

# Seydişehir İlçesi, Toros Göknarı meşcerelerinde *Heterobasidion abietinum* tarafından kaynaklanan çürüklüğün gövde içindeki gelişimi ve mücadelesi

Tuğba Doğmuş-Lehtijärvi<sup>a,\*</sup>, Ayşe Gülden Aday Kaya<sup>b</sup>, Funda Oskay<sup>c</sup>, Asko Lehtijärvi<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Yenişarbademli MYO, Yenişarbademli, Isparta

<sup>c</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

<sup>d</sup> Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa

\* İletişim yazarı/Corresponding author: tugbadogmus@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received:08.01.2014, Kabul tarihi/Accepted: 03.04.2014

**Özet:** Bu çalışmada, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan karışık ve saf Toros göknarı meşcerelerinde bazı biyolojik etmenlerin ve kimyasalların, göknarlarda kök ve alt gövde çürüklüğüne neden olan *Heterobasidion abietinum*'u engelleme üzerine etkileri ve bu ağaç türünde çürüklüğün gövde içindeki gelişimi araştırılmıştır. Arazi denemelerinde biyolojik mücadele etmenleri olarak, birer adet *Trichoderma harzianum* ve *Phlebiopsis gigantea* izolatu, kimyasallar olarak %30 üre (Tekkim) sulu solüsyonu ve boraks tozu kullanılmıştır. Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespitine yönelik gerçekleştirilen çalışmada, biyolojik ve kimyasal muamelelerin yapıldığı alanlardan seçilen ağaçlardan, 1'er m aralıklarla diskler kestirilmiştir. Dip kütüğü seviyesinden başlayarak, her bir ağaçtan altı adet, toplamda 120 adet disk, laboratuvar koşullarında *H. annosum* s.l.'a ait konidioforların varlığı açısından incelenmiştir. Toros göknarı meşcerelerinde *H. abietinum*'a karşı kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin araştırıldığı bu denemelerde sırasıyla, üre, *T. harzianum*, boraks ve *P. gigantea* ile %98,90- 96,37- 96,25 ve 72,32 ortalama değerleri ile kontrole göre koruyuculuk sağlanmıştır. Bunun yanı sıra, patojen tarafından meydana getirilen çürüklüğün gövde içerisinde 5,5 m yüksekliğe kadar ulaştığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *H. abietinum*, Toros göknarı, Konya-Seydişehir, Çürüklük, Biyolojik mücadele

## Extend of trunk decay caused by and control of *Heterobasidion abietinum* in Taurus Fir Stands in Seydişehir

**Abstract:** This study was conducted in *Abies cilicica* stands in Seydişehir Forestry Enterprise of Konya Regional Directorate of Forestry. The aim of the study was to determine the efficacy of selected biological and chemical control agents against establishment of the root and butt rot pathogen *Heterobasidion abietinum*. In field trials, spore solutions of *Trichoderma harzianum* and *Phlebiopsis gigantea* isolates, 30% aqueous urea solution and borax powder were applied onto the freshly cut *A. cilicica* stumps. Within one hour after the treatments the stumps were inoculated with the pathogen. In order to evaluate the growth of the fungus inside the trunk, living trees were cut into six 1-m-long sections starting from 0.5 m height. Approximately 2-cm-thick discs were then taken from the bottom of each section. A total of 120 disks, collected from the study areas, were investigated for the presence of the conidiophores of *H. abietinum* in the laboratory. The mean efficacies of urea, *T. harzianum*, borax and *P. gigantea* were 98.8, 96.4, 96.3, and 72.3%, respectively. The decay inside the trunk caused by the pathogen reached up to 5.5 meters.

**Keywords:** *H. abietinum*, Taurus fir, Konya-Seydişehir, Decay, Biological control

### 1.Giriş

*Heterobasidion* kompleksi içinde yer alan türler, Kuzey Yarımküre'de özellikle konifer ağaç türlerinde ciddi zararlara neden olurlar (Korhonen ve Piri, 1994). *Heterobasidion annosum* sensu lato, enfekte ettiği konukçunun türüne bağlı olarak, ağacın kök ya da gövdesinde gelişerek çürüklüğe neden olmaktadır (Asiegbu vd., 2005). Eğer çürüklük, kök sisteminde meydana geldiyse, üst aksamda solgunluk, ibrelerde renk değişimi ve ağaçta yıllara bağlı olarak gelişen artım kayıpları, şiddetli durumlarda ise ölüm gerçekleşir. Bu tip belirtiler, *Heterobasidion annosum* s.s. (Fr.) Bref. tarafından çoğunlukla çam türlerinde oluşturulmaktadır (Korhonen, 1978; Piri vd., 1990; Swedjemark ve Stenlid, 1995).

Kök kaynaşması yolu ile bir ağaçtan diğerine ulaşan fungal etmen, hastalıklı kökten, sağlıklı köke, buradan

gövde ve öz odununa ulaşmaktadır. Ağaç içinde bu şekilde ilerleyen fungus, ağacın en değerli kısmı olan alt gövde ve gövde odununu çürütmekte ve ciddi ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir. Bu tip çürüklük daha çok *Abies* ve *Picea* türlerinde, sırasıyla *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen ve *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen tarafından oluşturulmaktadır (Stenlid ve Wasterlund, 1986). *Abies* ve *Picea*'da gövde çürüklüğünün ağaçlarda Avrupa'da 10 (Stenlid ve Wasterlund, 1986; Bendz- Hellgren vd., 1998; Edman ve Jonsson, 2001), ülkemizde 5 m'ye (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2007a, b; 2008) çıkabildiği tespit edilmiştir.

*H. annosum* sensu lato tarafından oluşturulan çürüklük meşcereye veya ağaca dışarıdan bakılarak tespit edilememektedir (Greig, 1998). *Picea abies* L. üzerinde yapılan bir çalışmada, Vollbrecht ve Agestam (1995), bu tip belirtilerin ancak meşcerenin genel sağlık durumu ile ilgili

olarak yol gösterici nitelikte olabileceğini belirtmektedir. Ağaç içindeki çürüklüğün tespiti için bazı metotlar geliştirilmiş olmakla beraber, kullanılan ekipmanlar ve yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve/veya dezavantajları bulunmaktadır. Dikili ağaçlardaki odun çürüklüğünün ölçümünde kullanılan cihazlar; Johnstone vd., (2010)'e göre; i) elektriksel iletkenliği ve ii) mekanik direnci ölçen, iii) sonik ve ultrasonik cihazlar, iv) artım kalemlerini kullanan cihazlar, v) bilgisayarlı tomografi cihazları olmak üzere 5 kategoride sınıflandırılmaktadır (Çizelge 1). Kullanılan metotların çoğu artım burgusu ya da özel delici aletler içerdiğinden, ağacın gövdesinde yaraların oluşmasına neden olmaktadır. Bu alanlar da fungus, böcek vb. biyotik kaynaklı etmenlerin ağaca girişini, dolayısıyla ağacın tahribini kolaylaştırmaktadır (Greig, 1998). Bu ekipmanlar arasında shigometre, bir çok ülkede uzun yıllardır ağaçta var olan çürüklüğün tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Skutt vd., 1972; Shigo ve Shigo, 1974; Tattar, 1974; Tattar, 1976; Blanchard ve Shortle, 1977; Shigo vd., 1977; Shortle, 1979; Blanchard ve Carter, 1980; Shortle, 1982; Shigo ve Shortle, 1985). Doğmuş- Lehtijärvi vd (2007b), Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen) shigometre ve artım burgusunun *H. annosum* s.l. ve diğer funguslardan kaynaklanan kök ve alt gövde çürüklüğünün tespitinde kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında, artım burgusunu ve shigometreyi bu amaca yönelik kullanarak güvenilirliklerini karşılaştırmışlardır. Ancak, aynı ağaçtan alınan örneklerde, bu iki yöntemden elde edilen sonuçlarının birbirini tutmadığını, yani

Shigometre tarafından çürüklüğü tespit edilen ağaçta aslında göknarlarda sıklıkla görülen "ıslak odun oluşumundan" etkilenmiş olabileceğine dikkat çekmişlerdir (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2007b).

Göknar, ladin ve çamda, *Heterobasidion* türlerinin neden olduğu zararlar farklılık göstermekle beraber, hastalığın gelişimini engellemek için alınan tedbirler prensipte aynıdır. Bu amaçla, kesik dip kütüğü yüzeyine uygulanan biyolojik kökenli etmenler ve bazı kimyasallar hastalık etmeninin mücadelesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Pratt vd., 1998; Berglund ve Rönnberg, 2004). Ülkemizde farklı göknar alanlarında gerçekleştirilen mücadele çalışmaları, hastalığın en etkili biçimde üre ile kontrol edilebildiğine işaret etmektedir (Lehtijärvi vd., 2009; Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2010a,b; Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2011; Lehtijärvi vd., 2011, Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2012).

Aralama, tıraşlama gibi silvikültürel müdahaleler esnasında ağaçlarda var olan çürüklüğün, ağaç içerisinde aldığı mesafe belirlenebilir. Bu ağaçlardan alınan odun diskleri üzerinde oluşan fungusla ait eşeysiz sporlar, bu disklerde çürüklüğe neden olan fungusların tespitinde kullanılmaktadır (Piri ve Valkonen, 2013; Pratt ve Redfern 2001; Tubby vd., 2008). Bunun yanında günümüzde DNA esaslı metotlar yardımıyla, odundan alınan küçük bir parçada hangi fungal etmen ya da etmenlerin bulunduğu ortaya koyulabilmektedir (Vainio vd., 2005; Guglielmo vd., 2007; Nicolotti vd., 2009; Guglielmo vd., 2010).

Çizelge 1. Ağaçlarda çürüklük tespitinde kullanılan cihazlar (Mattheck ve Breloer, 1994; Costello ve Quarles, 1999; Lawday ve Hodges, 2000; Axmon vd., 2004; Lin vd., 2008; Johnstone vd., 2010)

Tip	Adı	Üretici firma
Arbosonik	Arbosonik çürüklük dedektörü (Arborsonic Decay Detector)	Fujikura Europe, İngiltere
	James "V" Meter	James Instruments, Chicago, IL
	Sylvatest	Sandes SA, İsviçre
	FAKOPP Ultrasonic Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
Ultrasonik	Picus Sonic Tomograph	Fujikura Europe, İngiltere
	Metriguard Model 239A	Metriguard, Pullman, WA
	FAKOPP Microsecond Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
	FAKOPP 2D Microsecond Timer	FAKOPP Ent., Macaristan
Stres dalga sayacı (Stress Wave Timer)	IML Impulse Hammer	IML, Almanya
	SIBTEC Digital microProbe	Sibert Technology, İngiltere
	IML Resistograph	IML, Almanya
Mikro-matkap (Microdrill)	Shigometer	Osmose Wood Preserving, Buffalo, NY
	Fractometer I and II	IML Almanya
Elektriksel direnç (Electrical Resistance)	Portable Compression Meter	
	Increment Borer	Çeşitli
Mekanik	Plastic çekic	Çeşitli
Görsel		
Elle (manuel)		

Bu çalışmada, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan Toros göknarı meşcerelerinde bazı biyolojik ve kimyasal ajanların *Heterobasidion annosum* s.l'dan kaynaklanan çürüklüğü engelleme üzerine etkileri test edilmiş ve kesilen ağaçlardan alınan disklerde hastalık etmeninin varlığına bakılarak, çürüklüğün bu ağaç türünde gövde içindeki gelişimi tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Kimyasal ve biyolojik mücadele denemeleri Ekim 2010'da, Seydişehir Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan Toros göknarı meşcerelerinde kurulmuştur (Çizelge 2). Denemelerde kesilen göknarların göğüs yüksekliğindeki ve dip kütüğü seviyesindeki ortalama çapları sırasıyla 15,5 ve 16,2 cm'dir.

Arazi denemelerinde SDÜ Orman Fakültesi Dendroklinik Laboratuvarında muhafaza edilen birer adet *Trichoderma harzianum* Rifai (Tr. Kar.07.05, *A. nordmanniana* orijinli) ve *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich (*Pinus brutia* orijinli) izolatları, %30 üre (Tekkim) sulu solüsyonu ve boraks tozu (Sodyum tetraborat dekahidrat - Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>.Tekkim, Türkiye) kullanılmıştır. Üre, *T. harzianum* ve *P. gigantea* uygulamaları 0,5 ml'lik el spreyi ile boraks tozu ise kütük yüzeyine serpilerek gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerin dip kütüklerine uygulanışı

Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenleri kesim işlemlerinin yürütüldüğü dönemde uygulanmıştır. Üre, boraks, 2 adet biyolojik kontrol etmeni ve kontrol uygulamalar her bir alanda 5'er tekrarla temsil edilmiştir. Dört alanda toplam 100 ağaç üzerinde denemeler yürütülmüştür. Kimyasal ve biyolojik mücadelenin uygulanacağı ağaçların tamamıyla sağlıklı olmalarına dikkat edilmiştir ve uygulamalar ağaçlar kesildikten sonra en fazla 1 saat içinde yapılmıştır. Kesik yüzey bir fırça yardımıyla temizlendikten sonra, her bir kütük numaralandırılmıştır. Kimyasalların ve biyolojik preparatların uygulama miktarları, kütüklerin yüzey alanları dikkate alınarak belirlenmiştir (Berglund ve Rönnberg, 2004).

Biyolojik uygulamalarda kullanılan antagonistik funguslar 1 hafta süre ile, 23°C' da PDA (Patates Dekstroz Agar, Merck) besi ortamında geliştirilmiştir (Berglund vd., 2005). Arazi uygulamalarında *T. harzianum* ve *P. gigantea*'nin spor süspansiyonları (106/ml ve 104/ml) kullanılmıştır. Spor süspansiyonları, kütük uygulamalarının hemen öncesinde hazırlanmıştır.

Sulu çözelti olarak kullanılan üre (%30), arazide büyük fiçlar içerisinde hazırlanmıştır. Her bir kütük yüzeyinin alanı hesaplanarak, 0,1 ml/cm<sup>2</sup> olacak şekilde kütüklerin üzerine el spreyi ile püskürtülmüştür (Nicolotti ve Gonthier, 2005). Toz formundaki boraks, 100g/m<sup>2</sup> olacak şekilde tüm kütük yüzeyine serpilmiştir (Nicolotti ve Gonthier, 2005) Ardından el spreyi ile çeşme suyu püskürtülerek boraksın kütük yüzeyine yerleşmesi kolaylaştırılmıştır.

Biyolojik ve kimyasal uygulamaların ardından kütük yüzeylerine *Heterobasidion abietinum* izolatu (10<sup>4</sup>/ml) el spreyi ile verilmiştir (Pratt ve Redfern, 2001; Tubby vd., 2008). Toplamda 100 ağacın kesilerek biyolojik ve kimyasal uygulamaların gerçekleştirildiği denemelerde her bir uygulama 5 tekrarla temsil edilmiştir. Kontrol olarak kesilen ağaçlara yalnızca patojen uygulaması yapılmıştır.

Uygulamaların tümü altı ay sonra değerlendirilmiştir. Her bir ağacın dip kütüğünün üzerinden önce 2-3 cm kalınlığında bir parça kesilerek atılmış ve devamından alınan 1 cm kalınlığındaki disk, arazide kilitli naylon torbaya koyulmuştur. Diskler fungal etmenin konidi oluşumunu teşvik etmek amacıyla, bir hafta süreyle 24°C'de inkubasyona tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda, her bir diskin üzerine 1cm<sup>2</sup>'lik karelere ayrılmış transparan kağıtlar yerleştirilmiştir. Disklere stereo-mikroskop altında bakılarak *Heterobasidion*'a ait konidioforların görüldüğü alanlar işaretlenmiştir (Korhonen, 2003). Bu alanların yüzölçümü diskin toplam yüz ölçümüne oranlanarak, uygulamaların enfeksiyon yüzdeleri ve kontrol ile kıyaslanarak % etkililikleri hesaplanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS istatistik programında %5 güven sınırı ile analiz edilmiştir.

#### 2.2.2. Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespiti

Çürüklüğün ağaç içindeki gelişiminin tespitinde, kimyasal ve biyolojik muamelelerin yapıldığı 4 alandan rastgele seçilen 5'er adet ağaç, dip kütüğü seviyesinden başlayarak 0,5- 1,5- 2,5- 3,5- 4,5- 5,5. metrelerden bölümlere ayrılmış ve her bir bölümün başlangıç kısmından yaklaşık 1 cm eninde bir disk kesilmiştir.

Çizelge 2. 2005-2014 yılları amenajman planına göre deneme alanlarının özellikleri

	1. Alan	2. Alan	3. Alan	4. Alan
İşletme Şefliği	Seydişehir	Seydişehir	Seydişehir	Kızıldağ
Bölme no	426	426	386	371
Aktüel meşcere tipi	ÇkGd1-1	ÇkGcd2	GSc1-T	Gc2
Alanı (ha)	9	24	12,5	48,5
Yapılan kesim türü	Tensil	Tensil	Olağanüstü hasılat	Rehabilitasyon
Koordinatlar	37°14'44'' K 31°54'21'' D	37°14'50'' K 31°54'18'' D	37°16'18'' K 31°54'12'' D	37°23'24'' K 31°27'11'' D
Bakı	Güney	Güneydoğu	Güneybatı	Güney
Rakım (m)	1640	1620	1695	1370
Eğim (%)	30	15	25	5
Bonitet	V	V	V	-
Yaş sınıfı	IV	IV	V	IV

Her bir ağaç için 6, toplamda 120 adet disk (4 alan x 5 ağaç x 6 disk) *H. annosum* s.l'nun varlığı açısından laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Diskler yukarıda belirtildiği şekilde işleme tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerin *H. abietinum* gelişimi üzerindeki etkisi

Tüm deneme alanlarında kimyasal ve biyolojik mücadele uygulamalarının kontrole göre sırasıyla, ürede,

%96,7- 100 (ort. %98,9), boraksta, %85-100 (ort. %96,3), *T. harzianum*'da , %87- 100 (ort. %96,4) ve *P. gigantea* kullanımında %56- 92 (ort. %72,3) değerleri arasında etkililik sağladığı görülmektedir (Çizelge 3).

#### 3.2. Çürüklüğün Ağaç İçindeki Gelişimi

Bölgelere ayrılan ağaçlardan alınan disklerde, çürüklüğün en fazla 5,5 m yüksekliğe çıktığı saptanmıştır (Şekil 1). Şekil 1'de 3 ve 6 numaralı sütunlarda görülen renk değişikliği, ağaçlarda patojen kolonizasyonunun dip kütüğünden itibaren azaldığına işaret etmektedir (Çizelge 4).

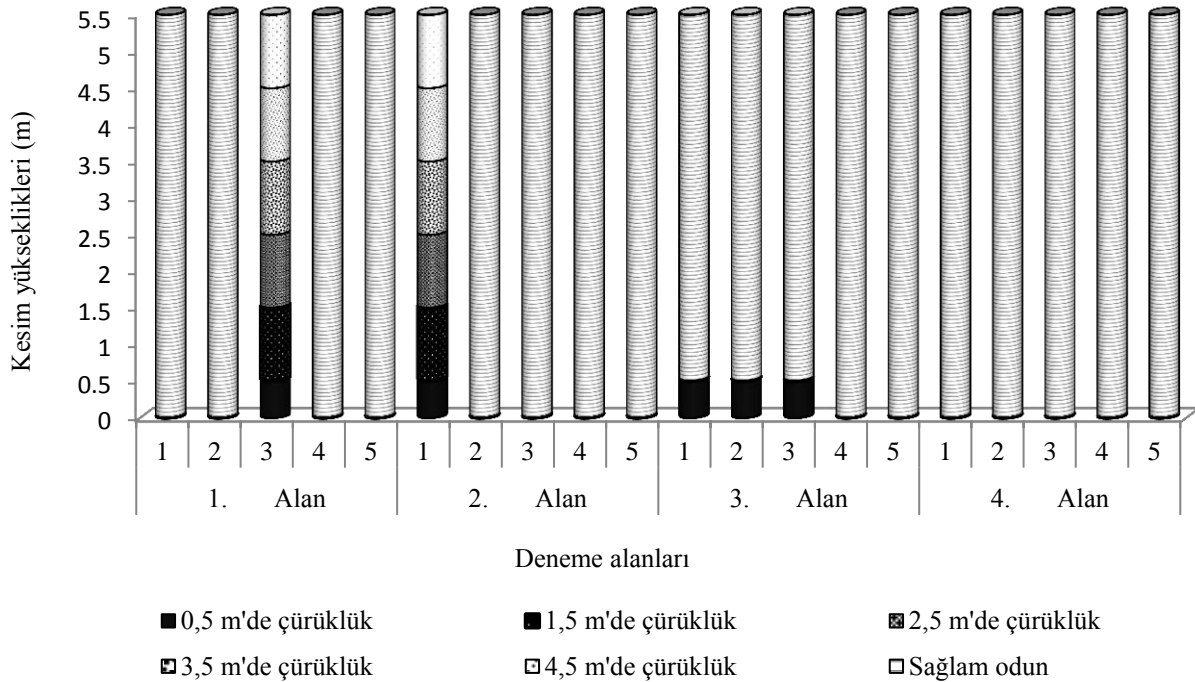
Çizelge 3. Farklı göknar meşcerelerinde denenen kimyasal ve biyolojik mücadele etmenlerinin *H. abietinum* gelişimi üzerindeki etkisi

Uygulama	1. Alan		2. Alan		3. Alan		4. Alan	
	Enfekteli disk alanı <sup>1</sup> (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı <sup>1</sup> (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı <sup>1</sup> (%)	Etkililik (%)	Enfekteli disk alanı <sup>1</sup> (%)	Etkililik (%)
Üre	0,2	99,5 a A	0,2	99,5 ab A	0,0	100 a A	1,5	96,7 ab B
Boraks	0,0	100 a A	0,0	100 a A	0,0	85 b B	0,0	100 a A
<i>T. harzianum</i>	0,7	98,5 ab AB	0,0	100 a A	0,0	87 ab B	0,0	100 a A
<i>P. gigantea</i>	18,1	61,2 b BC	9,4	80 b B	20,6	56 c C	3,7	92,1 b A
Kontrol	18,6	-	6,4	-	11,9	-	1,6	-

<sup>1</sup> *H. abietinum* ile kolonize olan disk alanının yüzdesi

Duncan testine göre, ortalama değerlerin birbirleri ile olan farklılığı harflerle ifade edilmiştir.

Küçük harfler uygulamalar arasındaki farklılığı, büyük harfler ise alanlar arasındaki farklılığı göstermektedir (p < 0,05).



Şekil 1. Deneme alanlarında çürüklüğün ağaç içerisinde ulaştığı yükseklik

Çizelge 4. İncelenen diskler üzerinde *Heterobasidion abietinum* tarafından kolonize edilen alanının disk alanına oranı (%)

		<i>Heterobasidion abietinum</i> enfeksiyon oranı (%)					
		Ağaç No	3	6	11	12	13
Diskin alındığı yükseklik (m)	0,5	11	14	0,4	0,5	1,2	
	1,5	11	12	0	0	0	
	2,5	10	9,8	0	0	0	
	3,5	9,7	6	0	0	0	
	4,5	9	5	0	0	0	
	5,5	2,5	0,6	0	0	0	

## 5. Tartışma ve sonuç

Toros göknarında *H. abietinum*' un mücadelesine biyolojik ve kimyasal metotların denendiği bu denemede, Doğmuş- Lehtijärvi ve arkadaşlarından (2012) farklı olarak, *H. abietinum* kesilen ağaçların dip kütüklerine yapay olarak inokule edilmiştir. Diğerinde doğal inokulasyona maruz bırakılan dip kütükleri, bu çalışmadakine benzer şekilde biyolojik ve kimyasal mücadele etmenleri ile bulaştırılmıştır. Üç adet karışık ve bir saf olmak üzere 4 farklı meşcerede gerçekleştirilmesi, biyolojik kontrol etmeni olarak *T. harzianum* yanında, *P. gigantea*'nin de kullanılması, bu çalışmanın Doğmuş- Lehtijärvi ve arkadaşlarından (2012) farklılıkları arasında yer almaktadır.

*H. abietinum* konidilerinin kütüklere yapay inokulasyonu sonucunda deneme alanlarında sırasıyla ortalama; 1,6- 6,4- 11,9 ve 18,6 oranlarında kolonizasyon yüzdeleri elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu oran kütüklere yapay olarak verilen patojenin spor konsantrasyonu ayarlayarak artırılabilir (Pratt vd., 1998). Bu çalışmada Lehtijärvi vd. 2011'e benzer şekilde patojen fungus, mücadelede kullanılan biyolojik etmenler ve kimyasallardan sonra kütüklere uygulanmıştır. Burada amaç, doğal olarak havada bulunan patojen inokulumunun kesik kütük yüzeyine ulaştığında, kütük yüzeyinde önceden var olan biyolojik ve kimyasal orjinli engellerin etkisinin belirlenmesidir. Hastalık etmeninin mücadelesinde de bu yol izlenmektedir (Holdenrieder ve Greig, 1998, Pratt vd., 1998).

Bu çalışmanın sonuçları, uygulanan muameleler karşısında, *H. abietinum* tarafından kolonize edilen disk alanının, kontrol uygulamalara nazaran kayda değer ölçüde azaltıldığı göstermektedir (Çizelge 3). Bir başka deyişle, kontrol uygulamalarda patojen kolonizasyonu, muamelelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, bugüne kadar farklı alanlarda gerçekleştirmiş olduğumuz diğer çalışmalarinkine benzer niteliktedir (Lehtijärvi vd., 2011; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2012). Patojenin yapay olarak verildiği *A. cilicica* üzerinde gerçekleştirilen denemeler ile (Lehtijärvi vd., 2011) patojenin yine aynı şekilde uygulandığı bu çalışmanın sonuçlarının benzer olduğu, buna karşın patojenin doğal yollarla bulaşmasının beklendiği *A. bornmülleriana* kütükleri üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmanın (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2012) farklı sonuçlar taşıdığı dikkat çekmektedir. Bunu biraz daha açacak olursak; Bolu'da doğal inokulasyona tabi tutulan kütükler üzerinde üre- 96,3, boraks- 75,8 ve *T. harzianum* 44,9 ortalama yüzde değerleri ile kontrole göre etkililik sağlarken (Doğmuş-

Lehtijärvi vd., 2012), alansal farklılıklar olmakla beraber bu çalışmada, 98,9 yüzde etkililikle üre ilk sırada, 96,4 ve 96,3 yüzde değerleri ile *T. harzianum* ile boraks birbirine yakın ve 72,3 ile *P. gigantea* en sona yer almaktadır (Çizelge 3). Benzer şekilde, Lehtijärvi vd. (2011)'de uygulamaların etkililiği, sırasıyla boraks, üre, *T. harzianum* ve *P. gigantea* için sırasıyla %99,4-98,8-97,5 ve 85,9 gibi yakın değerlerde bulunmuştur. Bu çalışmada ve Lehtijärvi ve ark. 2011'de, uygulamalar arasındaki farklılığın doğal inokulasyona tabi tutulan Doğmuş- Lehtijärvi vd. (2012) da kine nazaran daha az olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum bize doğal olarak patojen inokulasyonuna terkedilen kütüklerde, muameleler arası farklılığın daha dikkat çekici olduğunu göstermektedir.

Biyolojik mücadelede test edilen izolatlar arasında *P. gigantea*'nin, *T. harzianum* ve kullanılan kimyasallar kadar hastalık etmenini engellemede başarı sağlayamadığı görülmektedir. Biyolojik preparat haline getirilerek piyasaya sunulan *P. gigantea*, birçok Avrupa ülkesinde geçmişten günümüze başarılı bir şekilde *Heterobasidion*'dan kaynaklanan enfeksiyonları önleyebilmektedir. Hatta bazı ülkelerde tek ve kesin mücadele yöntemi olarak kullanılmaktadır (Pratt vd., 2000; Vasiliauskas vd., 2004; Annesi vd., 2005; Rönnberg vd., 2006; Tubby vd., 2008). Türkiye'de kızılçam tensil alanından alınan ve laboratuvar koşullarında izole edilen 10 adet *P. gigantea* izolatu SDÜ Orman Fakültesi Dendroklirik Laboratuvarında muhafaza edilmektedir. Daha önceki çalışmalarımızda, bu izolatlar arasındaki genetik farklılıklara bakılmış ve *P. gigantea* izolatlarının aynı meşcereden elde edilmesine rağmen, izolatlar arasında genetik farklılığın bulunduğu görülmüştür (Lehtijärvi vd., 2009; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2010a). *P. gigantea* izolatlarının etkililiği bu arazi çalışmasının dışında da birçok kez araştırılmıştır. Ancak yaptığımız çalışmalar, kızılçam kütüklerinden izole ettiğimiz *P. gigantea* izolatlarının ülkemiz koşullarında göknarlar üzerinde gerçekleştirilen bir seri mücadele çalışmalarında denenilen diğer kimyasallar ve biyolojik kaynaklı etmenler kadar başarılı bulunmadığını göstermektedir. Bunun nedeninin elde edilen izolatların göknar değil, kızılçam kaynaklı olması veya arazi denemelerinin gerçekleştirildiği ekolojik koşulların antagonist fungus için uygun olmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber, *H. abietinum*'a karşı *P. gigantea* ile daha etkili bir biyolojik mücadele, kültür koleksiyonumuzda yer alan genetik özellikleri farklı izolatların ya da kızılçam yerine göknar orjinli olanların denenmesi yoluyla sağlanabilir. Ancak, bu güne kadar yaptığımız arazi çalışmalarında göknarlar üzerinde bu antagonist tespit edilememiştir.

*Heterobasidion* sp.'den kaynaklanan çürüklüğün ağaç içerisinde ulaştığı noktayı belirlemek amacıyla, arazi denemelerinin yürütüldüğü 4 alanda 5'er ağacın 6 farklı yüksekliğinden alınan toplam 120 disk kontrol edilmiştir. Şekil 1 ve Çizelge 4'te görüldüğü üzere, 3 ve 6 numaralı ağaçlara, 0,5 m yükseklikten başlayan ve 5,5 m'ye kadar azalan oranlarda fungusa rastlanmıştır. Dördüncü alanda fungusun varlığı tespit edilemezken, 3. Alanın 11, 12 ve 13. numaralı ağaçlarında 0,5 m'de *Heterobasidion* sp. konidileri gözlenmiştir (Şekil 1 ve Çizelge 4). Hastalık etmeninin farklı meşcere tiplerindeki yayılışı göz önünde bulundurulduğunda, karışık meşcerelerin saf meşcerelere göre daha avantajlı olduğu bilinmektedir. Bu birçok hastalık için geçerli olup, özellikle *Heterobasidion* gibi toprak altında kök kaynaşması yolu ile diğer ağaçlara bulaşan

hastalıklarda, konukçu ağaç türleri arasındaki mesafe oldukça büyük önem taşımaktadır. Karışık meşcerelerde hastalık etmeninin bu yolla yayılması saf meşcerelere göre daha güç olmaktadır. Dolayısıyla, çalışılan bu alanlar hastalık etmenlerinin varlığı açısından irdelendiğinde, 4 numaralı çalışma alanında *Heterobasidion* 'dan kaynaklanan enfeksiyonun daha yüksek bir oranda olması beklenmektedir. Bir ve 2 numaralı alanlar karışık, 3 numaralı alan ise karışık fakat olağanüstü kesime maruz kalmış meşcere niteliğindedir. Ancak bu çalışma belirtildiği üzere, hastalık etmeninin bu alanlardaki yoğunluğundan ziyade, enfekteli bir ağaç içerisinde ulaşabileceği noktanın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, her bir alandan rastgele 5 ağaç türü seçilmiş, toplamda 20 ağaç *Heterobasidion* sp.'nin varlığı açısından incelenmiştir. Alınan ağaç sayısının artırılması ile farklı niteliklerdeki bu meşcerelerde, hastalık etmeninin yoğunluğu üzerine daha gerçekçi tahminler yapılabilir. Ülkemizdeki göknar türlerinde *H. abietinum*'un yaygın olarak tespit edildiği göz önünde bulundurulacak olunursa (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2006; 2007a; 2010a,b), patojenin 5.5 m yüksekliğe ulaşması endişe duyulacak bir durumdur. Diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda ladin üzerinde *Heterobasidion* sp. kaynaklı 10m.'ye kadar çıkabilen çürüklükler tespit edilmiştir (Edman ve Jonsson, 2001; Berglund, 2005; Seifert, 2007). Göknarlar üzerinde daha önce bu tür bir çalışma yapılmamış olup, bu kayıt *A. cilicica* için Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ilk kez rapor edilmiştir. Ancak, daha fazla ağaçtan ve daha fazla yükseklikten diskler alınarak, diğer göknar türlerimiz için de bu çalışma yürütülmelidir. *H. abietinum*'un daha yaygın olarak tespit edildiği, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2006; 2007a; 2009) ağaç içinde çürüklüğün daha yükseklere ulaşmış olabileceği kanaatindeyiz.

### Teşekkür

Çalışmamızı destekleyen TÜBİTAK-TOVAG (104-O-560 Kariyer Projesi)'a ve arazi çalışmalarında bize her türlü yardımı sağlayan Konya Orman Bölge Müdürlüğü, Seydişehir Orman İşletme Şefliği çalışanlarına, ayrıca Ermenek Orman İşletme Müdürlüğünde görev yapan işletme şefi Mustafa Uygun'a çok teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Annesi, T., Curcio, G., D'Amico, L., Motta, E., 2005. Biological control of *Heterobasidion annosum* on *Pinus pinea* by *Phlebiopsis gigantea*. *Forest Pathology*, 35(2): 127-134.
- Asiegbu, F., Adomas, A., Stenlid, J., 2005. Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s.l. *Molecular Plant Pathology*, 6(4): 395-409.
- Axmon, J., Hansson, M., Sörnmo, L., 2004. Experimental study on the possibility of detecting internal decay in standing *Picea abies* by blind impact response analysis. *Forestry*, 77: 179-192.
- Bendz- Hellgren, M., Lipponen, K., Solheim, H., Thomsen, I.M., 1998. The Nordic countries. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and*

- Control*, CAB Internatinal, Wallingford, UK, pp. 333-345.
- Berglund, M., Rönnerberg, J., 2004. Effectiveness of treatment of Norway spruce stumps with *Phlebiopsis gigantea* at different rates of coverage for the control of *Heterobasidion*. *Forest Pathology*, 34(4): 233-243.
- Berglund, M., 2005. Infection and growth of *Heterobasidion* spp. in *Picea abies*. Diss. (sammanfattning/summary) Alnarp: Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880; 2005:36
- Berglund, M., Rönnerberg, J., Holmer, L., Stenlid, J., 2005. Comparison of five strains of *Phlebiopsis gigantea* and two *Trichoderma* formulations for treatment against natural *Heterobasidion* spore infections on Norway spruce stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 12-17.
- Blanchard, R.O., Shortle, W.C., 1977. Changes in electrical resistance associated with disease and death of elm seedlings. *Proceedings of American Phytopathological Society*, 4: 183 (abstract).
- Blanchard, R.O., Carter, J.K., 1980. Electrical resistance measurements to detect Dutch elm disease prior to symptom expression. *Canadian Journal of Forest Research*, 10: 111-114.
- Costello, L., Quarles, S., 1999. Detection of wood decay in blue gum and elm: an evaluation of the IML-Resistograph and the portable drill. *Journal of Arboriculture*, 25: 311-317.
- Doğmuş -Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2006. *Heterobasidion abietinum* on *Abies* species in western Turkey. *Forest Pathology*, 36: 280-286.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2007a. *Heterobasidion* on *Abies nordmanniana* in north-eastern Turkey. *Forest Pathology*, 37: 387-390.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Karaca, G. ve Aday, A.G., 2007b. *Heterobasidion annosum* s. l.' un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar metotları ile tespiti. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 58- 67.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A. G., Karadeniz, M., 2008. Annosum kök ve alt gövde çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* meşcerelerinde yoğunluğunun belirlenmesi. *Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry Journal*, 9: 111-120. (in Turkish, English abstract).
- Doğmuş Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2010a. Annosum kök çürüklüğüne karşı uygulanan biyolojik kontrol ajanı; *Phlebiopsis gigantea*. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, 5: 1403-1410.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H. T., Lehtijärvi, A., Oskay, F., Aday, A.G., 2010b. Efficacy of urea, borax and *Trichoderma* treatments against *Heterobasidion* spore infections of stumps of *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana*. *Proceedings 13th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (MPU)*.p: 573-574. 20-25, June 2010, Rome- Italy.
- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. *Heterobasidion abietinum*'un kimyasal mücadelesinde üre uygulamasının etkisi. *Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, 23-25 Kasım 2011, Antalya.

- Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Aday, A.G., Oskay, F. 2012. Arazi koşullarında bazı kimyasal ve biyolojik ajanların *Heterobasidion annosum* s.l.' un mücadelesinde kullanım olanakları. Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 12(2): 313-320.
- Edman, M., Jonsson, B.G., 2001. Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. Journal of Vegetation Science, 12(5): 609-620.
- Guglielmo, F., Bergemann, S.E., Gonthier, P., Nicolotti, G., Garbelotto, M., 2007. A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees. Journal of Applied Microbiology, 103: 1490-1507.
- Guglielmo, F., Gonthier, P., Garbelotto, M., Nicolotti, G., 2010. Optimization of sampling procedures for DNA-based diagnosis of wood decay fungi in standing trees. Letters in Applied Microbiology, 51: 90-97.
- Greig, B.J.W., 1998. Field Recognition and Diagnosis of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 35-41.
- Holdenrieder, O., Greig, B.J.W., 1998. Biological methods of control. In: *Heterobasidion annosum. Biology, Ecology, Impact and Control*. Ed. By Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. Wallingford, New York. CAB International, pp. 235-258.
- Johanstone, D., Tausz, M., Moore, G, Nicolay, M., 2010. Quantifying Wood Decay in Sydney Bluegum (*Eucalyptus saligna*) Trees. Arboriculture and Urban Forestry, 36(6): 243-252.
- Korhonen, K., 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Communicationes of Instituti Forestalis Fenniae, 94 (6): 25-25.
- Korhonen, K., 2003. Simulated stump treatment experiments for monitoring the efficacy of *Phlebiopsis gigantea* against *Heterobasidion* infection. In: Root and butt rots of forest trees. Proc. 10th Int. Conf. Root and Butt Rots. Quebec-city, Canada, 16-22 September, 2001.
- Korhonen, K., Piri, T., 1994. The main hosts and distribution of the S and P groups of *Heterobasidion annosum* in Finland. In: Johansson, M. and Stenlid, J. (Eds), Proceeding of the Eight IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Sweden /Finland August 1993. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, pp. 260-267.
- Lawday, G., Hodges, P.A., 2000. The analytical use of stress waves for the detection of decay in standing trees. Forestry, 73(5): 447-456.
- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H.T., Aday, A.G., Oskay, F., 2009. *Abies cilicica* Ant. & Kotschy meşcerelerinde *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen'un kimyasal ve biyolojik kontrolü. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, s. 338, 15-18, Temmuz 2009, Van.
- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Aday, A.G., Oskay, F., 2011. The efficacy of selected biological and chemical control agents against *Heterobasidion abietinum* on *Abies cilicica*. Forest Pathology, 41: 470-476.
- Lin, C.J., Kao, Y.C., Lin, T.T., Tsai, M.J., Wang, S.Y., Lin, L.D., Wang, Y.N., Chan, M.H., 2008. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees. International Bio deterioration & Biodegradation, 62: 434-441.
- Mattheck, C., Breloer, H., 1994. Field guide for visual tree assessment (VTA). Arboricultural Journal, 18: 1-23.
- Nicolotti, G., Gonthier, P., 2005. Stump treatment against *Heterobasidion* with *Phlebiopsis gigantea* and some chemicals in *Picea abies* stands in the western Alps. Forest Pathology, 35: 365-374.
- Nicolotti, G., Gonthier, P., Guglielmo, F., Garbelotto, M., 2009. A biomolecular method for the detection of wood decay fungi a focus on tree stability assessment. Arboric Urban Forestry, 35: 14-19.
- Piri, T., Korhonen, K., Sairanen, A., 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in Southern Finland. Scandinavian Journal of Forest Research, 5: 113-125.
- Piri, T., Valkonen, S. 2013. Incidence and spread of *Heterobasidion* root rot in uneven-aged Norway spruce stands. Canadian Journal of Forest Research, 43(9): 872-877.
- Pratt, J.E., Johansson, M., Hüttermann, A., 1998. Chemical control of *Heterobasidion annosum*. In: *Heterobasidion annosum. Biology, Ecology, Impact and Control*. Ed. by Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. Wallingford, New York. CAB International, pp. 259-282 R Development Core Team 2008. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://R-project.org>.
- Pratt, J.E., Niemi, M., Sierota, Z.H., 2000. Comparison of three products based on *Phlebiopsis gigantea* for the control of *Heterobasidion annosum* in Europe. Biocontrol Science and Technology, 10(4): 467-477.
- Pratt, J. E., Redfern, D.B., 2001. Infection of Sitka spruce stumps by spores of *Heterobasidion annosum*. control by means of urea. Forestry, 74, 73-78.
- Rönneberg, J., Sidorov, E., Petrylaite, E., 2006. Efficacy of different concentrations of Rotstop® and Rotstop®S and imperfect coverage of Rotstop®S against *Heterobasidion* spp. spore infections on Norway spruce stump, Forest Pathology, 36(6): 422-433.
- Seifert, T., 2007. Simulating the extent of decay caused by *Heterobasidion annosum* s. l. in stems of Norway spruce. Forest Ecology and Management, 248: 95-106.
- Shigo, A.L., Shigo, A., 1974. Detection of discoloration and decay in living trees and utility poles. Res. Pap. NE-294. Upper Darby, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 11p.
- Shigo, A. L., Shortle, W.C., Ochrymowych, J., 1977. Detection of active decay at groundline in utility poles. USDA Forest Service General Technical Report NE-35.
- Shigo, A.L., Shortle, W.C., 1985. Shigometry: A reference guide. United States. Cooperative State Research Service.; Canada/United States Spruce Budworms Program. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No: 646, 48 p.
- Shortle, W.C., 1979. Detection of decay in trees. Journal of Arboriculture, 5: 226-232.
- Shortle, W.C., 1982. Decaying Douglas-Fir: Ionization associated with resistance to a pulsed electric current. Wood Science, 15: 29-32.
- Skutt, H.R., Shigo, A.L., Lessard, R.A., 1972. Detection of discolored and decayed wood in living trees using a

- pulsed electric current. *Canadian Journal of Forest Research*, 2: 54-56.
- Stenlid, J., Wästerlund, I., 1986 Estimating the frequency of stem rot in *Picea abies* using an increment borer. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1: 303-308.
- Swedjemark, G., Stenlid, J., 1995. Susceptibility of conifer and broadleaf seedlings to Swedish S and P strains of *Heterobasidion annosum*. *Plant Pathology*, 44 (1): 73-79.
- Tattar, T.A., 1974. Measurement of electric currents in clear, discolored, and decayed wood from living trees. *Phytopathology*, 64: 1375-1376.
- Tattar, T.A., 1976. Use of electrical resistance to detect *Verticillium* wilt in Norway and sugar maple. *Canadian Journal of Forest Research*, 6: 499-503.
- Tubby, K.V., Scott, D., Webber, J.F., 2008. Relationship between stump treatment coverage using the biological control product PG Suspension, and control of *Heterobasidion annosum* on Corsican pine, *Pinus nigra* ssp. *laricio*. *Forest Pathology*, 38: 37-46.
- Vainio, E.J., Hallaksela, A.M., Lipponen, K., Hantula, J., 2005. Direct analysis of ribosomal DNA in denaturing gradients: application on the effects of *Phlebiopsis gigantea* treatment on fungal communities of conifer stumps. *Mycological Research*, 109(1): 103-114.
- Vasiliauskas, R., Lygis, V., Thor, M., Stenlid, J., 2004. Impact of biological (Rotstop) and chemical (urea) treatments on fungal community structure in freshly cut *Picea abies* stumps. *Biological Control*, 31: 405-413.
- Vollbrecht, G., Agestam, E., 1995. Identifying butt rotted Norway spruce from external signs. *Forest Snow and Landscape Research*, 1: 241-254.