

---

SERİ

**B**

CİLT

**51**

SAYI

**1**

**2001**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



## MİKORİZA VE ORMANCILIKTA KULLANIMI

Ar. Gör. Ömer KARA<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. Fahrettin TILKI<sup>2)</sup>

### Kısa Özet

Mikoriza bitki kökleri ile bazı toprak mantarları arasındaki ortak yaşama durumunu ifade etmektedir. Bitki türlerinin yaklaşık %95'i en az bir mantar ile mikoriza oluşturmaktadır. Başta orman ağaçları olmak üzere çayır-mera bitkileri, çalılar, süs bitkileri ile bazı tarla ve bahçe bitkileri iyi bir gelişim gösterebilmeleri için mikoriza oluşturmağa mutlak gereksinim duymaktadırlar. Mikoriza, bitkilerin su ve besin maddeleri alımını, yüksek sıcaklık ve aşırı pH, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Fidanlıkta mikoriza aşılması, fidanların kalitesini ve dikim sonrası yaşama yüzdesi ile boy büyümesini olumlu yönde etkilemektedir. Dolayısıyla fidanlıkta mikoriza aşılması ile (çıplak köklü veya kaplı) üretiminin yaygınlaştırılmasına ve ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmasına önem verilmelidir.

### 1. GİRİŞ

Mikoriza, toprak kökenli mantarlarla bitki kökleri arasındaki karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ortak yaşama (symbiosis) ilişkisidir (MOLINA/TRAPPE 1984; PERRY 1994). Bitki kökleri mantarlara yaşaması ve gelişmesi için gerekli karbonhidratları, mikorizal mantar da bitkiye su ve mineral besin elementlerini sağlamaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; PAUL/CLARK 1989). Kök mantarları olarak da adlandırılan mikoriza, bitkilerin su ve besin elementleri alımını artırmanın yanı sıra; genç fidanların kuraklığa karşı dayanıklılığını olumlu yönde etkilemek (PARKE ve ark. 1983), fidanların yüksek sıcaklık ve aşırı pH'ye karşı olan dayanıklılığını artırmak (MARX/BRYAN 1971; PRITCHETT/FISHER 1987), hastalık ve zararlılara

<sup>1)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekolojik Anabilim Dalı

<sup>2)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı

karşı direnci artırmak, şaşırtma esnasında fidan şokunu azaltmak, kimyasal gübre kullanımını düşürmek (SINCLAIR ve ark. 1982; MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; PAUL/CLARK 1989; PERRY 1994), dikimden sonra fidanların yaşama yüzdesi ve boy büyümesini artırmak gibi yararları mevcuttur (RIFFLE ve TINUS 1982; RUEHLE 1982; DIXON ve ark. 1984; VALDES 1986). Ayrıca toprak içindeki mantar hifleri toprak taneciklerini tutarak toprağın iyi bir bünye (strüktür) kazanmasını sağlamaktadır.

Farklı ağaç türleri ile yapılan çalışmalarda, mikorizal mantar aşılama ile elde edilen fidanların kalitelerinin arttığı belirlenmiştir (SCHENK 1981; LAST ve ark. 1990). Mikorizal fidanlar ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarında da yaşama yüzdesi ve boy'un olumlu olarak etkilendiği ve özellikle kötü arazi şartlarında dikim başarısının önemli oranda arttığı tespit edilmiştir (MARX 1980; SHAW ve ark. 1987; DAVEY 1990; LAST ve ark. 1990).

Ülkemizde aşırı derecede tahrip edilmiş geniş orman alanları vardır. Toprak ve su koruma tedbirlerinin alınması ve ağaçlandırılması gereken orman alanı 18.4 milyon hektardır. Bu alanlarda doğal dengenin yeniden kurulması için yılda 300.000 hektarlık ağaçlandırma yapılması gerektiği belirtilmektedir (KANTARCI 1983). Büyük para ve zaman gerektiren bu çalışmaların başarı şansının artırılmasında mikoriza aşılama fidan kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yangın, erozyon, tuzluluk, aşırı asitlik gibi sorunların bulunduğu alanların ağaçlandırılmasında da mikorizal fidan kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, mikorizanın tanımı, türleri, faydaları, mikoriza oluşumunu etkileyen faktörler, mikorizal fidan elde etme yöntemleri açıklanarak fidanlıklarda ve ağaçlandırma sahalarındaki önemi ve kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir.

## 2. MİKORİZANIN TANIMI VE TÜRLERİ

Mikoriza, mykes (mantar) ve rhiza (kök) kelimelerinin birleşmesinden oluşmakta ve kök mantarı anlamına gelmektedir. Bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı yararlanmaya dayanan bir ilişkiyi ifade etmektedir (MOLINA/TRAPPE 1984; CASTELLANO/MOLINA 1989). Dünyadaki bitkilerin (orman ağacı türleri dahil) hemen hepsi en az bir tür mantar ile mikoriza oluşturmaktadır. Orman ağaçlarında başlıca iki tip mikoriza yaygındır; bunlar ektomikoriza ve endomikorizadır (PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989). Bu iki çeşit mikoriza dışında bir de her iki grubun bazı özelliklerini taşıyan mikoriza tipi olarak ektendomikoriza tanımlanmaktadır. Ektendomikoriza ektomikorizanın bir alt tipi olarak da ifade edilmektedir (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989). Genel fonksiyonları ve ortak yaşadıkları bitkiye sağladıkları fayda itibarıyla benzer olmakla birlikte, mikorizaların morfolojileri ve orman ağacı fidanlıklarında uygulanabilme potansiyelleri arasında önemli farklılıklar vardır.

### 2.1 Ektomikoriza

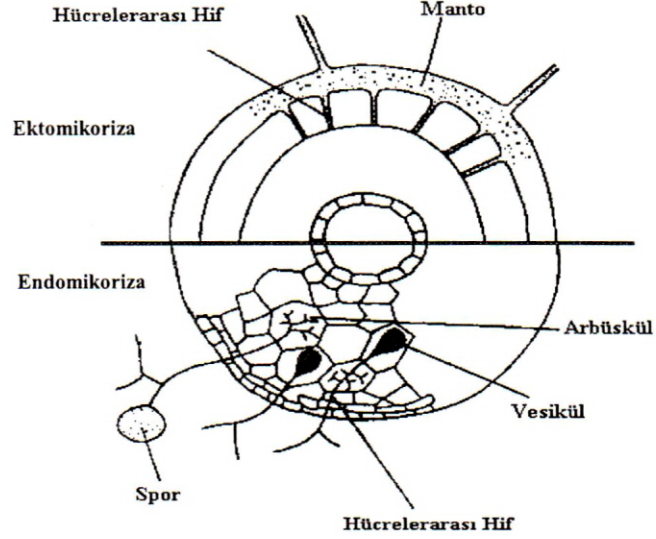
Ektomikoriza orman ağaçlarının çoğunda doğal olarak bulunmakta ve ekonomik değeri olan orman ağacı türlerinde önemli görevler yapmaktadır. Ektomikoriza mantarlarının çoğu *Basidiomycetes* ve bazıları ise *Ascomycetes*'dir (Tablo 1). Bu mantarların sporları kolaylıkla geniş alanlara rüzgâr ve su vasıtasıyla taşınabilmektedir. Ektomikoriza Pinaceae, Fagaceae ve Betulaceae familyalarının karakteristik bir özelliğidir. Salixaceae, Juglandaceae, Tiliaceae ve Myrtaceae gibi angiosperm familyalarına ait bazı türlerde ise toprak koşullarına bağlı olarak ektomikoriza veya endomikoriza oluşturabilmektedir (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989).

**Tablo 1.** Mikoriza Mantarları ve Konukçu Bitkiler (CASTELLANO/MOLINA 1989).

Mikoriza Tipi	Mikorizal Mantarlar		Konukçu Bitkiler	Çoğaltılabilme Durumu
	Sınıf	Cins		
Ektomikoriza	Basidiomycotina	Boletus, Suillus, Leccinum, Cortinarius, Tricholoma, Russula, Rhizopogon, Amanita, Hymenogaster, Paxillus, Gautieria, Hysterangium, Lactarius, Gastroboletus, Martellia, Scleroderma	Kayın, Huş, Duglaz, Okalıptüs, Fındık, Tsuga, Çam, Kavak, Söğüt, Ladin, Melez, Gökmar	Laboratuvar ortamında çoğaltılabilirler.
	Ascomycotina	Tuber, Genea, Elaphomyces, Hydnotrya, Genopora, Balsamia, Sphaero	Kayın, Huş, Duglaz, Okalıptüs, Fındık, Çam, Kavak, Söğüt, Ladin, Larix, Gökmar	
	Zygomycotina	Endogone	Duglaz	
Endomikoriza (VAM)	Zygomycotina	Acaulospora, Endogone, Entrophospora, Glomus, Gigaspora, Sclerocystis, Scutellospora	Dişbudak, Yalancı servi, Mazı, Servi, Okalıptüs, Sekoya, Akçaağaç, Sığla, Çınar, Lale ağacı, buğday, tütün, elma, erik.	Obligat olduğundan çoğaltılması tamamen bitki köklerine bağımlı olup laboratuvar ortamında çoğaltılamazlar.
Ektendomikoriza	Ascomycotina	Phialophora, Chloridium	Çam, Ladin, Huş	

Mantar miselleri, uzun yatay köklerden ziyade genellikle kısa besleyici kökler üzerinde gelişmektedirler. Kılcal kökler etrafında genellikle kalın bir hif tabakası (manto) oluşturmaktadırlar (Şekil 1). Bu örtü gelişimini takiben, hif büyüyerek kök korteks hücreleri arasında bir hif ağı (Hartig net) oluşturmaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989; PAUL/CLARK 1989; KRAIGHER/AGERER 2000). Bu oluşan hif-kök hücre teması içerisinde mantar ve bitki arasında besin ve su değişimi meydana gelmektedir.

Ektomikoriza bazen çıplak gözle görülebilmektedir. Köklerin yüzeylerinde ve içlerinde hiflerin oluşturduğu yapı kök uçlarına şişmiş görüntüsü vermektedir. Mikorizalı kök, mantarın türüne ve onun hifinin rengine bağlı olarak farklı renkler (beyaz, siyah, sarı, beyaz, kırmızı, mavi gibi) almaktadırlar (MOLINA/TRAPPE 1984).



Şekil 1. Ektomikoriza ve endomikoriza (VAM)'nın kök kesitindeki görünümü (WOOD 1989).

## 2.2 Endomikoriza (Vesicular-Arbuscular mikoriza-VAM)

Dünyada en yaygın kök-mantar ortak yaşama birlikteliği endomikoriza mantarları tarafından oluşturulmaktadır. Tarım ve orman topraklarında dünyanın hemen her yerinde bulunmaktadır. Ağaçlar ile endomikoriza oluşturan mantarların çoğu Phycomyces sınıfında yer almaktadır. Endomikorizal mantarlar Gymnosperm ve Angiosperm olan çoğu ağaç türünde bulunmaktadır (Tablo 1). Bu orman ağaçları arasında *Acer*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Thuja*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Robinia* ve *Ulmus* cinsine ait türler yer almaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989).

VAM ektomikorizadan farklı bir yapıya sahiptir. Kök morfolojisinde bir değişime yol açmaz ve çıplak gözle görülemezler. Mantarın varlığı ve yapısı ancak kökler mikroskop altında incelenerek belirlenebilir. Bu mantarlar kök hücreleri içerisine büyümekte ve besleyici kökler etrafında bir hif ağı oluşturmaktadır. Ancak ektomikorizalardan farklı olarak kalın bir örtü (manto) tabakasından yoksundur (Şekil 1) (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987; CASTELLANO/MOLINA 1989). VA mantarını iki yapısı karakterize etmektedir. Birincisi vesikül (vesicles) balon şeklinde bir yapı olup genellikle yağlarla doludur ve besin depo

etmektedir. İkincisi ise ince bir şekilde dallanmış, kısa yaşama süreli arbüskül (*Arbusculus*) dür. Arbüskül, mantar ve bitki arasında besin maddelerinin değişiminde rol oynayan kök hücreleri içerisinde dallanmayı andıran yapılardır. VAM aynı zamanda bol miktarda mantar misellerine sahiptir (MOLINA/TRAPPE 1984; CASTELLANO/MOLINA 1989; WILCOX 1996). VA mantarı sporlarının büyüklüğü ve yerleri nedeniyle rüzgarla dağılamamakta ve sporların hareketi esas olarak toprağın mekanik hareketiyle, insan, su, böcek ve hayvanlar vasıtasıyla olmaktadır (KORMANIK ve ark. 1977; PRITCHETT/FISHER 1987; PAUL/CLARK 1989; PERRY 1994). Bu sınırlı spor taşınma mekanizması sporların kaplı fidan üretimindeki yapay ortamlarda bulunmasını sınırlamaktadır (CASTELLANO/MOLINA 1989).

### 2.3 Ektendomikoriza

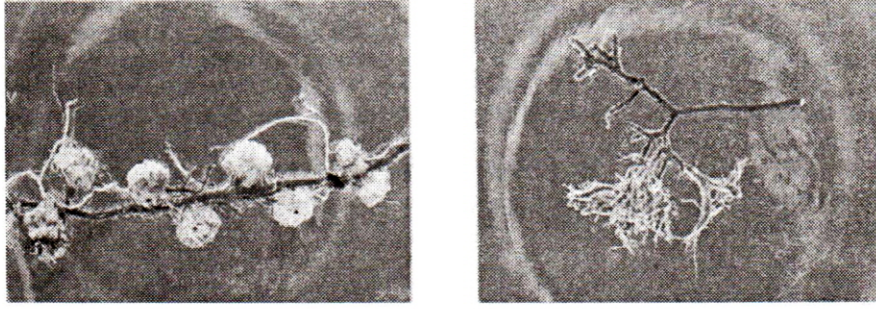
Bu tip mikoriza ekto- ve endomikorizaların her ikisinin de özelliklerine sahiptir. Genel olarak şekil bakımından ektomikorizaya benzemektedirler. Ancak ektendomikoriza kalın ve renkli bir dış tabakanın ve görülebilir, bol dış hiflerin bulunması ile ektomikorizadan ayrılmaktadır. Bu tipte Hartig net oluşumuna ilaveten mantar, korteksteki hücreler içerisine girmektedir. Orman ağaçları köklerinde nadiren bulunmaktadır. Bazı çam ve ladin fidanlarında bu tip mikoriza oluşabilmektedir (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987). Ancak fidanlıkta ektendomikoriza bulunan çam fidanları araziye dikildiklerinde zamanla ektomikorizaya dönüşmektedir (MOLINA/TRAPPE 1984).

### 3. MİKORİZANIN FAYDALARI

Mikoriza mantarlarının bitkiye sağladığı faydalar ana başlıkları ile aşağıda belirtilmiş ve açıklanmıştır.

- Besin maddeleri ve su alımını artırır,
- Hastalık ve zararlılara karşı direnci artırır,
- Sorunlu topraklarda bitki gelişimine yardımcı olur,
- Kök yenilenmesini teşvik eder,
- Bitki büyümesini hızlandırır,
- Kuraklığa karşı bitkiyi korur ve direnci artırır,
- Toprak bünyesini (strüktürü) geliştirir ve
- Kimyasal gübre kullanımını azaltır

Mikorizal mantar hifleri bitki kökünün kendi başına yararlanamayacağı kadar geniş toprak alanlarını tarayacak kadar uzayarak bitkinin su ve besin maddelerini (özellikle azot ve fosfor) alımını büyük oranda artırmaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; PAUL/CLARK 1989). Ayrıca mantar, besleyici köklerin dallanmasını ve uzamasını teşvik eden bitki hormonlarını üreterek kök absorpsiyon yüzeyini artırmaktadır (Şekil 2) (GOBL 1967; KORMANIK ve ark. 1977; MOLINA/TRAPPE 1984). Bitkiler mantarlar aracılığı ile suyu topraktan kolaylıkla alabilmekte ve genç fidanların kuraklığa karşı dayanıklılığını artırmaktadır, böylece kuraklık etkisini azaltmaktadır (PARKE ve ark. 1983; MICHELSEN/ROSENDAHL 1990).

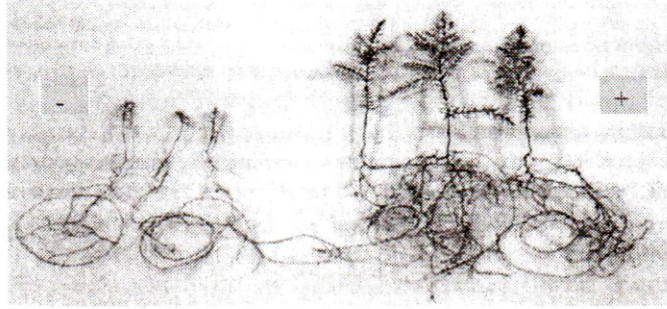


Şekil 2. Mikorizalı kökler (GOBL 1967)

Mantarlar topraktaki bazı zehirli maddelerin olumsuz etkisini ortadan kaldırebilmekte-dirler (MOLINA/TRAPPE 1984). Ayrıca fidanların yüksek toprak sıcaklığı ve aşırı asitleşmeğe karşı direncini artırmaktadır (MARX/BRYAN 1971; PRITCHETT/FISHER 1987). Mantar hiflerinin kök dışında oluşturduğu manto tabakası zararlılara karşı kökü koruyan fiziksel bir engel gibi görev yapar. Aynı zamanda mikorizanın ürettiği antibiyotikler hastalık yapıcı can-lıların bitkiye zarar vermesini önler (MARX 1972; SYLVIA 1983; PRITCHETT/FISHER 1987; PAUL/CLARK 1989; PERRY 1994).

Ektomikoriza kök solunumunu azaltarak ve köklerde hastalık yapan canlıların (patojen-lerin) köklere bulaşmasını engelleyerek besleyici köklerin yaşam süresini artırmaktadır (MARX 1970; MARX/BRYAN 1971; SYLVIA 1983). Bitkinin besin maddesi alımında rol oynayarak dolaylı olarak da bitkilerin hastalıklara karşı direnç göstermesine katkıda bulunmaktadır (PRITCHETT/FISHER 1987).

Mikoriza kök yenilenmesini ve tuza dayanıklılığı artırmaktadır (PERRY 1994). Ayrıca ektomikoriza mantarları topraktaki bazı karmaşık mineral ve organik bileşikleri parçalayarak ge-rekli bazı elementleri bitkilerin alabileceği yapıya dönüştürmektedir. Özellikle fosfotaz enzim-leri salgılayarak alınmaz durumdaki fosforu kimyasal olarak değiştirerek alımını kolaylaştır-maktadır (Şekil 3) (ALLEN ve ark. 1981; STARR/TAGGART 1992). Birlikte buldukları bitkiye auxin, cytotinin ve gibberalin gibi büyüme hormonları sağlayabilmektedir (KORMANIK ve ark. 1977; PRITCHETT/FISHER 1987). Mikorizalar orman ekosisteminde organik madde dönüşümü ve besin maddeleri dolaşımında da etkili olmaktadır (MARSHALL/PERRY 1987).



Şekil 3. Fosforca fakir topraklarda mikorizalı (+) ve mikorizatsız (-) ardıç fidanları (STARR/TAGGART 1992).

#### 4. MİKORİZA GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Genel olarak besleyici köklerin gelişimini düzenleyen bütün koşullar mikoriza gelişimini de etkilemektedir. Ağaç köklerine mantarların bulaşması ve mikoriza oluşumunu; fotosentez potansiyeli, toprak verimliliği ve toprağın hava kapasitesi etkilemektedir (MARX 1977). Toprak sıcaklığı, toprak suyu, pH, organik madde gibi faktörlerin aşırı değerleri de mantar faaliyetini ve mikoriza gelişimini sınırlandırmaktadır. Buna bağlı olarak bitkinin besleyici kök geliştirme kapasitesi de etkilenmektedir. Yaprakların yetersiz ışık almaları da mikoriza gelişimini azaltmakta veya tamamen durdurabilmektedir. Besin maddelerince zengin topraklar, özellikle yüksek miktardaki azot ve fosfor da benzer etkiye sahiptir (MARX/BARNETT 1974).

Sıcaklık bazı mikoriza mantarlarının yeterli gelişmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Misel büyümesi için en uygun sıcaklık 18-27°C olmakla birlikte, çoğu mikoriza 5-35°C arasında gelişim gösterebilmektedir. Fidanlıkta kullanılan fungusitler ve herbisitler bazı durumlarda mikoriza mantarlarını olumsuz yönde etkilemektedirler. Oksijen azlığı da misel büyümesini azaltmaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; PRITCHETT/FISHER 1987).

#### 5. MİKORİZA AŞILAMA TEKNİKLERİ

##### 5.1 Toprak Aşılama

En yaygın ve uygulanması fazla teknik gerektirmeyen aşılama yöntemidir. Bu yöntemde tohumların ekiminden veya şaşırtmadan önce yastıkların üstündeki 10 cm. lik kısmın hacminin %10'u oranında ektomikoriza mantarlı aşı materyali humuslu toprak ekim yastığına karıştırılır (MIKOLA 1970). Fidanlıkta daha önce var olan mikorizalı yastıklardaki toprak da bu amaçla kullanılabilir. Bu yöntem köklerin, ekto- ve endomikoriza ile aşılmasında kullanılabilir. PARKE ve ark. (1983) Douglas ağaçlarının altından aldığı humus ve yaprakları toprağa karıştırarak hazırladığı tüplü duglas fidanlarında kontrole göre önemli oranda büyüme artışı elde etmişlerdir.

Aşı maddesi olarak toprak kullanmak ucuz ve kolay uygulanabilir olmasına karşılık bir takım olumsuzlukları da vardır. Bunlar;

- Sürekli olarak fazla miktarlarda toprak gerektirir,
- Toprakla birlikte yabancı ot tohumları ve hastalık yapıcı mikroorganizmalar fidanlık sahasındaki topraklara farkına varılmadan getirilir,
- Aşı toprağı değişik zaman ve yerlerden alındığından aşı kalitesinde değişiklik olabilir.

Sakıncalarına karşılık bu yöntem yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Ancak bu yöntem diğer aşı maddeleri mevcut olmadığında tercih edilmelidir.

##### 5.2 Spor Aşılama

Şapkalı mantarların spor taşıyan organları iyi bir aşı materyalidir. Basidiomycetes ve Ascomycetes sınıfına ait ektomikoriza mantarlarının, spor taşıyan organlarının büyük olması ve bol spor içermesi kullanılabilirliklerini artırmaktadır. Spor aşı materyali hazırlamak için taze spor taşıyan organlar toplanır. Suyu yıkanarak organik madde ve üzerine yapışan kirlerden temizlenir. Daha sonra 1-3 cm<sup>3</sup> lük parçalara bölünür. Bu parçalar suyun içine atılarak parçalayıcı (blender) ile 2-3 dakika yüksek hızda karıştırılır. Tüm parçalar doğranana kadar bu işleme



devam edilir. Sonunda kalın kakaolu süte benzer bir süspansiyon elde edilir. Elde edilen bu süspansiyonun artırılmasına yani sporlar ile spor taşıyan organların birbirinden ayrılmasına gerek yoktur (MOLINA/TRAPPE 1984; CASTELLANO/MOLINA 1989). Çünkü LI ve CASTELLANO (1987) spor taşıyan organların üzerinde ve içinde yer alan mikroorganizmaların aşılmasını teşvik ettiğini bildirmiştir. Bu yöntemin sakıncaları; süspansiyon hazırlamak için gerekli mantarların sadece mevsimlik olarak bulunması ve bölgeden bölgeye genetik yapılarının değişmesidir, ayrıca çoğu mantarın büyük bir fidanlık için yeterli oranda sporlarını toplamak kolay olmamaktadır.

### 5.3 Saksı Kültürü (Pot cultured)

Saksı kültüründe endomikoriza sporları önce topraktan değişik yöntemlerle ayrılır. Türü tespit edildikten sonra steril toprakla karıştırılır. Kaba dikilen bitki büyüyünce kökleri sporlarla temas haline gelir. Mantar büyüme ortamında yayılarak sporlar üretir ve çimlenen sporlar kılcal köklerde VA mikorizası meydana getirir. Belirli bir süre sonra (4-6 ay) mantar hif-toprak ağını oluşturur ve daha fazla spor üretir. Bu durumda spor, misel ve mikorizalı kök parçalarını içeren toprak aşılama için kullanılabilir (CASTELLANO/MOLINA 1989).

VA mantarları sadece bitki kökleri kullanılarak çoğaltılabilirler. Topraklar çoğu zaman yeterli etkinlikte ve kalitede endomikorizal mantar sporları bulundurmadığından saksı kültürü uygulanmaktadır (MOLINA/TRAPPE 1984; CASTELLANO/MOLINA 1989).

### 5.4 Vejetatif (Misel) Aşılama

Son yıllarda yapılan çalışmalar ektomikoriza mantarlarının saf kültürlerinin üretimi ve kullanımı üzerinde yoğunlaşmıştır. Sporlar steril besi ortamlarında yetiştirilerek saf kültürler elde edilir. Büyük hacimli üretimler plastik torba içinde besin elementleri ve su içeren turba-vermikülit ortamlarında gerçekleştirilmektedir. Elde edilen bu miseller daha sonra fidanın büyüme ortamına aşılanır (MOLINA/TRAPPE 1984; CASTELLANO/MOLINA 1989).

Bu yöntem diğerlerine göre daha fazla maliyet ve emek ister. Ayrıca yapay besi ortamında iyi bir gelişim gösteren mantar konukçu bitki köklerini aşılama yapabilir. MOLINA (1980) yaptığı bir araştırmada *Rhizopogon vinicolor* mantar türünün besi ortamında iyi gelişim göstermesine karşılık bitki köklerini aşılama yapmadığını belirlemiştir.

## 6. AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA MİKORİZALI FİDAN KULLANIMI

Fidanlıkta mikoriza aşılamanın esas amacı uygun mantar türünün kökler üzerinde geliştiği sağlıklı, patojenlere karşı dayanıklı, araziye dikim için uygun fidanlar elde etmektir (Şekil 2). Mikoriza aşılama, fidanlık aşamasında fidanların büyümesinde olumlu bir etki göstermemesi durumunda dahi, dikimden sonraki yaşama yüzdesi ve boy büyümesi üzerinde olumlu etki gösterebilmektedir (MARX/BARNETT 1974; BERRY 1982; CASTELLANO/MOLINA 1989; GROVE/MALAJCZUK 1994).

Mikoriza aşılama sonucu fidanların büyümesinde meydana gelebilecek artış çıplak köklü fidanlarda kaplı fidanlara oranla daha fazla olmaktadır. Orman ağacı fidanlıklarında büyüme ortamının içeriği, pH, rutubet ve sıcaklık durumu ile kullanılan kimyasal maddeler mikoriza gelişimini etkilemektedir (MOLINA/TRAPPE 1984; GROVE/MALAJCZUK 1994). Yüksek

oranda kullanılan, özellikle N ve P, kaplı fidanlarda ektomikoriza gelişimini engellemektedir (SHAW ve ark.1987).

Mikorizalı fidanların araziye dikilmesinden sonra büyümede meydana gelen artışın daha önce alanda var olan mantarların bolluğu ve köklerdeki faaliyet yeteneklerinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Genellikle alanda daha önce var olan çok sayıdaki mantar ve yüksek toprak verimliliği aşılamanın olumlu etkisini azaltmaktadır (MARX/BARNETT 1974).

Mikoriza aşılamanın ağaçlar üzerindeki olumlu etkisi daha çok büyümenin ilk yıllarında görülmektedir. Çünkü bu dönemde büyüyen dokular için yüksek oranda besin maddesine ihtiyaç vardır. Ağaçlandırma çalışmalarının kuruluş safhasında yapılan arazi hazırlığı ve gübreleme, dikim şoku, mikorizal mantarların büyüme üzerindeki işlevini etkilemektedir. Orman alanlarında yüzeydeki toprağın bozulması (arazi hazırlığı) mantar oluşumunu engellemektedir (MARX/BARNETT 1974).

*Pinus elliottii* ile yapılan bir çalışmada, mikoriza aşılması, fidanların yaşama yüzdesini artırmıştır. Çok düşük N içeren sahalarda ise mikoriza gelişiminin engellendiği görülmüştür (EUGENE 1992). Douglas ile yapılan bir ağaçlandırma çalışmasında, mikoriza aşılama fidanların yaşama yüzdesinin mikorizasız fidanlara oranla %25 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Özellikle kötü topraklarda mikorizalı fidanların gelişiminin daha iyi olduğu görülmüştür (DAVEY 1990). *Picea sitchensis* ile yapılan bir çalışmada bir bitkiye mikoriza sayısı ile büyümenin doğru orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir (LAST ve ark. 1990). *Pinus resinosa*'da mikoriza aşıları fidanlar araziye aktarıldığında 1. yıl ve 2. yıl sonunda yaşama yüzdesinin kontrol fidanlarına oranla %20 civarında daha fazla olduğu görülmüştür (RICHTER/BRUHN 1989).

*Pisolithus tinctorius* (ektomikoriza mantarı) ile fidanlıkta yapılan aşılama sonucunda farklı türlerde (*P. taeda*, *P. elliottii*, *P. virginiana*, *P. strobus*) fidan kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Mikorizalı fidanlar farklı alanlara dikildiklerinde özellikle fakir topraklarda yaşama yüzdesininin %18-59 oranında arttığı ortaya konmuştur. Bazı türlerde ise büyümenin %25 daha fazla olduğu görülmüştür (CORDELL/MARX 1985).

*Pisolithus tinctorius* mantarı aşılanmış tüplü *Quercus velutina* fidanlarının aşılanmamış fidanlara göre daha iyi geliştikleri görülmüştür. Dikimden 2 yıl sonra yapılan ölçümlerde de aşıları fidanların daha fazla boya, yaprak alanına ve kök sistemine sahip oldukları belirlenmiştir (DIXON ve ark. 1984).

Çam türleri ile hiçbir mikorizanın doğal olarak bulunmadığı bir bölgede, başka bir bölgeden bitki veya toprağa bulaşmış olarak getirilen *Rizophogon* adlı yerli bir mantar ile *Pisolithus tinctorius* mantarının aşılandığı *Pinus caibaea* fidanları kullanılarak bir dikim çalışması yapılmıştır. Dikimi izleyen 8 ay sonunda *P. tinctorius* mantarı aşılanan fidanların yerli bir mantar türü ile aşılanan fidanlara göre %42 daha fazla bir boy üstünlüğüne sahip oldukları belirlenmiştir. İki fidan grubu arasındaki söz konusu büyüme farkı 20.ci ay sonunda da korunmuştur. *P. tinctorius* mantarının tüm deneme alanını işgal ettiği 54.cü ay sonunda, iki fidan grubu arasında fark kalmadığı GARBAYE ve TACON (1986) tarafından Delwaulle ve ark. (1982)'na atfen belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada, Dışbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Akcağaç (*Acer pseudoplatanus*) fidanları metil bromur ile dezenfekte edilen bir ortama sahip kaplarda 1. vejetasyon döneminde yetiştirilmiş ve endomikoriza (*Glomus mosseae*) aşılanmış ve aşılanmamış şekilde 2 gruba ayrılarak araziye dikilmiştir. Dikimi izleyen 1. yıl sonunda, mikoriza aşılanmış fidanlar, belirgin bir dikim şoku yaşayan mikoriza aşılanmamış fidanlara göre çok üstün gelişme göstermişlerdir. 3. yıl sonunda başlangıçtaki mikoriza aşılanmış fidanların üstünlüğü, Dışbudak fidan-

larında daha da artarak devam etmiş, Akçaağaç'ta ise aynı üstünlük farkı korunarak devam etmiştir (GARBAYE/TACON 1986).

Duglas ile yapılan bir çalışmada, üç gruba ayrılan Duglas fidanlarından, birinci grupta olanlar metil bromurle dezenfekte edilmiş ve *Hebeloma cylindrosporum* mantar aşılansın, 2. grupta olanlar sadece metil bromur ile dezenfekte edilmiş ortamda 2 yıl boyunca fidanlıkta yetiştirilmiş ve 3. grubu ise dezenfekte edilmemiş ve aşılansın fidanlar oluşturmuştur. Fidanlıkta 2 yıllık yetiştirme süresi sonunda, dezenfekte edilen ve mantar aşılansın 1. grup fidanlar en iyi gelişimi gösterirken, en az gelişim dezenfekte edilmiş ve aşılansın yapılmamış 2. grup fidanlarda elde edilmiştir. Her üç işlem grubuna ait fidanlar daha sonra deneysel olarak araziye dikilmiş ve 5 yıllık dönem boyunca gelişmeleri takip edilmiştir. Arazi aşamasında üç işlem grubuna ait fidanların gelişme sıralaması değişmiş ve dezenfekte edilmiş ve aşılansın grup (işlem 2) yaşama yüzdesi (%94) ve boy büyümesi bakımından (80 cm) ilk sırayı alırken, dezenfekte edilmiş ve *Hebeloma cylindrosporum* mantarı ile aşılansın 1. grup fidanlar en az yaşama yüzdesi (%73) ve boy büyümesine (53 cm) sahip olmuştur. Fidanlar üzerinde yapılan inceleme-ler *Hebeloma cylindra* mantarının çok etkili olmakla birlikte çok hızlı ve kısa süre içinde kaybolduğunu, onun yerine yerli mantarların geçtiği tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, uygun olmayan (tür veya orijin) mantar aşılansın olumsuz sonuçlar doğurabileceği de açıkça ortaya çıkmaktadır (GARBAYE/TACON 1986).

## 6. SONUÇ

Orman fidanlıklarında toprakların mikoriza ile aşılansın konusunda açık araziye kıyasla daha fazla bilgi bulunmaktadır. Tür ve orijini dikkate alınarak, uygun mantarlar ile aşılansın fidanlar, çok farklı arazi koşullarına dikildiğinde ortama uyum yetenekleri artmaktadır. Aşılansın mantarların kökle ortaklık oluşturması ve dikim alanlarında ilk zamanlardaki büyümeyi artırması daha çok bu mantarların dayanıklılığına, orijinine, daha önce alanda var olan mantarlar ile rekabetine ve toprak besin içeriğinin sınırlayıcı bir faktör olup olmasına bağlıdır. Bütün ağaçlarda yaşamak için mikoriza gerekli olmamakla birlikte, köklerdeki mikoriza vasıtasıyla büyüme artabilmekte ve bazı mantarlar diğerlerine göre daha fazla olumlu etki gösterebilmektedir. Doğal gençleştirme alanlarında mikorizalı fidan kullanımı sınırlı olmakla birlikte, ağaçlandırma çalışmalarında özellikle su ve besin elementi stresinin bulunduğu alanlarda mikorizalı fidanlardan faydalanma yoluna gidilmelidir.

## KAYNAKLAR

- ALLEN, M.F.; SEXTON, J.C.; MOORE, J.; CHRISTENSEN, M., 1981: Influence of Phosphate source on Vesicular-arbuscular Mycorrhizae of *Bouteloua gracilis*. New Phytologist 87, 687-694.
- BERRY, C.R., 1982: Survival and growth of pine hybrid seedlings with *Pisolithus* ectomycorrhizae on coal spoils in Alabama and Tennessee. J. Environ. Quality 11: 709-715.
- CASTELLANO, M.A.; MOLINA, R., 1989: Mycorrhizae. In: The container tree nursery manual. Vol. 5. (Landis, T.D. ve ark. eds.), Agr. Handb. 674. Washington, DC., USDA For. Serv., pp: 101-167.

- CORDELL, C.E.; MARX, D.H., 1985: Benefits and application of ectomycorrhizae in southern forest tree nurseries. In: Proc. of the international symp. on nursery management practices for the southern pines (South, D. ed.), Montgomery, AL, pp: 244-250.
- DAVEY, C.B., 1990: Mycorrhizae and realistic nursery management. In: Target Seedling Symposium: Proc., combined meeting of the western forest nursery assoc. (Rose, R. ve ark. eds.), OR, USDA For. Serv. GTR-RM-200. pp: 67-78.
- DIXON, R.K.; GARRETT, H.E.; COX, G.S.; PALLARDY, S.G., 1984: Mycorrhizae and reforestation success in the oak-hickory region. In: Seedling Physiology and Reforestation Success (Duryea, H.L., Brown, G.N. eds.). Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands. pp: 301-319.
- EUGENE, S., 1992: Mycorrhizal inoculation influences survival, growth and chemical composition of slash pine seedlings. USDA For. Serv. RP-SO-74. New Orleans, LA, 12 p.
- GARBAYE, J.; TACON, F.L., 1986. Effets de la mycorrhization controlee apres transplantation. Production des plants forestiers et plantations vol. XXXVIII-3. pp: 258-263.
- GOBL, F., 1967: Mykorrhiza untersuchungen in subalpinen waldern. Mitt d. Forstl Bundesversuchsanstalt Wien Heft 75: 335-356.
- GROVE, T.S.; MALAJCZUK, N., 1994: The potential for management of ectomycorrhiza in forestry. In: Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry (Robson, A.D. ve ark. eds.). Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, The Netherlands. pp:201-210.
- KANTARCI, M.D., 1983: Türkiye'de arazi yetenek sınıfları ile arazi kullanımının bölgesel özelliklere göre durumu ve ormancılığımızın potansiyel çalışma alanı. İ.Ü. Orman Fak.Derg. Seri A, Cilt 33, Sayı 1, s 40-72, İstanbul.
- KORMANIK, P.P.; BRYAN, W.C.; SCHULTZ, R.C., 1977: The role of mycorrhizae in plant growth and development. In: Physiology of root-microorganisms associations (Vines, H.M., ed.). Proc. Symp. South. Sec. Amer. Soc. Plant Physiol. Atlanta, pp: 1-10.
- KRAIGHER, H.; AGERER, R., 2000: Identification and Characterisation of Types of Mycorrhizae. In: Methods in root-soil interactions research protocols (Martin, M.P. ed.). Slovenian For. Inst. Ljubljana, Slovenia, pp: 19-24.
- LAST, F.T.; WILSON, J.; MASON, P.A., 1990: Numbers of mycorrhizas and seedling growth of *Picea sitchensis*-what is the relationships? Agric. Ecosys. Environ. 28: 293-298.
- LI, C.Y.; CASTELLANO, M.A., 1978. Azospoillu Isolated from Within Sporocarps of the Mycorrhizal Fungi *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata* and *Rhizopogon vinicolor*. Transactions of the British Mycological Society 88: 563-565.
- MARSHALL, J.D.; PERRY, D.A., 1987: Basal and maintenance respiration of mycorrhizal and nonmycorrhizal root systems of conifer. Can. J. For. Res. 17:872-877.
- MARX, D.H.; BRYAN, W.C., 1971: Influence of ectomycorrhizae on survival and growth of aseptic seedlings of loblolly pine at high temperature. For. Sci. 17:37-41.

- MARX, D.H., 1972: Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. *Phytopathology* 10: 429-454.
- MARX, D.H.; BARNETT, P., 1974: Mycorrhizae and containerized forest tree seedlings. In: Proc. of the North Amer. For. Tree Seedling Symp. (Tinus, R.W. ve ark. eds.). Denver, CO. Great Plains Agric. Council Publ. No.68. pp: 85-92.
- MARX, D.H., 1977: The role of mycorrhizae in forest production. Tappi Conf. Pap. Atlanta, GA. pp:151-161.
- MARX, D.H., 1980: Role of mycorrhizae in reforestation of surface mines. In: Symp. on trees for reclamation in the eastern United States . USDA Forest Service, Lexington, Kentucky, pp: 109-116.
- MICHELSSEN, A.; ROSENDHAL, S., 1990: The effect of VA mycorrhizal fungi, phosphorus and drought stress on the growth of *Acacia nilotica* and *Leucaena leucocephala* seedlings. *Plant Soil* 124: 7-13.
- MIKOLA, P., 1970: Mycorrhizal inoculation in afforestation. In: International Review of Forest Research (Roburger, J.A., Mikola, P., eds.). 3: 123-196.
- MOLINA, R., 1980. Ectomycorrhizal Inoculation of Containerized Western Conifer Seedlings. Res.note PNW-357, Portland, OR:USDA Forest Service, Pacific Northwest Exper. Stat., 10 p.
- MOLINA, R.; TRAPPE, M., 1984: Mycorrhiza management in bareroot nurseries. In: Forest Nursery Manual (Duryea, M.L., Landis, T.D., eds.).Martinus N./W.Junk Publ. The Hague, The Netherlands. pp: 211-226.
- PARKE, J.; LINDERMAN, R.G.; BLACK, C.H., 1983: The role of ectomycorrhizas in drought tolerance of Douglas-fir seedlings. *New Phyt.* 95:83-95.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E., 1989: Soil microbiology and Biochemistry, Acad. P., Inc. San Diego, CA. 275 s.
- PERRY, D.A., 1994: Forest Ecosystems. The John H.Univ. P. Baltimore, 649 p.
- PRICHETT, W.L.; FISHER, R.F., 1987: Properties and management of forest soils. John W.&Sons., Inc., NY. 494 p.
- RICHTER, D.L.; BRUHN, J.N., 1989: Field survival of containerized red and jack pine seedlings inoculated with mycelial slurries of ectomycorrhizal fungi. *New For.* 3: 247-258.
- RIFFLE, J.W.; TINUS, R.W. 1982: Ectomycorrhizal characteristics, growth, and survival of artificially inoculated ponderosa and scots pine in a greenhouse and plantation. *Forest Science* 28: 646-660.
- RUEHLE, J.L., 1982: Field performance of container-grown loblolly pine seedlings with specific ectomycorrhizae on a reforestation site in South Carolina. *South. J. Appl. For.* 6: 30-33.
- SCHENCK, N.C., 1981: Can mycorrhizae control root disease? *Plant Disease* 65:230-234.
- SHAW, C.G.; JACKSON, R.M.; THOMAS, G.W., 1987: Fertilizer levels and fungal strain influence the development of ectomycorrhizae on Sitka spruce seedlings. *New For.* 3: 215-223.

- SINCLAIR, W.; SYLVIA, D.M.; LARSEN, A.D., 1982: Disease suppression and growth promotion in Douglas-fir seedlings by the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata*. Forest Science 191-201.
- STARR, C.; TAGGART, R., 1992. Biology. The Unity and Diversity of Life. Wadsworth Publ. Comp. Belmont, CA. 382 p.
- SYLVIA, D.M., 1983: Role of laccaria laccata in protecting primary roots of Douglas-fir from root rot. Plant Soil 71:299-302.
- VALDES, M., 1986: Survival and growth pines specific ectomycorrhizae after 3 years on a highly eroded site. Can. J. Bot. 64: 885-888.
- WILCOX, H.E., 1996: Mycorrhizae. In: Plant roots (Waisel, Y. ve ark. eds.). M. Dekker, Inc. New York, pp: 689-722.
- WOOD, M., 1989: Soil Biology. Chapman and Hall, Inc., New York, 154 p.