cam kavanozlara beher yardımı ile 1 litre konmuş ve pamuk tıkalı kavanoz kapakları kapatılmıştır. Kavanozlar 20 dk 120 °C'lik otoklavda sterilize edilmesinden sonra her bir kavanozun içindeki materyallerin üzerine 640 ml agarsız sıvı MMN çözeltisi eklenmiştir. Kapaklar kapatılmış ve yeniden 20 dk 120 °C'lik otoklavda sterilize edilmiştir. Kavanozlar sterilize edildikten sonra fanlı steril kabine konmuştur. Yine hijyen kurallarına uyarak kavanoz kapakları açılıp

her bir kavanoza daha önce saf kültürde üretilmiş olan misellerden yaklaşık 4 x 4 mm boyutunda 3-4 parça atılmıştır. Kavanoz kapakları kapatıldıktan sonra yeniden oda sıcaklığında yaklaşık 4 ay kadar tutularak misel gelişiminin artması sağlanmaya çalışılmıştır. Aşı materyallerinin oluşumunun ardından kavanozlar, denemede kullanılincaya kadar +4 °C'de korumaya alınmıştır.

## 2.3. Fidanlık çalışmaları

Meşe tohum ekimi ve mikoriza aşılması 1250 m yükselteli Tarsus-Gülek Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Fidanlık çalışmalarında kullanılan tohum örnekleri yarı kurak iklim özelliği taşıyan Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırların içinde yer alan, 1.400 m yükselteli ve çeşitli bakıllara sahip saçlı meşe meşceresinden 2011 yılının kasım ayında toplanmıştır. Fidanlar çıplak köklü ve tüplü olarak üretilmiştir. Tohumlar %1'lik çamaşır suyunda 10 dk tutulduktan sonra iyice yıkanarak yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir.

Çıplak köklü fidan üretimi için; fidan yastıkları 130 cm eninde, 35 cm yüksekliğinde hazırlanmıştır. Yastıklara diklemesine 6 sıra halinde 2 cm derinlikte çizgi çekilmiş ve tohumlar bu çizgilere 10'ar cm aralıklarla ekilmiştir.

Tüplü fidan üretimi için; 30 cm boy ve 13 cm çapındaki polietilen plastik tüpler kullanılmıştır. Tüpte fidan üretimi için tohumlar doğrudan tüpe ekim şeklinde 2 cm derinliğe ekilmiştir.

### 2.3.1. Harç malzemeleri ile mikoriza aşılması (İnokülasyon)

Denemede tüplü fidanların yetiştirme ortamında %20 andezitik tuf + %10 turba + %70 toprak kullanılmıştır. Orta büyüklükte fin turbası kullanılmıştır. Göreme-Çardak'tan sağlanan andezitik tuf (beyaz volkanik tuf) 3-5 mm elekten geçirilmiştir. Toprak ise fidanlığın kullanmakta olduğu orman toprağıdır.

Çıplak köklü fidanların yetiştirildiği fidan yastıkları orta tekstürlü, hafif alkali, çok zengin kireçli, organik maddece fakir ve tuzsuz niteliklere sahiptir (Tablo 1). Tüplü fidan üretiminde kullanılan harç malzemesi ise organik maddece zengin, hafif alkali, tuzsuz, gözeneklilik ve su tutma kapasitesi yüksek bir ortamdır (Tablo 2).

Tüplü fidan harçlarının yarısı sterilize edilmiş ve sterilizasyonları otoklavda gerçekleştirilmiştir. Bu işlem bir saat arayla 120 °C'de 20 dk iki defa şok etki yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ardından katı kültürde üretilmiş mikoriza inokülümü tüp harçlarına %5 oranına denk gelecek şekilde karıştırılarak mikoriza aşılması yapılmıştır.

# Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

Tablo 1. Çıplak köklü fidan yetiştirilen ekim yastıklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 1. Some physical and chemical properties of seedbeds in bareroot seedling production areas

	Derinlik (cm)	Toprak türü	pH	Toplam	Organik	EC	P	K	Ca	Mg
			1/2,5 (su)	CaCO <sub>3</sub> (%)	madde (%)	(mS/cm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
S (+)	0-20	Kumlu balçık	7,86	11,15	0,87	0,19	10,62	130,82	5307	244
	20-40	Kumlu balçık	7,84	12,26	1,58	0,20	12,31	130,83	3355	248
S (-)	0-20	Balçık	7,92	14,33	1,45	0,19	13,99	121,01	3911	372
	20-40	Kumlu balçık	7,88	15,45	0,94	0,20	13,96	113,24	3560	258

Tablo 2. Tüplü fidan yetiştirilen tüp harcının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 2. Some physical and chemical properties of growth medium in containerized seedling production

Fiziksel özellikler	Sonuç	Kimyasal özellikler	Sonuç
Su tutma kapasitesi (%)	45,28	pH (1/2,5 su)	7,74
Hava kapasitesi (%)	13,24	EC (mS/cm)	0,18
Hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	0,786	Organik madde (%)	27,48
Özgül ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	1,896	Toplam CaCO <sub>3</sub> (%)	4,9
		N (%)	0,34
		P (ppm)	0,21

Çıplak köklü fidan üretiminde kullanılan fidan yastıklarının yarısı Basamid ile dezenfekte edilmiştir. Bu amaçla yastıklara m<sup>2</sup>'ye 60 g Basamid kimyasalı atılarak yüzey toprağı ile karıştırılmıştır. Yastık sulandıktan sonra üzeri naylon ile örtülerek 20 gün dinlendirilmiştir. Daha sonra naylon örtü alınarak, daha önce katı kültürde üretilmiş mikoriza inokulumu m<sup>2</sup>'ye %5 oranına denk gelecek şekilde yastığa boşaltılmıştır. Yastık tırmıkla 15 cm derinliğe kadar iyice karıştırılıp yüzeyi düzeltilmiştir.

## 2.3.2. Deneme deseni

Çalışma, rastlantı parsellerinde faktöriyel deneme deseni olarak kurulmuştur. Denemede mikoriza mantarı olarak, kültüre alınabilen iki tür kullanılmış ve ayrıca yapay aşılama kullanılmayan kontrol işlemleri de dahil edilmiştir. Fidanlar çıplak köklü ve tüplü olarak yetiştirilmiştir. Denemedeki işlemler şöyledir:

- Steril harç ortamına *Chroogomphus rutilus* mantarının aşılama,
- Steril edilmeyen harç ortamına *Chroogomphus rutilus* mantarının aşılama,
- Steril harç ortamına *Rhizopogon luteolous* mantarının aşılama,
- Steril edilmeyen harç ortamına *Rhizopogon luteolous* mantarının aşılama,

e. Kontrol (sterilize edilen harca mikoriza aşılama-mamış),

f. Kontrol (steril olmayan harca mikoriza eklenmemiş, doğal).

## 2.3.3. Fidan üretiminde yapılan bakımlar

Ekim sonrası parseller telis ile örtülmüştür. Tohumlar, çimlenmeler tamamlanıncaya kadar geçen sürede her gün öğle saatlerinde yağmurlama yöntemi ile yaklaşık 30 dakika sulanmıştır. Çimlenmenin tamamlanmasından yaz başına (haziran) kadar geçen sürede (yağışsız günlerde) hava sıcaklık durumuna bağlı olarak 3-4 günde bir, yaz aylarında ise hava sıcaklığına bağlı olarak 2-3 günde bir (yağışsız günlerde) sulama yapılmıştır. Sonbaharda da hava sıcaklığına bağlı olarak 3-4 günde bir (yağışsız günlerde) sulanmıştır. Vejetasyon dönemi içerisinde ihtiyaç oldukça (yaklaşık 2-4 hafta aralıklarla) elle ot alımı yapılmıştır. Çalışmada herhangi bir kimyasal mücadele uygulanmamıştır. Soğuk ve dondan zarar görmemeleri için fidanlar kasım ayından mart sonuna kadar gölgeleme örtüsü ile örtülmüştür.

## 2.3.4. Yapılan gözlem ve ölçümler

**a. Morfolojik özellikler:** Birinci vejetasyon dönemi sonunda, uygulamaların fidan gelişimine olan etkisini incelemek amacıyla bitkisel kütle (biyo-

# Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

kütle) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce fidanlar ekim yastığından veya tüplerinden dikkatlice çıkartılarak, kılcal köklerin zarar görmemesi sağlanmış, kökler temizlenerek ayıklanmıştır. Her işlemde yirmişer fidan alınarak saf sudan geçirilmiş ve fazla su kurutma kağıdı ile alınmıştır. Fidanların boy ve kök boğazı çap ölçümleri yapıldıktan sonra yaprakları ayıklanmıştır. Ardından her işlemde 20 fidanın yaprak, gövde ve köklerinin taze ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler 65 °C'de kurutulmuş kuru ağırlıkları kayıt altına alınmıştır. Fidanların katlılık oranları (kuru gövde ağırlığı/kuru kök ağırlığı) da hesaplanmıştır.

Fidan köklerinin yüzey alanı ve kök uzunlukları Kök Analiz Sistemi yardımıyla belirlenmiştir. Yıkanan ve temizlenen kökler optik okuyucu ile taranarak WinRHIZO (ver. 2009c) yazılımı kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

**b. Fidan Yüzdesi (%):** Bir vejetasyon mevsimi sonunda da yetiştirilen fidanlardan ne kadarının yaşadığı sayılarak fidan yaşama yüzdesi tespit edilmiştir.

**c. Mikorizal Aşılama Etkinliği (MAE):** Bagyaraj ve ark. (1988)'nin, mikoriza mantarı ile aşılama etkinliğinin değerlendirilmesi için geliştirdikleri formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$MAE\%=(B-A)/B \times 100$$

**A:** Aşılınmayan fidanın toplam kuru madde ağırlığı (g)

**B:** Aşılanan fidanın toplam kuru madde ağırlığı (g)

### 2.3.5. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin analizleri SPSS V.13 (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı ile analiz edilmiştir. Varyans analizleri ile uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılıkların olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre işlemler arasında %95 güven aralığında istatistiksel anlamda fark bulunanlar arasındaki gruplaşmalarını görmek amacıyla Tukey testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Fidanların morfolojik özellikleri

Çıplak köklü meşe fidanlarının kök boğazı çapı (KBÇ) genel itibariyle sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,001$ ) etkilenmiştir. Mikoriza uygulamalarının steril olmayan koşullarda fidanların çap ortalamalarına etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının KBÇ genel itibariyle yine sterilizasyon

uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,05$ ) etkilenmiştir. Ancak steril koşullarda yetiştirilen tüplü fidanlarda mikoriza uygulamalarının KBÇ üzerinde etkisi görülürken, steril olmayanlarda bu etkiye rastlanmamıştır (Tablo 4).

Sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarının çıplak köklü fidan boylarına (FB) etkisi görülmemiştir. Fakat steril olmayan ortamdaki mikoriza uygulamalarının çıplak köklü fidanlara etkisi önemli düzeyde ( $p<0,05$ ) olmuştur (Tablo 3). Tüplü fidanlarda sterilizasyon uygulamaları ve mikoriza aşılamanın fidan boyuna istatistiksel yönden etkisi bulunmamıştır (Tablo 4).

Çıplak köklü meşe fidanlarının yaprak taze ağırlığına (YTA) sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarının etkisi görülmemiştir (Tablo 3). Steril olmayan ortamdaki tüplü meşe fidanlarının yaprak taze ağırlığına mikoriza uygulamalarının etkisi önemli düzeyde ( $p<0,01$ ) olmuştur (Tablo 4).

Çıplak köklü meşe fidanlarının gövde taze ağırlığı (GTA) mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş ( $p<0,05$ ), ancak sterilizasyonun istatistiksel anlamda bir etkisine rastlanmamıştır (Tablo 3). Tüplü fidanlarda da mikoriza uygulamalarının etkisi önemli bulunmuşken, sterilizasyon uygulamalarının fidan boyuna istatistiksel yönden anlamlı bir etkisi olmamıştır (Tablo 4).

Çıplak köklü meşe fidanlarının kök taze ağırlığı (KTA) genel itibariyle sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,01$  ve  $p<0,05$ ) etkilenmiştir (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının taze kök ağırlığına sterilizasyon uygulamalarının etkisi önemli ( $p<0,001$ ) olmuştur. Ancak KTA üzerinde mikoriza uygulamalarının bir etkisi görülmemiştir (Tablo 4).

Çıplak köklü meşe fidanlarının yaprak kuru ağırlığı (YKA) mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş ( $p<0,01$ ), ancak sterilizasyon uygulamalarının bir etkisi olmamıştır (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının yaprak kuru ağırlığına sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarının etkisi olmamıştır (Tablo 4).

Çıplak köklü meşe fidanlarının gövde kuru ağırlığı (GKA) sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,05$ ) etkilenmiştir (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının gövde kuru ağırlığına sterilizasyon uygulamalarının etkisi görülmezken, mikoriza uygulamalarının etkisi önemli ( $p<0,001$ ) bulunmuştur (Tablo 4).

## Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

Tablo 3. Farklı mikoriza uygulamaları ile sterilizasyonu yapılmış ve yapılmamış ortamlarda yetiştirilen çıplak köklü saçlı meşe fidanlarının morfolojik özellikleri  
Table 3. Morphological characteristics of bare-rooted oak seedlings produced with different mycorrhizal applications in the sterilized and non-sterilized medium

Fidan Özellikleri	Steril			Steril Olmayan		
	<i>Cr</i>	<i>Rl</i>	Kontrol	<i>Cr</i>	<i>Rl</i>	Kontrol
	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH
KBÇ (mm)	5,04±0,24 a	4,71±0,57 a	4,64±0,27 a	4,51±0,57 b	4,27±0,37 ab	3,46±1,08 a
FB (cm)	12,31±2,2 a	11,77±2,2 a	12,45±1,2 a	14,4±2,74 b	12,2±0,34 ab	7,97±1,1 a
YTA (g)	0,46±0,01 a	0,41±0,02 a	0,45±0,04 a	0,44±0,04 a	0,34±0,01 a	0,35±0,05 a
GTA (g)	0,78±0,03 a	0,72±0,03 a	0,73±0,04 a	0,80±0,02 b	0,65±0,02 b	0,39±0,02 a
KTA (g)	8,44±1,43 a	7,63±2,73 a	6,79±0,95 a	6,56±1,10 b	6,64±0,75 b	8,96±2,44 a
YKA (g)	0,35±0,14 a	0,31±0,13 a	0,21±0,04 a	0,43±0,07 b	0,38±0,07 ab	0,21±0,11 a
GKA (g)	0,55±0,02 a	0,48±0,17 a	0,50±0,06 a	0,54±0,09 b	0,43±0,04 ab	0,25±0,12 a
KKA (g)	4,32±0,85 b	3,87±1,39 ab	3,47±0,46 a	3,27±0,53 b	3,13±0,40 b	2,00±0,73 a
G/K	0,22±0,01 a	0,23±0,02 a	0,21±0,03 a	0,29±0,01 a	0,25±0,03 a	0,26±0,05 a
KU (cm)	176±13,77 a	159±17,13 a	148±18,37 a	150±11,89 a	163±16,84 a	149±13,95 a
KYA (cm <sup>2</sup> )	75,7±9,86 b	71,2±14,48 b	59,8±11,0 a	62,7±8,0 ab	68,4±8,43 b	52,5±4,03 a
FY (%)	57,3±5,03 a	56,3±3,06 a	53,0±5,03 a	50,6±4,04 a	55,3±3,61 a	47,6±4,51 a

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) mikoriza işlemlerini göstermektedir. *Cr*: *Chroogomphus rutilus*, *Rl*: *Rhizopogon luteolous*, SH: standart hata, KBÇ: kök boğazı çapı, FB: fidan boyu, YTA: yaprak taze ağırlığı, GTA: gövde taze ağırlığı, KTA: kök taze ağırlığı, YKA: yaprak kuru ağırlığı, GKA: gövde kuru ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, G/K: gövde/kök oranı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yüzey alanı, FY: fidan yüzdesi.

Tablo 4. Farklı mikoriza uygulamaları ile sterilizasyonu yapılmış ve yapılmamış ortamlarda yetiştirilen tüplü saçlı meşe fidanlarının morfolojik özellikleri  
Table 4. Morphological characteristics of containerized oak seedlings produced with different mycorrhizal applications in the sterilized and non-sterilized medium

Fidan Özellikleri	Steril			Steril Olmayan		
	<i>Cr</i>	<i>Rl</i>	Kontrol	<i>Cr</i>	<i>Rl</i>	Kontrol
	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH
KBÇ (mm)	4,11±0,15 a	4,42±0,20 b	4,18±0,44 a	4,25b±0,33 b	3,99±0,04 a	3,78±0,30 a
FB (cm)	11,24±0,8 a	12,08±1,75 a	10,27±1,8 a	12,65a±0,7 a	11,19±1,02 a	11,00±0,7 a
YTA (g)	0,92a±0,2 a	0,82±0,08 a	0,90±0,14 a	0,89b±0,04 b	0,68±0,10 a	0,86±0,22 a
GTA (g)	1,00a±0,1 a	1,13±0,21 a	0,90±0,21 a	1,12a±0,13 a	0,91±0,13 a	0,90±0,08 a
KTA (g)	9,04a±1,8 a	10,55±0,64 a	8,96±1,70 a	7,20a±0,54 a	7,03±0,85 a	7,06±0,49 a
YKA (g)	0,44a±0,1 a	0,44±0,04 a	0,41±0,01 a	0,43a±0,01 a	0,36±0,01 a	0,45±0,08 a
GKA (g)	0,67±0,08 a	0,75±0,21 a	0,61±0,14 a	0,76b±0,08 b	0,59±0,09 a	0,53±0,07 a
KKA (g)	5,39±1,32 a	5,75±0,32 a	4,22±1,34 a	4,09a±1,15 a	3,31±0,74 a	4,40±1,00 a
G/K	0,23±0,03 a	0,24±0,04 a	0,27±0,04 a	0,36b±0,15 b	0,35±0,02 b	0,24±0,06 a
KU (cm)	334±61,85 a	338±100,45 a	340±70,24 a	318a±45,50 a	397±42,40 a	331±35,65 a
KYA (cm <sup>2</sup> )	63,8±8,40 a	80,7±10,06 a	72,9±11,5 a	70,9a±8,48 a	74,6±11,66 a	70,1±1,97 a
FY (%)	91,7±6,81 a	93,3±4,58 a	85,3±4,58 a	90,0a±4,51 a	95,7±1,53 a	86,7±4,58 a

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) mikoriza işlemlerini göstermektedir. *Cr*: *Chroogomphus rutilus*, *Rl*: *Rhizopogon luteolous*, SH: standart hata, KBÇ: kök boğazı çapı, FB: fidan boyu, YTA: yaprak taze ağırlığı, GTA: gövde taze ağırlığı, KTA: kök taze ağırlığı, YKA: yaprak kuru ağırlığı, GKA: gövde kuru ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, G/K: gövde/kök oranı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yüzey alanı, FY: fidan yüzdesi.

# Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

Çıplak köklü meşe fidanlarının kök kuru ağırlığı (KKA) genel itibarıyla sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,01$  ve  $p<0,05$ ) etkilenmiştir (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının kök kuru ağırlığına sterilizasyon uygulamalarının etkisi önemli ( $p<0,001$ ) olmuştur. Fakat mikoriza uygulamalarının KKA üzerine etkisi görülmemiştir (Tablo 4).

Çıplak köklü fidanların katlılık (GKA/KKA) oranları sterilizasyon uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş ( $p<0,05$ ), ancak mikoriza uygulamalarının katlılık üzerine bir etkisi olmamıştır (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının katlılık oranları yine sterilizasyon uygulamalarından önemli düzeyde ( $p<0,001$ ) etkilenmiş, steril edilmeyen ortamlarda ise mikoriza uygulamalarının etkisi önemli düzeyde görülmüştür (Tablo 4).

Çıplak köklü ve tüplü meşe fidanlarının kök uzunluğuna (KU) mikoriza ve sterilizasyon uygulamalarının bir etkisi olmamıştır (Tablo 3; Tablo 4).

Çıplak köklü fidanların kök yüzey alanı (KYA) mikoriza uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiş ( $p<0,05$ ), ancak sterilizasyon uygulamalarının bir etkisi olmamıştır. Çıplak köklü fidanlara uygulanan *R.luteolous* mikorizası kontrole göre %22 oranında daha yüksek kök yüzey alanı elde etmiştir (Tablo 3). Tüplü meşe fidanlarının kök yüzey alanına mikoriza ve sterilizasyon uygulamalarının bir etkisi olmamıştır (Tablo 4).

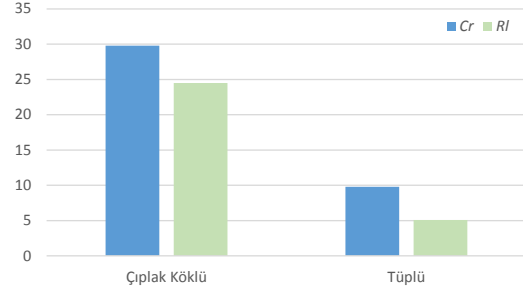
### 3.2. Fidanların yaşama yüzdesi

Çıplak köklü ve tüplü meşe fidanlarının yüzdesinde, hem sterilizasyon hem de mikoriza uygulamalarının bir etkisi görülmemiştir. Çıplak köklü fidanlarda ortalama fidan yüzdesi %53 olurken, tüplü fidanlarda bu değer %90 bulunmuştur. Her iki üretim şeklinde de kontrol işlemleri en düşük fidan yüzdesini vermiştir. (Tablo 3, Tablo 4).

### 3.3. Mikorizal aşılama etkinliği

Çıplak köklü ve tüplü meşe fidanı üretiminde mikoriza aşılması sonucu yetiştirilen fidanların, aşılama sonrasında kuru maddedeki nispi artışı yani mikoriza türlerine tepkilerini belirlemek amacıyla meşe fidanlarının Mikorizal Aşılama Etkinliği (MAE) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama, aşılama yapılan fidanlarla aşılamanın yapılmadığı kontrol uygulamalarının karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çıplak köklü meşe fidanında mikoriza aşılamanın kontrol uygulamasına göre etkinliği incelendiğinde, *Cr* türü ile aşılamanın fidanlar %29,8 ve *Rl* türü ile aşılamanın fidanlar ise %24,5 MAE değerine ulaşmıştır. Tüplü meşe fidanına

mikoriza aşılamanın kontrol uygulamasına göre etkinliğinde, *Cr* türü ile aşılamanın fidanlar %9,8 değeri, *Rl* türü ile aşılamanın fidanlar %5,1 MAE değerini elde etmişlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Kontrol uygulamalarına göre çıplak köklü ve tüplü meşe fidanlarının mikorizal aşılama etkinliği  
Figure 1. Mycorrhizal inoculation effectiveness of bare-root and containerized oak seedlings compared to the control application

## 4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çıplak köklü ve tüplü fidanları birbiriyle kıyasladığımızda, toprak üstü aksamda belirgin bir farklılık görülmemekle birlikte, toprak altında tüplü fidanların yaklaşık iki kat daha uzun köke sahip oldukları görülmüştür. Buna rağmen, kök yüzey alanı bakımından iki fidan tipi arasında kayda değer bir farklılık olması da dikkat çekicidir. Bu durum muhtemelen çıplak köklü fidanlarda, kalın ancak toplamda daha kısa bir kök sistemi oluşmasına karşın tüplü fidanlarda daha ince köklerden oluşan toplamda daha uzun kılcal bir kök ağına sahip olduklarını işaret etmektedir. Köklerdeki bu belirgin farklılık iki fidan tipinin arazi performanslarını etkileyebilecek faktörlerin başında gelebilir.

### 4.1. Morfolojik fidan özelliklerine ilişkin tartışma

Fidanların arazideki başarı durumunun öngörüsünde, morfolojik özelliklerinin oldukça etkili olduğu birçok çalışmada belirtilmektedir. Bu kapsamda Mattsson (1996), fidan kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli bazı morfolojik özelliklerin; fidan boyu, kök boğazı çapı, tomurcuk uzunluğu, tomurcuk çapı, fidan boyu:kök boğazı çapı ve gövde:kök oranları, gövde ağırlığı, kök ağırlığı olduğunu vurgulamıştır. Ürgenç ve ark. (1991), fidan kalitesi konusunda morfolojik kriterler olarak boy, kök boğazı çapı, kök ağırlığı/fidan ağırlığı, fizyolojik olarak da daha zor belirlenebilen kök yenilenme kabiliyeti, fidanların besin maddeleri içerikleri ile tazelik oranları üzerinde durulabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmamızda da fidan kalitesinin

## Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

önemli göstergeleri olan kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde ve kök kuru ağırlıkları, katlılık, kök uzunluğu ve kök yüzey alanı gibi özellikler belirlenmiştir.

Hem çıplak köklü hem de tüplü meşe fidanlarının kök boğazı çapı, kök taze ve kuru kök ağırlıkları ile katlılık oranlarında sterilizasyon uygulamalarının etkisi önemli düzeyde olmuştur. Mikoriza uygulamalarının ise taze ve kuru gövde ağırlıklarında her iki fidan üretiminde etkisi önemli düzeyde olmuştur. Mikoriza uygulamalarının özellikle çıplak köklü fidanların morfolojik özelliklerine (KBÇ, GTA, KTA, YKA, GKA, KKA ve katlılık) etkileri önemli düzeyde olmuştur.

Çıplak köklü fidanların tüplü fidanlardan daha kalın çaplı olmaları, daha seyrek bir ortamda yetiştirilmesine bağlanabilir. Tüfekçi (2007) doğal kızılçam, karaçam ve sedir meşcerelerinde yaygın bulunan ve kültüre alınabilen üç ektomikoriza türünü (*Lactarius deliciosus*, *Hebeloma crustuliniforme* ve *Tricholoma ustale*) çalışmasında kullanmış, sterilize edilmiş ortamlarda *H. crustuliniforme* ve *L. deliciosus* mikoriza türleri ile yapılan aşılama- ların sedir fidanlarının gelişimi ve besin elementi alımına anlamlı katkılar sağladığını belirlemiştir. *Hebeloma crustuliniforme* mantarı ile aşılansız fidanların kök boğazı çapı, aşılansız fidanlara göre %83 oranında artış sağlamıştır. Fidan boyu gelişiminde de %71 oranında artış belirlenmiştir. Tüfekçi ve ark. (2013) karaçamda yaptıkları çalışmada, yine *C. rutilus* ve *R. luteolous* türleri aşılansız ve *Rl* türü tüm morfolojik parametrelerde üstünlük göstermiştir. Bunun yanında her iki üretim şeklinde de, kontrol uygulaması en düşük düzeylerde kalmıştır. Bu sonuçlara göre, boy ve çapın çıplak köklü meşe fidan kalitesini ortaya koyan temel özelliklerden oldukları söylenebilir. Ancak tüplü fidan kalitesi için aynı öneriyi getirmek söz konusu olmayacaktır. Keza, tüplü fidanların boyları diğer morfolojik parametreleriyle ilişki göstermemiş kök boğazı çapı ise sadece fidan boyu ile pozitif ilişki kurabilmiştir. Bu durumda, meşe fidanı kalitesinin belirlenmesinde kök boğazı çapının en önemli parametre olduğundan söz edilebilir. Nitekim, Şimşek (1987), kök boğazı çapının fidanların kalite kriterlerinin tespitinde fidan boyundan daha önemli görüldüğünü ve bundan dolayı, kök boğazı çapı kalın olan fidanların ağaçlandırma değerlerinin daha yüksek olacağını bildirmiştir. Bunun nedenini de, boylu ve kalın çaplı fidanlarda daha fazla rezerv maddeler depolanacağı, yaprak ve ibre oranları daha fazla olacağı, kuvvetli kutikula teşekkül edeceği, ayrıca daha kalın kesitlere sahip olduklarından daha fazla su tutma kapasiteleri meydana geleceği ve böylece ilk dikimlerde

kuraklığa karşı daha mukavim olacakları şeklinde açıklamıştır.

Yukarıdaki genel değerlendirmelerle ilgili olarak halen tam olarak netleştirilemeyen çok husus vardır. Örneğin, Deligöz ve ark. (2009), çıplak köklü 2+0 yaşlı karaçam fidanlarının tutma başarısı açısından çapın boydan daha önemli olduğundan bahsetmekle birlikte 3 yıllık yaşama yüzdesi ile hem fidan boyu hem de fidan çapı pozitif ilişkili bulunmuştur. Yani hem çap hem de boy olarak kuvvetli büyümüş fidanlar daha başarılı bulunmuştur. Dahası, Kızmaz (1993) yine aynı türde yaptığı bir çalışmada farklı bölgelerde yaşama yüzdesinde ciddi farklılıklar bulurken, fidan kalite sınıfları arasında hiçbir anlamlı fark bulamamıştır. Semerci (2005) de, Toros sedirinde fidan boyu ve çapı ile yaşama yüzdesi arasında bir ilişki bulamamıştır. Buna karşın genel kanı boylu fidanların arazide tutma başarısının düşük olacağı yönündedir. Burada genel kanı ile deneme sonuçlarının örtüşmemesinin temel nedenlerinden birisi her çalışmanın kendine özgü zaman, mekan ve metodolojisinin olmasıdır. Bir diğer önemli husus ise, yalnızca fidan morfolojisinden hareketle yapılan çalışmaların aslında yetersiz kalması fidanların morfolojik özellikleri yanında ve fizyolojik nitelikleri de son derece önemlidir. Zira literatürdeki bazı çalışmalar dengeli ve iyi beslenmiş fidanların aslında başlangıçta daha iri olsalar da kurak-yarıkurak şartlarda dikim sonrasında daha iyi tuttuklarını ve daha hızlı büyüdüklerini göstermektedir (Oliet ve ark., 2004). Fidanlarda tutma başarısını etkileyen en önemli faktör uzun bir boy, iri ve canlı bir görünüşten ziyade, fidanların dikildikten sonra fizyolojik olarak çabucak bir kök yapmasına (kök büyüme potansiyeli) ve toprakla en kısa sürede temas sağlamasına bağlıdır (Tolay, 1983; Ritchie, 1980'den). Bu hususta yapılan bir çalışma, gübrelenmiş çıplak köklü boylu ardıç fidanlarının gübrelenmeyenlere göre daha fazla miktarda yeni kök geliştirebildiğini göstermiştir (N. Gürlevik, henüz yayınlanmamış veriler). Aynı şekilde Tolay (1983)'in bildirdiğine göre, Aldhous (1967), kalın çaplı gürbüz fidanların zayıf ince uzun fidanlardan daha başarılı olduğunu, yani kötü koşullarda tutma ve yaşama şansının daha fazla olduğunu ifade etmiştir.

Fidanların araziye uyum sağlaması, bu projenin uzun dönemli hedefidir. Bu nedenle yetiştirilen fidanlar yarı kurak özellik taşıyan bir sahaya dikilerek başarı durumları ve ilerideki büyümeleri izlenecek ve böylece mikorizanın etkileri ortaya çıkarılmış olacaktır. Nitekim Pera ve ark. (1999), *Laccaria bicolor* ile aşılı çıplak köklü *Pseudotsuga menziesii* fidanları ile tüplü *Melanogaster ambiguus*, *Rhizopogon colossus* ve *R. subareolatus* fidan-



# Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

larının araziye dikildikten sonraki beş yıl boyunca boy, kök boğazı çapı ve gövde hacimlerinde aşılamanın pozitif etkilerini gözlemişlerdir.

Her iki fidan üretim biçiminde de sterilizasyon işleminin fidanların kök boğazı çapı, taze ve kuru ağırlıkları ile kök yüzey alanları üzerinde olumlu etkileri olmuştur. Fidan üretim biçimlerinde sterilize edilen ortamlar için uygulanan işlemler arasındaki farklılık da dikkate alınmalıdır. Şöyle ki tüp harçları fiziksel bir işlem olan ısı muamele sayesinde hem mikroorganizmalar (tüm fauna ve flora dahil), hem de toprak kimyası etkilenmiş olabilir. Ancak çıplak köklü harçlarında fiziksel değil kimyasal bir yöntem kullanılmıştır ve bu yöntem sadece belli başlı toprak mikroorganizmalarını (nematodlar, mantarlar ve otsu bitkiler vb.) hedef almıştır. Kaldı ki kimyasal yöntemde bu etkinin yüzde yüz olmadığı ve bazı türlerin diğerlerinden daha fazla etkilendiği söylenebilir. Ayrıca, literatürde aslında fungusit uygulamalarının ektomikorizal birlikteliği olumlu etkilediği de belirtilmektedir. Örneğin Pawuk ve Barnett (1981), 2 hafta aralıkla Benomyl uygulanmış işlemlerde çam fidanının (*P. echinata*) çok daha iyi geliştiği ve çok daha iyi mikorizal birliktelik kurduğu belirlenmiştir. Bu durum kullanılan bu fungusitin zararlı pek çok mantar türünü harç ortamında geriletmesi ve neticede simbiyotik mantar olan *Pisolithus* mantarının gelişimine olanak sağladığına bağlanabilir. Benzer şekilde çalışmamızda da, kimyasal işlemin kullanıldığı harçlarda yetiştirilen çıplak köklü fidanların çap ve boy büyümesi sterilize edilmeyen harçlarda yetiştirilen fidanlardan daha yüksek olmuştur.

Fidanlıklarda mutlak kuru ağırlık olarak kök ağırlığı/fidan ağırlığı oranı da etkin bir kalite faktörüdür. Bu oran düşük olursa yani fidanın toprak üstü organları daha fazla gelişmiş ise, ağaçlandırma sahasında bu fidanlar daha fazla transpirasyonla su kaybına uğrayacaklar ve kurak şartlarda bunu telafide güçlük çekeceklerdir. Bu oranın rutubetli yerlerde 1/3 (yani fidanın kuru ağırlık olarak kök ağırlığının 3 katı) olması uygun görülse de kurak yerlere gidildikçe bu oranın 1/2 veya bunun daha üstünde olmasının tercih edilmesi önerilmektedir (Ürgeç, 1986).

Benzer şekilde, Bernier ve ark. (1995), gövde:kök oranının (katlılık) fidanların kuraklıktan sakınma potansiyelinin değerlendirilmesinde kullanıldığı vurgusunu yapmıştır. Kılıcı ve ark. (1998) da, dengeli kök-gövde gelişiminin, fidanların yetiştirme ortamlarındaki beslenme koşullarından ne derece yararlanabileceğinin ve transpirasyonla meydana gelen kayıplarını ne düzeyde karşılayabileceğinin göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada yetiştirilen meşe fidanlarının G/K oranı 0,25-0,36

arasında değişmiştir. Meşenin biyolojisi gereği erken yaşlarda kalın bir gövde ve kuvvetli bir kök sistemi geliştirmesi ve gövdenin nispeten daha ufak kalması bu oranın düşük olmasına sebep olmaktadır. Oysaki diğer pek çok türde, örneğin iğne yapraklı türlerde genelde G/K oranı 1-2 civarındadır.

## 4.2. Yaşama yüzdelerine ilişkin tartışma

Çıplak köklü fidanların yaşama yüzdeleri düşük (%50-54) çıkmıştır. Bunun nedeni tohum ekim işleminin planlanandan daha geç gerçekleştirilmesidir. Zira, çalışma alanında 2011 yılı sonbaharında yağışların geç yağması ve dolayısıyla mantarların geç çıkması nedeniyle, mantar izolasyon çalışmaları gecikmiştir. Kültüre alınabilen mantarlar, çok sayıda üretim için defalarca alt kültüre tabi tutulmuşlardır. Elde edilen alt kültürler kavanozlardaki katı ortama (vermikulit+turba) aktarıldıktan sonra 3-4 ay gibi bir süre inkübe edilmiş ve misellerin tüm ortamı sarması beklenmiştir. Üretilen fidan sayısına göre yeterli miktarda aşı materyalinin üretimi uzun süre aldığından; erken ilkbaharda ekilmesi gereken meşe tohumları 08.05.2012 tarihinde ekilebilmiştir. Bu da meşe tohumlarının gömüde çok uzun süre kalmasına ve hatta çimlenmesine neden olmuştur. Taşdemir ve Karatay (2007) saçlı meşe ve palamut meşesi tohumlarının, fidanlıkta sonbahar ekiminin (%58) ilkbahar ekimine (%16) oranla oldukça yüksek fidecik oluşturdıklarını tespit etmişler ve bunun nedenini meşe tohumlarının gömüde fazla kalmaya dayanmadığına bağlamışlardır.

Çıplak köklü ve tüplü meşe fidanlarının yaşama oranlarına sterilizasyon ve mikoriza uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır. Ancak istatistiksel farklılık bulunmamasına rağmen, tüplü üretimde *R1* mikorizası %94,5 ile en yüksek değere ulaşmış, kontrol uygulaması ise %86 ile en düşük yaşama yüzdesi elde etmiştir. Bu konuda ülkemizde yapılan nadir çalışmalardan biri Günsur ve Özdemir (1968) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, karaçam yastıklarına ormandan alınan mikorizalı toprak ve kök parçaları aşılama materyali olarak kullanılmış ve fidanların yaşama yüzdelerinde ve boy gelişimlerinde aşılama oranlarının aşılama oranlarına göre üstünlükler gösterdiği belirlenmiştir. Tüfekçi ve ark. (2013) da karaçam fidanlarına mikoriza uygulamalarının yaşama yüzdelerine etkisi önemli bulunmuş ve *R. luteolous* mikorizası %93 yaşama yüzdesi ile en yüksek değere ulaşmıştır. Mikoriza uygulamasının yapılmadığı doğal işlem %83, steril işlem ise %80'lik yaşama yüzdesi ile son sırada yer almışlardır. Steinfeld ve ark. (2003), *Rhizopogon* mantarıyla fidanlıkta aşıladığı *Pinus ponderosa* fidanlarının arazi koşulla-

## Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

rında yaşama yüzdelerini %71 ve %93; aşılama-yanları ise %37 ve %41 oranında tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ivory ve Munga (1983) da, *Pinus caribaea* fidanlarına aşıladıkları 8 mikoriza mantarının arazi koşullarındaki performanslarını incelemişler ve *Suillus bovista* mantarı %56'lık en yüksek yaşama değerine ulaşırken, aşılamanın yapılmadığı uygulama %30 oranında yaşayabilmiştir. Gürlevik ve ark. (2006) da, karaçam fidanlarına mikoriza aşılamanın hastalık etmenlerini azaltıcı etki göstererek, yaşama yüzdelerini artırdığını belirtmektedir. Olumsuz şartlarda hem çamlarda (Rincon ve ark., 2007), hem de meşelerde (Nunez, 2006a) mikoriza aşılamalarının arazideki başarıyı artırdığı ortaya konulmuştur.

### 4.3. Mikorizal aşılama etkinlik değerlerine ilişkin tartışma

Çam cinsinde kısa kökler onları taşıyan eksenden kesin bir biçimde ayrılır. Enfeksiyonlu kökler gelişmeye devam eder. Dichotomous şekilde dallanır ve mikoriza sistemi oluşur. Ancak yapraklılarda bunu ayırt etmek oldukça zor olduğu için bu çalışmada köklerdeki enfeksiyon incelenmemiştir. Bunun yerine, meşe fidanlarının aşılması yapılan mikoriza türlerine tepkilerini belirlemek amacıyla Mikorizal Aşılama Etkinlik (MAE) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama, aşılamanın yapılmadığı kontrol uygulaması ile karşılaştırılarak gerçekleştirildi. Çıplak köklü meşe fidanında mikoriza aşılamanın kontrol uygulamasına göre etkinliği incelendiğinde, *C. rutilus* türü ile aşılama fidanlar %29,8 ve *R. luteolus* türü ile aşılama fidanlar ise %24,5 MAE değerine ulaşmıştır. Tüplü meşe fidanına mikoriza aşılamanın kontrol uygulamasına göre etkinliğinde, *Cr* türü ile aşılama fidanlar %9,8 değeri, *Rl* türü ile aşılama fidanlar %5,1 MAE değerini elde etmişlerdir. Bu sonuçlara göre, mikoriza aşılamanın çıplak köklü fidanlara daha fazla etki gösterdiği anlaşılmaktadır. Tüfekçi ve ark. (2013) karaçam çalışmalarında, mikorizal aşılamanın fidan kütlesine %8'e kadar pozitif bir etki yaptığını belirlemişlerdir. Bu etki çıplak köklü meşe fidanlarda çok daha yüksek bulunmuştur. Tüfekçi (2007) bir başka çalışmasında, *Hebeloma crustuliniforme* türünün aşılması sonucu sedir fidanına %24,7'e varan oranlarda katkı sağlanmış, ancak *Tricholoma ustale* türü ile aşılama fidanlarda MAE değeri aşılama olmayanların değerinden de düşük çıkmıştır.

Mikoriza türlerinin çoğu zaman, aynı etkinlikte ve miktarda, her bitkide benzer kök enfeksiyonu oluşturmadıkları bilinmektedir. Smith ve Read (1997), mikoriza türlerinin enfekte edecekleri bitki türlerinde seçici davrandıklarını belirtmişlerdir. Aşılama kullanılan mikoriza mantarlarının bitki

türlerinde farklı reaksiyonlar göstermesinin, mantarların kokteyl veya tek tek aşılama ya da bitki türlerindeki fizyolojik farklılıklardan kaynaklandığı sonucunu ortaya koymaktadır. Sonuçta, çıplak köklü meşe fidanına mikoriza aşılamanın her koşulda olumlu etki yaratırken, tüplü meşe fidanı üretiminde bitkinin ortam ve mantar bakımından seçici davrandığı ortaya çıkmıştır.

Literatürde mikorizal mantarların sadece beslenme açısından değil, hastalıklara dayanıklılık açısından da oldukça önemli olduklarını ve biyolojik mücadelede kullanılabileceklerini gösteren kaynaklar mevcuttur (Bıçıcı, 2011). Örneğin Martin-Pinto (2006) yaptıkları in vitro çalışmada *Laccaria*, *Lactarius* ve *Boletus* mantarlarının karaçamda *Fusarium*'a karşı dayanıklılığı artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, mikoriza aşılamanın arazide yaşama yüzdesi ve gelişimi artırdığını da gösteren pek çok çalışma mevcuttur (Gürlevik ve ark., 2006; Rincon ve ark., 2007; Nunez, 2006b).

### 4.4. Öneriler

Çalışmada elde edilen bulgulardan hareketle, mikorizal fidan üretimi konusunda şu sonuç ve öneriler getirilebilir:

- Mikoriza aşı fidanları, mikoriza aşılama olmayan fidanlarla kıyaslayarak elde edilen mikorizal aşılama etkinliği değerlerine bakıldığında, *Chroogomphus rutilus* aşılamanın belirgin bir faydası görülmektedir.

- Bu çalışmada, fidanların morfolojik gelişiminde kayda değer bir farklılık görülmemesinin temel nedeni, fidanlıkta optimuma yakın bir yetiştirme ortamı ve sulama vb. kültürel yöntemler kullanılması olabilir. Bu olumlu şartlarda zaten kanaatkar olan orman ağaçlarının diğer işlemlere vereceği tepki de azalmaktadır. Ayrıca, aslında belirgin farklılıklar olsa da, tohum ve yetiştirme ortamı şartlarındaki değişkenlik münasebetiyle, üretilen fidanların morfolojik ve fizyolojik nitelikleri de çok değişken çıkmaktadır. Bu nedenlerden dolayı fidanlarda görülen büyüme farklılıkları istatistik analizlerde gölgenmektedir. Bu da ormancılık çalışmalarında kontrol edilemeyen doğal şartlardan dolayı sıklıkla karşılaşılan bir durumdur.

- Buna rağmen, bu konuda henüz açıklanamayan pek çok husus olduğu da aşikârdır. Bu hususlardaki sorunların çözümü için devam niteliğinde bazı bilimsel ve uygulamalı projelere de ihtiyaç vardır. Örneğin; bazı mikorizal mantar türlerinin fidanlar üzerinde daha etkin olduğu veya bazı konukçu ağaç türlerinin mikorizal mantarlarla kuracakları ortaklıklarda daha seçici oldukları düşünüldüğünde, bu

# Effects of inoculation with local mycorrhizal species on Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings' growth

gibi çalışmaların diğer mantar türleri ve diğer asli ağaç türlerimiz üzerinde de yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yarı kurak alan ağaçlandırmalarında kullanılan diğer türlerde de mikoriza ile ilgili çalışmaların yapılması, ülkemiz ormanları ve ormancılığına önemli katkı sağlayacaktır.

- Bunu yaparken ülkemizin önemli mikorizal mantarları üzerinde detaylı saha envanteri çalışmaları gerekmektedir. Elde edilecek yerel mantar türlerinin izolasyonu, çoğaltılması ve aşılama konularında da detaylı laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç vardır.

- Mikorizal mantarların pek çoğunun yenilebilir doğal mantarlar olduğu da göz önüne alındığında, bu konuda elde edilecek olan teknik ve bilimsel birikim sadece fidancılık ve ağaçlandırma gibi klasik ormancılık amaçlarına hizmet etmekle kalmayacak aynı zamanda ekonomik değeri yüksek yenilebilir mantarlarla ilgili çalışmalara da destek sağlamış olacaktır.

- Kültüre alınacak ve ormancılıkta kullanılacak mikoriza mantarının eşlik ettiği bitki türü dikkate alınarak saf kültür için, doğal ortamdan toplanan mikorizanın üzerinde yetiştiği bitki türüne uygulanması yararlı olacaktır.

- Ayrıca mikorizalı şapkalı mantar sporlarının aşılama kullanılması için değişik yöntemlerin denenmesi pratikte uygulamasının kolay olması açısından dikkate değer çalışmalar yaratacaktır.

- Mikorizal kolonizasyon ve etkinliğin, harç materyali ve gübreleme gibi yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen faktörlerle olan ilişkilerin açıklığa kavuşturulması, başarılı uygulamalar açısından son derece önemli olacaktır.

- Detaylı laboratuvar çalışmalarının yanında, büyük ölçekli fidan üretiminde kullanılmak üzere, kitlesel olarak aşı materyali üretilmesi konularında çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

- Ağaçlandırmalarda başarıyı artıracığından özellikle yarı kurak sahalar ile verimsiz alanlarda ilk dikimde mikorizalı fidan kullanımı yararlı olacaktır. Netice itibarıyla, bu çalışma ulaşılmak istenen nihai hedefin daha ilk aşamasıdır. Fidanlık uygulamalarında başarılı olunmasına karşın, nihai olarak başarılı sonuçlar için bu gibi çalışmaları arazi denemeleriyle de devam ettirmek gerekmektedir. Mikorizalı fidan üretiminin uzun vadede getirebilecekleri ve ağaçlandırmalarda sağlayacağı faydaların ortaya konulması için yetiştirilen fidanların arazideki tutma ve gelişim durumlarının takip

edilmesi önem oluşturmaktadır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne desteklenen 20.1307 numaralı ve “Mikorizalı Saçlı Meşe Fidanı Üretimi ve Yarı Kurak Alan Ağaçlandırmalarındaki Başarısı” başlıklı projenin ara raporudur. Verdikleri destekten dolayı Enstitü çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Bagyaraj, D. J., Manjunath, A., Govida Rao, V.S., 1988. Mycorrhizal inoculation effect on marigold, egg plant and citrus in an Indian soil. J. Soil Biol. Ecol., 8: 98-103.

Bernier, P. Y., Lamhamedi, M. S., Simpson, D. G., 1995. Shoot: root ratio is of limited use in evaluating the quality of container conifer stock. Tree Planters' Notes. 46 (3), 102-106.

Biçici, M., 2011. “Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikoriza'nın rolü”. Türk. Biyo. Müc. Derg. 2 (2): 139-174.

Boyle, C.D., Gunn, K.L., Robertson, W.J., 1984. Development of Methods for the Production of Mycelial Slurry Inoculum, Proceedings of the 6th North American Conference on Mycorrhizae, Oregon, pp.225.

Cordell, C.E., Caldwell, Marx, D.H., Farley, M.E., 1988. Operational production and utilization of ectomycorrhizal-inoculated tree seedlings for mineland reclamation. pp 229235. In: Proc. 1988 Symposium on Mining, Hydrology, Sedimentology, and Reclamation. Univ. of Ky., Lexington

Deligöz, A., Genç, M., Özçelik, H. 2009. “Kalite sınıflamasının Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe] fidanlarının arazi performansına etkisi”, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, s. 37-50.

Günsür, Ş., Özdemir, Ö., 1968. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Fidanlığında Karaçam Ekim Yastıklarında Gübreleme ve Mikorize Aşılama Denemesi. Ormancılık Araştırma Ens. Yayınları. Muhtelif Yayınlar Serisi No: 28, s.70-76, Ankara.

Gürlevik, N., Lehtijärvi, H. T. D., Aday, A. G., 2006. “Hidrojel ve mikoriza karışımının karaçam fidanlarında yaşama yüzdesi üzerine etkileri”. Türkiye’de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı. 7-10 Kasım 2006. Ürgüp. Nevşehir. s. 413-421.

Ivory, M. H., Munga, F. M., 1983. “Growth and survival of container-grown *Pinus caribaea* infested with various ectomycorrhizal fungi”. Plant and Soil. 71: 339-344.

Kılıcı, M., Sayman, M., Akgül, A., 1998. Farklı sulama uygulamalarının kaplı kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri, Orman Bakanlığı

# Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri

Yayın No. 040. İzmir Orman Toprak Laboratuar Yay. No. 3, 82 s.

Kızmaz, M., 1993. Karaçam fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Orman Araştırma Enst. Yayınları. Teknik Bülten No:238-241, 7-36.

Kumar, S., Satayanarayana, T., 2002. Production of Inoculum of Ectomycorrhizal Fungi. In: K.G.Mukerji, C.Manoharacahary, B.P. Chamola, J.Singh (Eds). Techniques in Mycorrhizal Studies. Kluwer Academic Publishers. Netherlands, 143-166.

Lakhanpal, T.N., 2000: Ectomycorrhiza-An Overview. In: K.G.Mukerji, B.P.Chamola, J.Singh, (Eds.) Mycorrhizal Biology. Kluwer Academic. 101-118.

Martin-Pinto, P., Pajares J., Díez, J., 2006. "In vitro effects of four ectomycorrhizal fungi, *Boletus edulis*, *Rhizopogon roseolus*, *Laccaria laccata* and *Lactarius deliciosus* on *Fusarium damping off* in *Pinus nigra* seedlings", New Forests, 32:323-334

Marx, D.H., 1969. The Influence of Ectrophic Mycorrhizal Fungi on the Resistance of Pine Roots to Pathogenic Infections, I. Antagonism of Mycorrhizal Fungi to Root Pathogenic and Soil bacteria, Phytopathology, 59: 153-163.

Marx, D.H., Cordell, C.E., Maul, S.B., Rühle, J.L., 1989. Ectomycorrhizal development on pine by *Pisolithus tinctorius* in bare-root and container seedling nurseries. II. Efficacy of various vegetative and spore inocula. New Forests 3: 57-66.

Mattsson, A., 1996. Predicting Field Performance Using Seedling Quality Assessment. New Forests, 13, 223-248.

Nunez, J.A.D., Serrano, J.S., Barreal, H.A.R., Gonzales, J. A. S. de O., 2006a. "Ectomycorrhizal status of norway spruce seedlings from bare-root forest nurseries", Forest Ecology and Management, 231: 226-233.

Nunez, J.A.D., Serrano, J.S., Barrael, H.A.R., Gonzales, J.A.S.de O., 2006b. "The influence of mycorrhization with *Tuber melanosporum* in the afforestation of a Mediterranean site with *Quercus ilex* and *Quercus faginea*", Forest Ecology and Man., 231: 226-233.

Oliet, J., Planelles, R., Segura, M. L., Artero, F., Jacobs, D. F., 2004. "Mineral nutrition and growth of containerized *Pinus halepensis* seedlings under controlled-release fertilizer", Scientia Horticulturae 103, 113-129.

Pampolina, N.M., de la Cruz, R.E., Garcia, M.U., 1994. Ectomycorrhizal roots and fungi of Philippine Dipterocarps, In: (Eds.) M. Brundrett, B. Dell, N. Malajczuk, G. Mingpin. Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia. Australia. pp. 47-50.

Pawuk, W.H., Barnett, J.P., 1981. Benomyl Stimulates Ectomycorrhizal Development by *Pisolithus tinctorius* on Shortleaf Pine Grown in Containers, USDA Forest Service, SE Forest Experiment Station, Research Note, SO-267.

Pera, J, Alvarez, I. F., Rincon, A, Parlade, J., 1999. "Field performance in northern Spain of Douglas-fir seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi", Mycorrhiza, 9, 2: 77-84.

Rincon A., de Felipe M.R., Fernández-Pascual M., 2007. "Inoculation of *Pinus halepensis* Mill. with selected ectomycorrhizal fungi improves seedling establishment 2 years after planting in a degraded gypsum soil", Mycorrhiza, 18:23-32.

Ritchie, G. A., Dunlap, J. R., 1980. "Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings", New Zea. J. For.Sci., 10, 218-248.

Semerci, A., 2005. Fifth year performance of morphologically graded *Cedrus libani* seedlings in the central Anatolia region of Turkey. Turk J Agric Forestry 29, 483-491, TÜBİTAK.

Smith, D. Read, J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis, Second Edition, Academic Press Ltd., p.605, Cambridge, UK.

Steinfeld, D., Amaranthus, M. P., Cazares, E., 2003. "Survival of Ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws.) seedling inoculated with spores at the nursery", J. Of Arboriculture, 29(4): 197-208.

Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmalarda Kaliteli Fidan Kullanma Sorunları. O.A.E. Dergisi Cilt: 33, Sayı: 1, No: 65, Ankara.

Taşdemir, C., Karatay, H., 2007. Elazığ yöresinde İran Palamut meşesi (*Quercus brantii* Lindl.) ve Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.)'de bazı fidanlık ve ağaçlandırma tekniklerinin araştırılması, Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müd. Yayınları, Teknik Bülten No: 13, 104 s., Elazığ.

Tolay, U., 1983. Hendek orman fidanlığında Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.)'in yetiştirme tekniği ile fidan kalitesi ve dikim başarısı arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni No: 19, İzmir, 349-448.

Tüfekçi, S., 2007. Doğal populasyonlardaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) mikorizasının izole edilmesi ve çoğaltılıp fidan üretiminde kullanılması, Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 160 s., Adana.

Tüfekçi, S., Gürlevik, N., Gültekin, C. H., Polat, O., Topal, A., 2013. Karaçam Mikoriza Mantarlarının Tespiti ve Mikoriza Aşılmasının Tüplü Karaçam Fidanlarının Gelişimine Etkisi, TÜBİTAK-TOVAG projesi No. 109O725 (2010-2013).

Ürgenç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3314, Fak.Yayın No: 375, İstanbul, 525 s.

Ürgenç, S., Alptekin, C. Ü., Dirik, H., 1991. Orman Fidanlıklarında Üretim ve Kalite Sorunları, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Türkiye I. Fidancılık Simpozyumu, 26-28 Ekim 1987, Tokat, 325-340.