

## ***Lactarius pyrogalus* Mantar Türünün Farklı İzolatlarının ve İnokulasyon Uygulamalarının Fındık (*Corylus avellana*) Fidanında Ektomikoriza Oluşumu ve Fidan Gelişimi Üzerine Etkisi**

Beyhan KİBAR<sup>1</sup> Aysun PEKŞEN<sup>2</sup>

### **Özet**

Çalışmada fındık (*Corylus avellana*) ile ektomikorizal ilişkisi bulunan *Lactarius pyrogalus* türüne ait farklı 2 izolat ve 3 inokulasyon uygulamasının mikoriza oluşumu ve fidan gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Aynı zamanda ektomikorizanın teşhisi ve tanımlanması yapılmıştır. İnokule edilmeyen fındık fidanları hariç, tüm inokulasyon ve izolat uygulamalarında ektomikoriza oluşumu saptanmıştır. *L. pyrogalus* mikorizasının turuncu renkli ve basit dallanmış, mikorizal köklerin ise kısa, kalın, yüzeyinin düz, parlak ve fungal örtü ile kaplı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada farklı inokulasyon ve izolat uygulamalarına ait mikorizal kökler ve doğal ortamdan alınan mikorizal köklerin kimyasallara (% 15 KOH, % 70 etanol, % 15 FeSO<sub>4</sub> ve laktik asit) tepkileri incelenmiş ve renk değişimlerinin olduğu belirlenmiştir. İnokulasyon uygulamalarının ve izolatların fındık fidanlarının gelişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek Mikorizal Aşılama Etkinliği (MAE) değeri ve fidan gelişimi, substrata saf misel aşılamasından sonra inokulum gelişimi beklenmeden inokulumlu ortamda katlanan tohumların ekildiği inokulasyon uygulamasından (% 33.99) elde edilmiştir. İzolatlar arasında ise Ünye izolatının MAE değeri yüksek bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ektomikoriza, Fındık, İnokulasyon, İzolat, *Lactarius pyrogalus*

## **The Effects of Different Isolates of *Lactarius pyrogalus* mushroom species and Inoculation Applications on Ectomycorrhizal Formation and the Development of Hazelnut Seedlings**

### **Abstract**

In this study, the effects of the different *Lactarius pyrogalus*, an ectomycorrhizal fungi associated with hazelnut (*Corylus avellana*), pure mycelial isolates and different inoculation applications on ectomycorrhizal formation and the development of the hazelnut seedling were determined. Ectomycorrhiza were also identified and defined. Ectomycorrhizal formation was determined in all inoculation applications and isolates, except for non-inoculated hazelnut seedlings. It was determined that ectomycorrhiza associated with *L. pyrogalus* was orange in color and simple branched, short, thick, smooth and brilliant roots and also was covered with fungal sheath. Response of roots from different inoculation applications and isolates and also mycorrhizal roots taken from natural growth conditions to chemicals such as 15% KOH, 70% ethanol, 15% FeSO<sub>4</sub> and lactic acid were examined, and it was determined that colors of roots were changed. The effects of inoculation applications and isolates on growth of hazelnut seedlings were to be significant. The highest Mycorrhizal Inoculation Efficiency (MIE) and best seedling growth were obtained from the stratified seeds put into in the media that containing inoculums, after pure mycelium inoculation without waiting for growth of inoculums. Ünye isolate was the best for MIE among the isolates.

**Keywords:** Ectomycorrhiza, Hazelnut seedling, Inoculation, Isolate, *Lactarius pyrogalus*

### **1. Giriş**

Dünyada bulunan 2500 yenilebilir mantar türünün yaklaşık yarısı ektomikorizal gruba aittir. Bunların da bazıları bölgesel olarak önemli olan yaklaşık 200 kadarının yenilebilir ektomikorizal mantar türü olduğu belirtilmektedir. Yenilebilir ektomikorizal mantarlar, mantar türleri içerisinde ekonomik olarak en önemli mantar gruplarından birini

<sup>1</sup> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Gelemen, Samsun

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 55139 Samsun

oluştururlar ve aynı zamanda dünya genelinde büyük pazar payına sahiptirler (Wang ve ark., 2002; Hall ve ark., 2003a).

Günümüzde bazı yenilebilir ektomikorizal mantar türlerinin doğadan toplanan miktarlarında önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Örneğin, Avrupa'da doğadan toplanan *Tuber melanosporum* Vittad. miktarı 20. yy'ın başlarında 2000 ton iken, 150 tona düşmüştür (Hall ve Wang, 2002). Japonya'da *Tricholoma matsutake* (S. Ito & S. Imai) Singer (Wang ve ark., 1997) ve Kuzey yarımkürede yetişen diğer önemli yenilebilir ektomikorizal mantar türlerinin (Cherfas, 1991) doğadan toplanan miktarlarında da önemli azalmalar olduğu belirtilmiştir. Bu azalmaların başlıca sebepleri arasında ormanların tahrip edilmesi, hastalık ve zararlılar yüzünden ormanlardaki konukçu bitkilerin kaybı, doğal ormanlarda bulunandan daha sık olarak ağaç dikimi yapılması gibi değişen ormancılık uygulamaları, zayıf konukçu bitki türleri ile yapılan plantasyonların doğal ormanların yerini alması, küresel ısınma, kalabalık toplayıcılar tarafından toprağın sıkıştırılması, ağaç kesimleri, orman yangınları, asit yağmurları ve mantar hasadı konusundaki bilgi noksanlığı yer almaktadır (Wang ve ark., 1997; Baar ve ark., 1999; Olivier, 2000; Hall ve ark., 2003b).

Doğadaki ektomikorizal mantar miktarındaki azalma ve ektomikorizal mantarlara olan talep artışı mikorizal mantarların yetiştiriciliği konusunda araştırmaların yapılmasına neden olmuştur. Ancak bu konudaki bilimsel çalışmalar mikorizal araştırmanın diğer alanları ile karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır (Hall ve ark., 2003b; Pilz ve ark., 2003). Ektomikorizal mantarların makromantar floramızda mevcut varyetelerinin kültüre alınması ve yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması hem mantar üretimi hem de mikorizal ilişkide oldukları bitkilerin gelişimleri bakımından büyük önem taşımaktadır. Ektomikorizal mantarların kültüre alınabilmesi için ilk olarak organizmayı izole ederek saf kültürlerini elde etmek ve yeterli miktarda inokulum üretmek gerekmektedir (Harvey, 1991). Fidanları ektomikorizal mantarlarla aşılama için doğal plantasyonlardan alınan toprak karışımından oluşan inokulum, mikorizal fidanlar ve kökler, sporlar ve ektomikorizal mantarların saf misel kültürleri kullanılmaktadır (Fries, 1987). Günümüzde ağaçlandırma çalışmalarında fidanlık, sera ve arazide ektomikorizal mantarların kullanımı yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Dünyada ektomikorizal mantarlar konusunda yapılan çalışmalarda ektomikorizal mantarların bitki gelişimini teşvik ettiği ve besin maddesi alımını artırdığı tespit edilmiştir (Akitsu ve ark., 2000; Hattori ve ark., 2000; Alves ve ark., 2001; Brunner ve Brodbeck, 2001; Guerin-Laguette ve ark., 2003; 2004; Souza ve ark., 2004; Turjaman ve ark., 2006; Repac, 2007). Ülkemiz için konunun önemi yapılan bazı çalışmalarda vurgulanmıştır (Kara, 2000; Kara ve Tilki, 2001; Kibar ve Pekşen, 2007; Pekşen ve Kibar, 2007). Bununla birlikte ülkemizde özellikle orman ağaçlarında bulunan ektomikorizalarla ilgili yok denecek kadar az çalışma yapılmıştır (Tilki ve Kara, 2004; Tüfekçi, 2007).

*Lactarius pyrogalus* (Bull.) Fr. Basidiomycetes sınıfına bağlı *Russulales* takımından *Russulaceae* familyası içinde yer alan ektomikorizal bir mantardır (Heilmann-Clausen ve ark., 2000). Fındık (*Corylus avellana* L.) ağaçları ile ektomikorizal ilişkisi olan *L. pyrogalus* türü Karadeniz Bölgesinde "Fındık mantarı" veya "Tirmit" olarak bilinmektedir. Özellikle Samsun, Giresun ve Ordu halkı tarafından çok sevilerek tüketilen ve bölgede pazarlarda satılan bir mantar türüdür. *L. pyrogalus* protein ve mineral maddeler yönünden zengin olması yanında (Pekşen ve ark., 2008), tıbbi olarak da kullanımı olan bir türdür (Özçelik ve ark., 2004). Taze ya da salamurası yapılarak değerlendirilmektedir. Fındık altında, bahar aylarında görülmektedir (Pekşen ve Karaca, 2000).

Son yıllarda doğadan toplanan miktarlarında önemli ölçüde azalma olduğu belirtilen *L. pyrogalus* ektomikorizal mantar türünün kültüre alınması ve yetiştiriciliği konusunda

yapılacak çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Yapılan yerli ve yabancı kaynak taramasında *L. pyrogalus* ve fındık fidanları ile ilgili ektomikoriza çalışmasına rastlanmamıştır. Bu çalışma *L. pyrogalus* mantar türünün farklı inokulasyon uygulamaları ve izolatlarının fındık (*C. avellana*)’da ektomikoriza oluşumu ve fidan gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

*L. pyrogalus* türüne ait mantar örnekleri Samsun ilinin Ünye ve Terme ilçelerinden toplanmış, mantar örneklerinin teşhisleri Prof. Dr. Annemieke Verbeken tarafından yapılmıştır (Heilmann-Clausen ve ark., 2000). *L. pyrogalus* mantar türünün miselleri, Modifiye Edilen Melin-Norkrans (MMN) besin ortamında mantar dokularından elde edilmiştir.

Çalışmada Palaz fındık çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Fındık tohumları % 30’luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>’de 30 dakika tutulup, steril suda iyice çalkalandıktan sonra tohumların yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiş ve nemlendirilmiş torf:vermikülit ortamında buzdolabında katlamaya alınmıştır. Katlamada torf:vermikülit (1:10) ve vejetatif inokulumlu torf:vermikülit (1:10) ortamı olmak üzere 2 farklı katlama ortamı kullanılmıştır. Katlama işlemine tohumlarda kökçük oluşumu gözlenene kadar yaklaşık 3.5 ay boyunca devam edilmiştir. Tohum ekimi kökçük yaklaşık olarak 1-2 cm uzunluğa ulaştığında ve kotiledonlar hala tohum kabuğu içerisinde iken yapılmıştır.

Çalışmada tohum ekimi için 370 ml’lik kaplar kullanılmış, bu kaplara 250 ml bitki gelişim substratı (torf:vermikülit, 1:1) doldurulmuştur. Daha sonra kavanozların ağızları kapatılarak 121°C’de 1.5 saat otoklavda steril edilmiştir. Bu kavanozlara 24 saat sonra 80 ml Biotin-Aneurin-Folik Asit Agar (BAF) sıvı besin ortamı (20 g glikoz) ilave edilmiş ve tekrar 121°C’de 30 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra her uygulamaya ait ortamın pH değerleri belirlenmiştir. Steril şartlarda her bir kavanoz 4 adet misel diski (0.5 cm<sup>2</sup>) ile aşılansmış ve tohum ekimi yapılmıştır.

Farklı inokulasyon uygulamalarının ektomikoriza oluşumuna ve fidan gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 3 farklı uygulama ele alınmıştır (Çizelge 1).

A- Substrata saf misel aşılamasından sonra inokulum gelişimi beklenmeden tohum ekimi yapılmış, tohum ekiminde inokulumlu ortamda katlanan tohumlar kullanılmıştır.

B- Substrata saf misel aşılamasından sonra inokulum gelişimi beklenmeden tohum ekimi yapılmış, tohum ekiminde inokulumsuz ortamda katlanan tohumlar kullanılmıştır.

C- Substrata saf misel aşılamasından sonra ortamın tamamen misel sarması beklenmiş, daha sonra tohum ekimi yapılmış ve tohum ekiminde inokulumsuz ortamda katlanan tohumlar kullanılmıştır.

Kontrol- Hiçbir inokulasyon yöntemi uygulanmamış ve inokulumsuz ortamda katlanan tohumlar kullanılarak dikim yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Denemede ele alınan farklı inokulasyon uygulamaları

İnokulasyon Yöntemi	Kullanılan tohumun özelliği	Kullanılan inokulum	Fidan Sayısı
A	İnokulumlu ortamda katlanan tohum	Saf misel aşılamasından sonra	5
B	İnokulumsuz ortamda katlanan tohum	Saf misel aşılamasından sonra	5
C	İnokulumsuz ortamda katlanan tohum	Saf misel aşılamasından sonra misel sarmış ortam	5

Çalışmada ayrıca farklı izolatların fındık fidanında ektomikoriza oluşumu ve fidan gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla *L. pyrogalus* mantar türünün farklı lokasyonlardan izole edilen miselleri kullanılmıştır. Bu amaçla substrat, steril şartlarda *L.*

*pyrogalus* türünün Terme ilçesinden izole edilen Terme izolatu, Ünye ilçesinden izole edilen Ünye izolatu ve her ikisinin birlikte kullanıldığı Terme+Ünye izolatına ait 4 adet misel diski (0.5 cm<sup>2</sup>) ile aşılanmıştır. İzolatların fidan gelişimi üzerine etkisini belirleyebilmek için aşılanan bu ortamlarda inokulum gelişimi beklenmeden inokulumsuz ortamda katlanan tohumlar ekilmiştir.

Farklı inokulasyon ve izolat uygulamalarının her biri için 5 adet fidan yetiştirilmiştir. Çalışmalarda hiçbir inokulasyon yöntemi veya izolatu uygulanmadığı ve inokulumsuz ortamda katlanan tohumların kullanıldığı ortamlar kontrol uygulaması olarak ele alınmıştır. Fidanlara gelişim periyodu boyunca dışarıdan hiçbir besin ilavesi yapılmamıştır. Fidanlar haftada bir kez eşit miktarda su ile sulanmış ve laboratuarda 18-23 °C'de 3 ay boyunca yetiştirilmiştir. Yetiştirme periyodunun sonunda bitki gelişimi değerlendirilmiştir. Bitki gelişimini belirlemede bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), sürgün yaş ağırlığı (g) ve toplam bitki kuru ağırlığı (g) belirlenmiş, kök/sürgün oranı (Brunner ve Brodbeck, 2001) hesaplanmıştır. Kök ve sürgün kuru madde içerikleri Kacar (1994)'a göre tespit edilmiştir. Mikorizal aşılama etkinliği (MAE, %) ise Bagyaraj ve ark. (1998)'nin geliştirdikleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%MAE = \frac{\text{Aşılanmış Bitkinin Kuru Madde Ağ.(g)} - \text{Aşılanmayan Bitkinin Kuru Madde Ağ.(g)}}{\text{Aşılanmış Bitkinin Kuru Madde Ağırlığı (g)}} \times 100$$

Ektomikoriza oluşumu, teşhisi ve tanımlanması için yetiştirme periyodunun sonunda fidanlar dikkatlice çıkartılmış, kılcal köklere zarar vermeden hafifçe yıkanmıştır. Mikroskopik inceleme için her uygulamaya ait 2 cm uzunluğunda kesilmiş 20 adet ince kök parçası, içi su dolu 6 cm çapında bir petri kabına yerleştirilerek stereomikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Mikorizal kısa köklerin yoğunluğunu belirlemek için Vicente ve ark. (2001) tarafından kullanılan 0-3 skalası modifiye edilerek uygulanmıştır. Stereomikroskopta mikorizal kısa köklerin yoğunluğuna göre aşağıda belirtilen skala değerleri belirlenmiştir. 0: Yok, 1: Az (petride 1-20 mikorizal kısa kök), 2: Orta (petride 21-50 mikorizal kısa kök), 3: Çok (petride >50 mikorizal kısa kök). Ayrıca ektomikoriza oluşumunu tespit etmek için köklerin değişik kimyasallara olan (%15 KOH, %70 etanol, %15 FeSO<sub>4</sub> ve laktik asit) reaksiyonlarına bakılmış ve renk değişimleri incelenmiştir (Singer, 1986; Becerra ve ark., 2002; Becerra ve ark., 2005; Anonymous, 2011). Her bir uygulamaya ait mikorizal kök örneği lam üzerine yerleştirildikten sonra örnek üzerine 3-4 damla kimyasal uygulanmıştır. Örnek 2-3 dakika sonra stereomikroskopta incelenerek renk değişimleri kaydedilmiştir.

Deneme Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre kurulmuş olup, istatistiksel değerlendirmelerde SPSS ver. 12.0 paket programı kullanılmıştır. Önemlilik gösteren özelliklere ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre gruplandırılmışlardır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Farklı İnokulasyon Uygulamalarının Ektomikoriza Oluşumuna Etkisi, Ektomikorizanın Teşhisi ve Tanımlanması

Farklı inokulasyon uygulamalarına ait ortamların sterilizasyon sonrası pH değerlerinin 5.87-6.01 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda pH değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Agar ortamında yapılan çalışmalarda ektomikorizal mantarların misel gelişiminin türe bağlı olarak 5.5-7.0 arasındaki pH'larda daha iyi olduğu bildirilmiştir (Sundari ve Adholeya, 2003; Daza ve ark., 2006).

*L. pyrogalus* türünün fındık fidanları ile inokulasyonundan 3 ay sonra kök örnekleri incelenmiş, kontrol uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda inokule edilen fidanların hepsinin ektomikoriza oluşturduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmada ele alınan inokulasyon uygulamalarında geliştirilen fındık fidanlarının köklerindeki mikorizal kısa köklerin yoğunluğunun farklı olduğu görülmüştür. İnokulasyonun yapılmadığı (kontrol) ortamda gelişen fındık fidanlarının köklerinde kısa köklere rastlanmamıştır. A ve B inokulasyon uygulamalarının yapıldığı fidanlarda mikorizal kısa kök yoğunluğu, C uygulamasından daha düşük bulunmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 1).

**Çizelge 2.** Farklı inokulasyon uygulamalarına ait ortamların sterilizasyondan sonraki pH değerleri, fındık fidanlarındaki ektomikoriza oluşumu ve mikorizal kısa köklerin yoğunluğu

Uygulama	Ortamların sterilizasyon sonrası pH değerleri	Ektomikoriza oluşumu	Mikorizal kısa köklerin yoğunluğunu gösteren skala değerleri
A	5.87	+	1
B	5.89	+	1
C	6.01	+	2
Kontrol	5.99	-	0

+: Ektomikoriza oluşumu var, -: Ektomikoriza oluşumu yok

0: Yok, 1: Az (petride 1-20 mikorizal kısa kök), 2: Orta (petride 21-50 mikorizal kısa kök), 3: Çok (petride >50 mikorizal kısa kök).



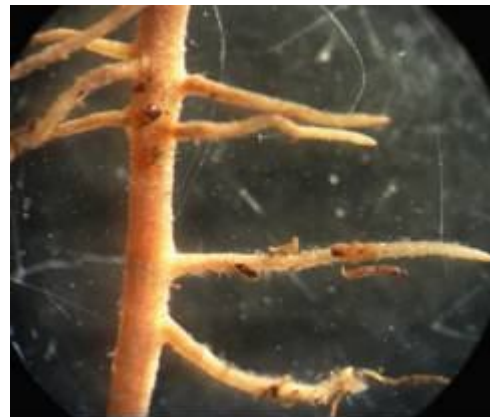
A



B



C



Kontrol

**Şekil 1.** Farklı inokulasyon uygulamalarına ait mikorizal kısa köklerin stereomikroskopta görünümü (6X)

*In vitro*'da *P. densiflora* ile *T. matsutake* arasındaki ektomikoriza oluşumunu inceleyen Guerin-Laguette ve ark. (2004) inokulasyondan 2 hafta sonra misel hiflerinin kabın dış kısmından gözlemlendiğini ve 75 gün sonra hiflerin kısa köklerin üzerini kapladığını bildirmişlerdir.

Çalışmada *L. pyrogalus* mikorizasının turuncu renkli, basit dallanmış ve tipik *Lactarius* mikorizasına benzediği (Agerer, 1987-2002) belirlenmiştir. Mikorizal köklerin kısa, kalın, fungal örtü ile kaplı, yüzeyinin düz, parlak ve kök uçlarının küt olduğu tespit edilmiştir. Rizomorflar gözlenmemiştir (Şekil 1 ve 2). *Lactarius* mikorizasında fungal örtü ve basidiocarp arasındaki renk benzerliği belirgin bir özelliktir (Pillukat, 1996). *L. akahatsu* mikorizasının açık turuncu renkte, yüzeyin düz, mat veya bazen parlak, fungal kılıf kesildiği zaman renginin yeşile döndüğü belirlenmiştir (Yamada ve ark., 2001). Parlade ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada *L. deliciosus* mikorizasını tanımlamışlar ve mikorizanın açık turuncu renkli olduğunu, yaşlanmayla birlikte renkte koyulaşmanın meydana geldiğini, ikiye dallanmış ve yüzeyin düz olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmada *in vitro*'da elde edilen mikoriza morfolojik olarak arazide doğal olarak meydana gelen *L. pyrogalus* mikorizasına benzer bulunmuştur (Şekil 1 ve 2). Bununla birlikte aradaki farklılıklar muhtemelen çevresel faktörlerden ve bitkinin yaşından kaynaklanmış olabilir. Yamada ve ark. (2001) tarafından bir tür veya izolat içerisindeki mikorizal morfolojinin substrat ve çevresel koşullara göre değişebileceği bildirilmiştir.

Çalışmada farklı inokulasyon uygulamalarına ait mikorizal kökler ve doğal ortamdan izole edilen mikorizal köklerin kimyasallara (%15 KOH, %70 etanol, %15 FeSO<sub>4</sub> ve laktik asit) reaksiyonu stereomikroskopta incelenerek, renk değişimleri belirlenmiştir. %15'lik KOH ile muamele edilen inokulasyon uygulamalarına ait mikorizal köklerde renkte kuvvetli koyulaşma (koyu turuncu) tespit edilmiştir. Doğal ortamdan izole edilen mikorizada ise renkte koyulaşmaya ilave olarak hafif kırmızımsılaşma da gözlenmiştir. %70'lik etanol kullanıldığında tüm uygulamalarda ve doğal ortamdan izole edilen mikorizada da herhangi bir renk değişimi gözlenmemiştir. %15'lik FeSO<sub>4</sub> ise tüm uygulamalarda renkte açılmaya ve kök uçlarında siyahlaşmaya neden olmuştur. Laktik asit kullanıldığında renkte hafif koyulaşma gözlenmiştir. Kontrol uygulamasında kullanılan kimyasallara karşı herhangi bir renk değişimi olmamıştır (Çizelge 3).

*Boletinus* ve *Chroogomphus* cinslerinde mikorizaya FeCl<sub>2</sub> uygulandığında pozitif bir reaksiyonda renk değişiminin siyah veya yeşilimsi mavi olduğu belirtilmiştir (Singer, 1986). *Cortinarius tucumanensis* ektomikorizasına %15 KOH uygulandığında renkte koyulaşma, laktik asit uygulandığında turunculaşma olduğu, %70'lik etanolde ise hiçbir renk değişiminin olmadığı bildirilmiştir (Becerra ve ark., 2005).



Şekil 2. Doğal ortamından izole edilen *L. pyrogalus* ektomikorizası

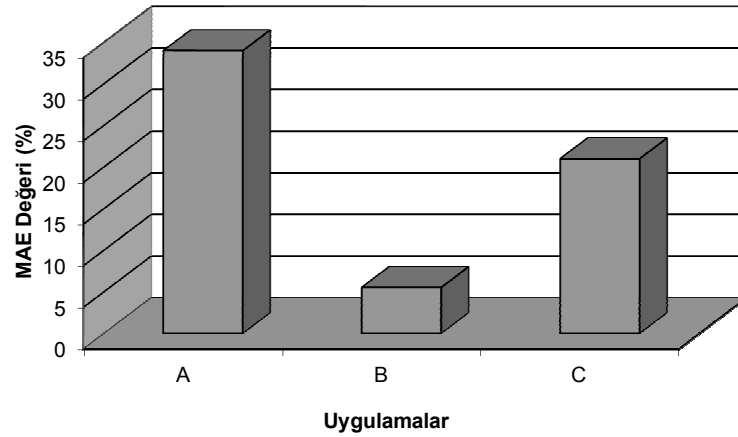
### 3.2. Farklı İnokulasyon Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Farklı inokulasyon uygulamalarının bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli, incelenen diğer özellikler bakımından önemsiz bulunmuştur. Farklı inokulasyon uygulamaları arasında en yüksek bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı substrata saf misel aşılmasından sonra inokulum gelişimi beklenmeden inokulumlu

ortamda katlanan tohumların ekildiği inokulasyon yönteminden (A) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Yapılan çalışmalarda ektomikorizal mantar türleriyle aşılaman fidanların bitki boylarının kontrole göre önemli derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Souza ve ark., 2004; Nunez ve ark., 2006; Turjaman ve ark., 2006; Tüfekçi, 2007). Bununla birlikte Rietveld ve ark. (1989)'nın yaptıkları çalışmada 8 farklı ektomikorizal mantar türü ile inokule edilen *Larix decidua* fidanlarının genellikle inokule edilmeyen fidanlardan daha küçük olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, ektomikorizal mantar türleriyle aşılaman fidanların gövde çaplarının da kontrole göre daha yüksek olduğunu bildiren Nunez ve ark. (2006) ve Tüfekçi (2007) ile uyumludur. Çalışmada A uygulamasından kontrole göre %128 oranında daha yüksek kök uzunluğu değerleri elde edilmiştir. İnokule edilmeyen kontrol fidanları ile karşılaştırıldığında *L. hatsudake* ile inokule edilen *P. densiflora* fidanlarının kök uzunluğunda kontrole göre artış sağlanmıştır (Akitsu ve ark., 2000; Hattori ve ark., 2000). A ve C inokulasyon uygulamalarında sürgün yaş ve kuru ağırlığı kontrole göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Tüfekçi (2007) tarafından yapılan çalışmada da ektomikorizal fidanlarda sürgün yaş ve kuru ağırlığının kontrole göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kontrol uygulamasına göre en yüksek MAE değeri A uygulamasından (%33.99) elde edilmiştir. B inokulasyon uygulamasında diğer inokulasyon yöntemlerine göre fidan gelişimlerinin zayıf olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak MAE değerleri de düşük (%5.54) bulunmuştur (Şekil 3). Tüfekçi (2007) tarafından yapılan çalışmada tohum ekimi aşamasında sterilize edilmiş ortamlara *H. crustuliniforme* türünün aşılamanın sedir fidanlarına en yüksek MAE değeri (%12.8-23.3) kazandırdığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Farklı inokulasyon uygulamalarının mikorizal aşılama etkinliği

**Çizelge 3.** Farklı inokulasyon uygulamaları ile inokule edilen fidanlara ait köklerle, doğal ortamdan izole edilen mikorizal köklerin kimyasallara karşı gösterdikleri reaksiyonlar

Uygulama	%15 KOH	%70 etanol	%15 FeSO <sub>4</sub>	Laktik asit
A	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
B	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
C	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Doğal ortamdan izole edilen ektomikoriza	Renkte kuvvetli koyulaşma, hafif kırmızımsılaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Kontrol	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok

**Çizelge 4.** Farklı inokulasyon uygulamalarının fidan gelişimi üzerine etkisi

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Sürgün yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Sürgün kuru ağırlığı (g)	Toplam bitki kuru ağırlığı (g)	Kök/sürgün oranı	Kök kuru madde miktarı (%)	Sürgün kuru madde miktarı (%)
A	22.63a*	2.78a*	37.38a*	1.61öd	3.15a*	0.46öd	1.09a*	1.55öd	0.41öd	15.03öd	26.43öd
B	17.27b	2.12b	16.50b	1.44	1.44c	0.38	0.67b	1.05	0.62	18.01	23.41
C	21.90ab	2.51ab	22.93b	1.65	2.69ab	0.40	0.91ab	1.31	0.45	13.13	24.00
Kontrol	19.20ab	2.33b	16.40b	1.32	1.85bc	0.38	0.74b	1.11	0.57	15.19	24.19

\*: P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil



### 3.3. Farklı İzolatların Ektomikoriza Oluşumuna Etkisi, Ektomikorizanın Teşhisi ve Tanımlanması

Fındık fidanlarının *L. pyrogalus* türü ile inokulasyonunda farklı izolatların kullanıldığı ortamların sterilizasyon sonrası pH değerlerinin 5.87-5.99 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Ektomikorizal mantarların asit nitelikli organik topraklarda alkali topraklardan daha fazla bulunduğu ve düşük nitrat düzeyli, nötre yakın pH'larda daha iyi mikoriza oluşumunun sağlandığı bildirilmektedir (Harley, 1969). Fındık fidanlarının *L. pyrogalus* türünün farklı izolatları ile inokulasyonundan 3 ay sonra kök örneklerinin incelenmesi sonucu kontrol uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda ektomikoriza oluşumu belirlenmiştir. Diğer taraftan Terme ve Ünye izolatu birlikte kullanılarak inokulasyonun yapıldığı fındık fidanlarının köklerindeki mikorizal kısa köklerin yoğunluğunun Terme ve Ünye izolatu tek başına kullanılarak inokulasyonun yapıldığı fidanlara göre daha fazla olduğu, kontrol uygulamasına ait fındık fidanlarının köklerinde ise mikorizal kısa köklerin bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 4).

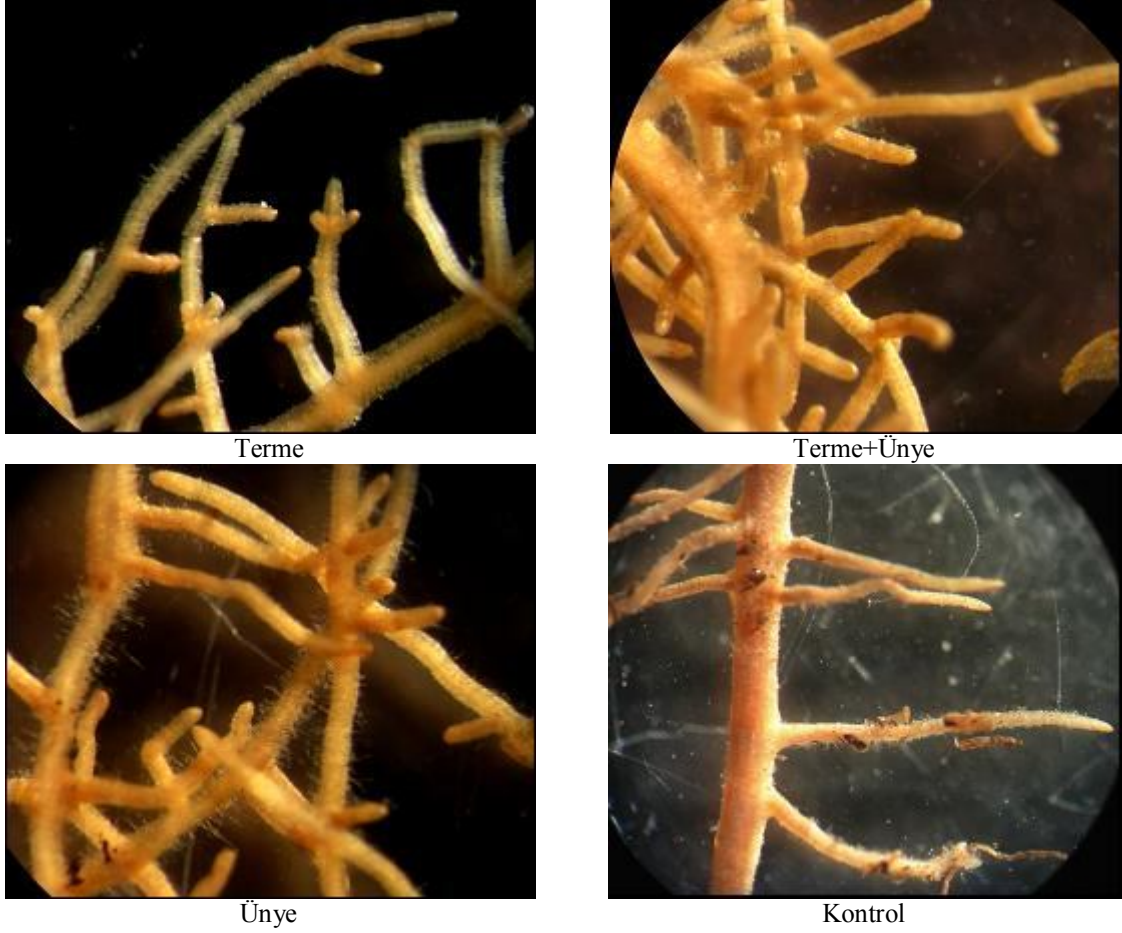
**Çizelge 5.** Farklı izolat uygulamalarına ait ortamların sterilizasyondan sonraki pH değerleri, fındık fidanlarındaki ektomikoriza oluşumu ve mikorizal kısa köklerin yoğunluğu

İzolat	Ortamların sterilizasyon sonrası pH değerleri	Ektomikoriza oluşumu	Mikorizal kısa köklerin yoğunluğunu gösteren skala değerleri
Terme	5.89	+	1
Ünye	5.87	+	2
Terme+Ünye	5.89	+	3
Kontrol	5.99	-	0

+: Ektomikoriza oluşumu var, -: Ektomikoriza oluşumu yok

0: Yok, 1: Az (petride 1-20 mikorizal kısa kök), 2: Orta (petride 21-50 mikorizal kısa kök), 3: Çok (petride >50 mikorizal kısa kök).

Parlade ve ark. (1995) *in vitro*'da 18 farklı fungal türe ait 23 izolatın *Pseudotsuga menziesii* ile ektomikoriza oluşturduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bir çalışmada serada *Amanita*, *Hebeloma*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Pisolithus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma* ve *Suillus* cinslerine ait 17 farklı izolatın *P. pinea* fidanları ile ektomikoriza oluşturduğu tespit edilmiştir (Rincón ve ark., 1999).



Şekil 4. Farklı izolatlara ait mikorizal kısa köklerin stereomikroskopta görünümü (6X)

Farklı izolatlarla inokule edilen fidanlara ait köklerle, doğal ortamdan izole edilen mikorizal köklerin kimyasallara karşı gösterdikleri reaksiyonlar Çizelge 6'da verilmiştir. Farklı izolatlara ait mikorizal köklerle doğal ortamdan izole edilen mikorizal kökleri %15'lik KOH ile muamele edildiğinde renkte kuvvetli koyulaşma tespit edilmiştir. %70'lik etanol tüm izolat uygulamalarında ve doğal ortamdan izole edilen mikorizada herhangi bir renk değişimine sebep olmamıştır. %15'lik FeSO<sub>4</sub> kullanıldığında tüm uygulamalarda renkte açılma ve kök uçlarında siyahlaşma, laktik asit kullanıldığında ise renkte hafif koyulaşma gözlenmiştir. Kullanılan kimyasallara karşı kontrol uygulamasında herhangi bir renk değişimi gözlenmemiştir (Çizelge 6). Ektomikorizada %15 KOH'un negatif reaksiyonunda renkte açılma ve sararma gözlendiği belirtilmektedir (Anonymous, 2011). Becerra ve ark. (2002)'nin yaptıkları çalışmada *Naucoria escharoides* ektomikorizasına %15 KOH uygulandığında renkte hafif kırmızımsılaşma, %70 etanolde kahverengileşme, laktik asitte ise herhangi bir renk değişimi olmadığı tespit edilmiştir.

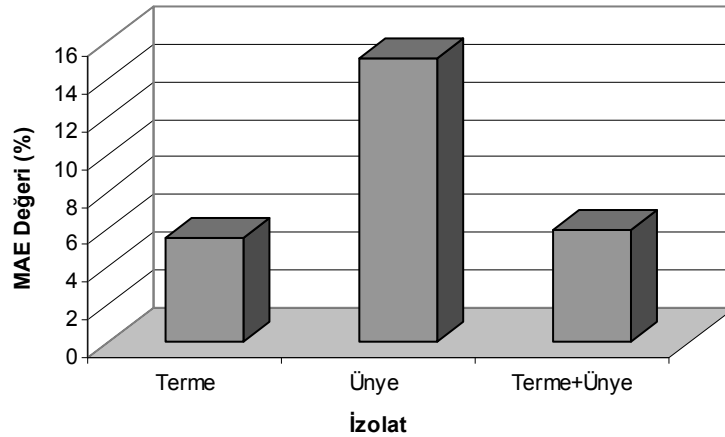
### 3.4. Farklı İzolat Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Aynı türün farklı lokasyonlardan izole edilen misellerinin bitki gelişimi üzerine etkisi farklı bulunmuştur. Farklı izolat uygulamalarının gövde çapı, kök uzunluğu, kök ve sürgün yaş ağırlığı ile kök/sürgün oranı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli, incelenen diğer özellikler bakımından önemsiz bulunmuştur. Farklı izolat uygulamaları arasında en yüksek gövde çapı (2.69 mm) Ünye izolatından elde edilmiş ve kontrol uygulaması ile aralarında istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 7). Ektomikorizal mantar türleriyle aşılardan fidanların gövde çaplarının kontrole göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Alves ve ark., 2001; Nunez ve ark., 2006; Tüfekçi, 2007).

Kök uzunluğu bakımından farklı izolat uygulamalarının hepsinden kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Çalışmada Terme+Ünye izolatından kontrole göre %47 ve Ünye izolatından %42 daha yüksek kök uzunluğu değerleri elde edilmiştir (Çizelge 7). Hattori ve ark. (2000) *L. hatsudake* ile inokule edilen *P. densiflora* fidanlarının kök uzunluğunda kontrole göre artış olduğunu bildirmişlerdir. En yüksek kök yaş ağırlığı Terme+Ünye izolatında (1.97 g), en düşük kök yaş ağırlığı ise kontrol (1.32 g) uygulamasında gelişen fidanlardan elde edilmiştir. Sürgün yaş ağırlığı bakımından Ünye izolatı (3.03 g) ilk sırada yer almış ve bu izolatın uygulandığı fidanların sürgün yaş ağırlığı kontrole göre %64 daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 7). Ektomikorizal fidanlarda kök ve sürgün yaş ağırlığının kontrole göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tüfekçi, 2007).

Kök/sürgün oranı Terme, Terme+Ünye izolatı ve kontrol uygulamaları birbirinden istatistiksel olarak farksız bulunmuştur (Çizelge 7). Brunner ve Brodbeck (2001) tarafından yapılan bir çalışmada *H. crustuliniforme* ve *L. bicolor* ile inokule edilen *Picea abies* fidanları kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında kök/sürgün oranı azalmıştır. Bununla birlikte Eltrop ve Marschner (1996) ektomikorizal inokulasyonla kök/sürgün oranının arttığını, Alves ve ark. (2001) ise kök/sürgün oranlarının inokulasyondan etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Kontrol uygulamasına göre en yüksek MAE değeri Ünye izolatından (%15.10) elde edilmiştir. Ünye izolatı tek başına kullanıldığında, Terme izolatı ve her iki izolatın (Terme+Ünye) birlikte kullanılmasına göre bitki gelişimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Sedir fidanlarına *L. delicious* türünün aşılama ile ortalama %8.1-16.2 arasında MAE değeri elde edilmiştir (Tüfekçi, 2007).



Şekil 5. Farklı izolatların mikorizal aşılama etkinliği

Ektomikorizanın bitki gelişimini teşvik edici etkisi yapılan birçok çalışmada belirtmekle birlikte (Guerin-Laguette ve ark., 2003; Souza ve ark., 2004; Tüfekçi, 2007), bazı çalışmalarda ektomikorizal mantar aşılamaının bitki gelişimini artırıcı herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Repac, 2007). Bitki üzerinde ektomikorizal mantar aşılamaının faydalı etkisinin gözlenip gözlenmeyeceği ektomikorizal mantar türüne, kullanılan inokulumun yaşına ve tipine, inokulumun uygulanma şekline, inokulasyon zamanına, inokulum yoğunluğuna, iklime, ekosisteme, büyüme ortamına ve konukçu ile mantar arasındaki bazı etkileşimlere bağlıdır (Torres, 1992). Farklı izolatların etkisi saf misel aşılamaından sonra inokulum gelişimi beklenmeden tohum ekimi yapılan substratlarda belirlenmiştir. A ve C inokulasyon uygulamalarında izolatların etkisinin değişip değişmeyeceği daha detaylı çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

**Çizelge 6.** Farklı izolatlarla inokule edilen fidanlara ait köklerle, doğal ortamdan izole edilen mikorizal köklerin kimyasallara karşı gösterdikleri reaksiyonlar

İzolat	%15 KOH	%70 etanol	%15 FeSO <sub>4</sub>	Laktik asit
Terme	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Ünye	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Terme+Ünye	Renkte kuvvetli koyulaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Doğal ortamdan izole edilen ektomikoriza	Renkte kuvvetli koyulaşma, hafif kırmızımsılaşma	Renk değişimi yok	Renkte açılma, hafif yeşilimsi renk, kök uçlarında siyahlaşma	Hafif koyulaşma
Kontrol	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok	Renk değişimi yok

**Çizelge 7.** Farklı izolatların bitki gelişimi üzerine etkisi

İzolat	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Sürgün yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Sürgün kuru ağırlığı (g)	Toplam bitki kuru ağırlığı (g)	Kök/sürgün oranı	Kök kuru madde miktarı (%)	Sürgün kuru madde miktarı (%)
Terme	17.27öd	2.12b*	16.50b*	1.44b*	1.44b*	0.38öd	0.67öd	1.05öd	0.62a*	18.01öd	23.41öd
Ünye	19.55	2.69a	23.28a	1.36b	3.03a	0.35	0.96	1.31	0.36b	16.79	22.25
Terme+Ünye	17.20	2.19b	24.10a	1.97a	1.64b	0.44	0.67	1.11	0.68a	13.44	24.38
Kontrol	19.20	2.33b	16.40b	1.32b	1.85b	0.38	0.74	1.11	0.57ab	15.19	24.19

\*: P<0.05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

#### 4. Sonuçlar

*L. pyrogalus* türünün farklı izolat ve inokulasyon uygulamaları sonucunda fındık fidanlarının inokulasyonundan 3 ay sonra kök örnekleri incelenmiş, kontrol uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda inokule edilen fidanların hepsinin ektomikoriza oluşturduğu belirlenmiştir. *L. pyrogalus* mikorizası turuncu rengi ve basit dallanmış görünümü ile tipik *Lactarius* mikorizasına benzer bulunmuştur. Ayrıca çalışmada *in vitro*'da elde edilen mikorizanın morfolojik olarak arazide doğal olarak meydana gelen *L. pyrogalus* mikorizasına benzediği tespit edilmiştir. *L. pyrogalus* mantar türünün farklı inokulasyon uygulamaları ve farklı lokasyonlardan elde edilen izolatlarının fındık fidanlarında ektomikoriza oluşturduğu ve kontrol uygulamasına göre fidan gelişimlerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre en yüksek MAE değeri A uygulamasından ve Ünye izolatından elde edilmiştir.

Yenilebilir ektomikorizal mantarlar sadece lezzetli besinler değil, aynı zamanda doğadan onları toplayan ve yetiştiriciliğini yapan kişiler için de önemli bir gelir kaynağıdır. Bu mantar türlerinin kültüre alınması özellikle orman alanlarının yeniden ağaçlandırılma çalışmalarına ve yatırım gücü olmayan küçük aile işletmeleri ile orman köylerine yeni iş imkânları yaratması bakımından önemlidir. Ülkemiz şartlarında hangi mikorizal mantar türünün hangi fidan türünün gelişimi üzerine etki ettiği konusundaki çalışmalar yok denecek kadar azdır. Halbuki mikorizal fidanların dış ortam koşullarında ektomikoriza oluşumunu sağlamak, değişen çevresel koşullarının mikorizal gelişim üzerine etkisini belirlemek ve mantar oluşumunu başlatmak için gerekli faktörleri tespit etmek gibi konularda daha fazla ve detaylı çalışma yapılması gerekmektedir. Bu çalışma sonuçlarının uygulamaya aktarılması ülkemiz tarımı ve ormancılığı bakımından büyük önem taşımaktadır.

#### Teşekkür

Projeye maddi destek sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonuna (Z-451) ve *L. pyrogalus* mantarının teşhisini yapan Prof. Dr. Annemieke Verbeken'e teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Agerer R, ed 1987-2002. Color Atlas of Ectomycorrhizae. 1st-12th edn. Einhorn, Schwäbisch Gmünd. Munich.
- Akitsu N, Hattori T, Seo G S, Ohta A and Shimada M 2000. A Possible Role of Oxalate Produced in The Symbiotic Culture System with A Host Plant *Pinus densiflora* and A Mycorrhizal Fungus *Lactarius hatsudake*. *Wood Research* 87: 13-14.
- Alves J R, Souza O, Podlech P A S, Giachini A J and Oliveira V L 2001. Effect of Ectomycorrhizal Inoculum Produced by Solid State Fermentation on Growth of *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(2): 307-313.
- Anonymous, 2011. Chemical Reactions. [http://pfc.cfs.nrcan.gc.ca/biodiversity/ecto/glossary/chemical\\_e.html](http://pfc.cfs.nrcan.gc.ca/biodiversity/ecto/glossary/chemical_e.html). (Erişim tarihi: 28.11.2011).
- Baar J, Horton T R, Kretzer A M and Bruns T D 1999. Mycorrhizal colonization of *Pinus muricata* from resistant propagules after a stand-replacing wildfire. *New Phytologist* 143(2), 409-418.
- Bagyaraj D J, Manjunath A and Govida V S 1998. Mycorrhizal Inoculation Effect on Marigold, Egg Plant and Citrus in an Indian Soil. *Journal of Soil Biology & Ecology* 8: 98-103.
- Becerra A, Daniele G, Domínguez L, Nouhra E and Horton T 2002. Ectomycorrhizae between *Alnus acuminata* H.B.K. and *Naucoria escharoides* (Fr.:Fr.) Kummer from Argentina. *Mycorrhiza* 12: 61-66.

- Becerra A, Benken L, Pritsch K, Daniele G, Schloter M and Agerer R 2005. Anatomical and Molecular Characterization of *Lactarius* aff. *omphaliformis*, *Russula alnijorullensis* and *Cortinarius tucumanensis* Ectomycorrhizae on *Alnus acuminata*. *Mycologia* 97(5): 1047-1057.
- Brunner I and Brodbeck S 2001. Response of Mycorrhizal Norway Spruce Seedlings to Various Nitrogen Loads and Sources. *Environmental Pollution* 114: 223-233.
- Cherfas, J 1991. Disappearing Mushrooms: Another Mass Extinction? *Science* 254: 1458.
- Daza A, Manjon J L, Camacho M, Romero de la Osa L, Aguilar A and Santamaria C 2006. Effect of Carbon and Nitrogen Sources, pH and temperature on *in vitro* Culture of Several Isolates of *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers. *Mycorrhiza* 16(2):133-136.
- Eltrop L and Marschner H 1996. Growth and Mineral Nutrition of Non-Mychorizal and Mychorizal Norway Spruce (*Picea abies*) Seedlings Grown in Semi-Hydroponic Sand Culture. I. Growth and Mineral Nutrient Uptake in Plants Supplied with Different Forms of Nitrogen. *New Phytologist* 133: 469-478.
- Fries N 1987. The Third Benefactors' Lecture: Ecological and Evolutionary Aspects of Spore Germination in The Higher Basidiomycetes. *Transactions of the British Mycological Society* 88: 1-7.
- Guerin-Laguette A, Conventi S, Ruiz G, Plassard C and Mousain D 2003. The Ectomycorrhizal Symbiosis between *Lactarius deliciosus* and *Pinus sylvestris* in Forest Soil Samples: Symbiotic Efficiency and Development on Roots of a rDNA Internal Transcribed Spacer-Selected Isolate of *L. deliciosus*. *Mycorrhiza* 13(1): 17-25.
- Guerin-Laguette A, Shindo K, Matsushita N, Suzuki K and Lapeyrie F 2004. The Mycorrhizal Fungus *Tricholoma matsutake* Stimulates *Pinus densiflora* Seedling Growth in Vitro. *Mycorrhiza* 14: 397-400.
- Hall I R and Wang Y 2002. Truffles and Other Edible Mycorrhizal Mushrooms - Some New Crops for The Southern Hemisphere. Edible Mycorrhizal Mushrooms and Their Cultivation. In Proceedings of the 2nd International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July 2001.
- Hall I R, Stephenson S, Buchanan P, Wang Y and Cole A L J 2003a. Edible and Poisonous Mushrooms of The World. Timber Press, Portland, Oreg.
- Hall I R, Yun W and Amicucci A 2003b. Cultivation of Edible Ectomycorrhizal Mushrooms. *Trends In Biotechnology* 21(10): 433-438.
- Harley J C 1969. The Biology of Mycorrhizae, Leonard Hill, 2nd Edition, London.
- Harvey L M 1991. Cultivation Techniques for The Production of Ectomycorrhizal Fungi. *Biotechnology Advances* 9(1): 13-29.
- Hattori T, Akitsu N, Seo G S, Ohta A and Shimada M 2000. Mechanisms for Ectomycorrhizae Synthesis. (Part 1). The Production of Organic Acids During The Symbiotic Cultivation of *Pinus densiflora* Associated with *Lactarius hatsudake*. *Annual Report of Interdisciplinary Research Institute of Environmental Sciences* 18: 121-127.
- Heilmann-Clausen J, Verbeken A and Vesterholt J 2000. The Genus *Lactarius*. Fungi of Northern Europe. In: Laessoe J.H. Petersen, S.A. Elborne (eds.), Vol. 2, Denmark.
- Kacar B 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 3.
- Kara Ö 2000. Mikoriza ve orman ağaçları için önemi. I. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi Bildirileri 4-5 Mayıs, İ.Ü. Yayın No: 4365, O.F Yayın No: 468, s. 199-205, İstanbul.
- Kara Ö ve Tilki F 2001. Mikoriza ve ormancılıkta kullanımı. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* 51(1): 127-139.
- Kibar B ve Pekşen A 2007. Ektomikorizanın tarım ve ormancılık bakımından önemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (2): 232-238.

- Nunez J A D, Serrano J S, Barreal H A R and Gonzales J A S O 2006. Ectomycorrhizal Status of Norway Spruce Seedlings from Bare-Root Forest Nurseries. *Forest Ecology and Management* 231: 226-233.
- Olivier J M 2000. Progress in the cultivation of truffles. In Mushroom Science XV: Science and Cultivation of Edible Fungi (Vol. 2) Balkema, 937-942.
- Özçelik E, Şahin G ve Pekşen A 2004. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinin Bazı Yenen ve Tıbbi Mantar Türleri. Türkiye VII. Yemeklik Mantar Kongresi (22-25 Eylül 2004), 128-139, Korkuteli, Antalya.
- Parlade J, Alvarez I F and Pera J 1995. Ability of Native Ectomycorrhizal Fungi from Northern Spain to Colonize Douglas-Fir and Other Introduced Conifers. *Mycorrhiza* 6(1): 51-55.
- Parlade J, Pera J and Luque J 2004. Evaluation of Mycelial Inocula of Edible *Lactarius* Species for The Production of *Pinus pinaster* and *P. sylvestris* Mycorrhizal Seedlings under Greenhouse Conditions. *Mycorrhiza* 14(3): 171-176.
- Pekşen A ve Karaca G H 2000. Samsun İli ve Çevresinde Saptanan Yenilebilir Mantar Türleri ve Bunların Tüketim Potansiyeli. Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi (20-22 Eylül 2000), 100-111, Bergama, İzmir.
- Pekşen A ve Kibar B 2007. Yenilebilir ektomikorizal mantarların yetiştiriciliği ve bu konuda yapılan çalışmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (2): 239-247.
- Pekşen A, Yakupoğlu G and Kibar B 2008. Some Chemical Components of *Lactarius pyrogalus* from Diverse Locations. *Asian Journal of Chemistry* 20(4): 3109-3114.
- Pillukat A 1996. *Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair+*Abies alba* Mill. Descr. *Ectomycorrhiza* 1: 59-64.
- Pilz D, Norvell L, Danell E and Molina R 2003. Ecology and Management of Commercially Harvested Chanterelle Mushrooms. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-567.
- Repac I 2007. Ectomycorrhiza Formation and Growth of *Picea abies* Seedlings Inoculated with Alginate-Bead Fungal Inoculum in Peat and Bark Compost Substrates. *Forestry* 80(5): 517-530.
- Rietveld W J, Sharp R A, Kienzler M F and Dixon R K 1989. Development of Ectomycorrhizae on Container-Grown. European larch. *Tree Planters'Notes* 40(2): 12-17.
- Rincón A, Álvarez I F and Pera J 1999. Ectomycorrhizal Fungi of *Pinus pinea* L. in Northeastern Spain. *Mycorrhiza* 8: 271-276.
- Singer R 1986. The Agaricales in Modern Taxonomy. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
- Souza L A B, Filho G N S and Oliveira V L 2004. Efficiency of Ectomycorrhizal Fungi on Phosphorus Uptake and Eucalypt Growth Promotion. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 39(4): 349-355.
- Sundari K S and Adholeya A 2003. Growth Profile of Ectomycorrhizal Fungal Mycelium: Emphasis on Substrate pH Influence. *Antonie van Leeuwenhoek* 83(3): 209-214.
- Tilki F ve Kara Ö 2004. Silvikültürel müdahalelerin ektomikoriza mantarları üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 4(1): 81-90.
- Torres P 1992. Estudio de las Micorrizas de Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Miller), Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Murcia.
- Turjaman M, Tamai Y, Segah H, Limin S H, Osaki M and Tawaray K 2006. Increase in Early Growth and Nutrient Uptake of *Shorea seminis* Seedlings Inoculated with Two Ectomycorrhizal Fungi. *Journal of Tropical Forest Science* 18(4): 243-249.

- Tüfekçi S 2007. Doğal Populasyonlardaki Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Mikorizasının İzole Edilmesi ve Çoğaltılıp Fidan Üretiminde Kullanılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), 179s, Adana.
- Vicente J G, Conway J, Roberts S J and Taylor J D 2001. Identification and Origin of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Races and Related Pathovars. *Phytopathology* 91: 492-499.
- Wang Y, Hall I R and Evans L A 1997. Ectomycorrhizal Fungi with Edible Fruiting Bodies 1. *Tricholoma matsutake* and Related Fungi. *Economic Botany* 51: 311-327.
- Wang Y, Bunchanan P and Hall I R 2002. A List of Edible Ectomycorrhizal Mushrooms. Edible Mycorrhizal Mushrooms and Their Cultivation. In Proceedings of the 2nd International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July 2001.
- Yamada A, Ogura T and Ohmasa M 2001. Cultivation of Mushrooms of Edible Ectomycorrhizal Fungi Associated with *Pinus densiflora* by *in vitro* Mycorrhizal Synthesis II. Morphology of Mycorrhizas in Open-Pot Soil. *Mycorrhiza* 11: 67-81.