

***Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* TOMRUKLARINDAN KESİLEN  
DİSKLERİN *Heterobasidion annosum* s.l. TARAFINDAN  
KOLONİZASYONU**

H. Tuğba DOĞMUŞ-LEHTİJÄRVI\* Asko LEHTİJÄRVI A. Gülden ADAY

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA  
\* tugba@sdu.edu.tr

**ÖZET**

Bu çalışmada, Bolu, Aladağ-Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nda yeni kesilmiş, 21 göknar (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana*) ağacının tomruklarının farklı yüksekliklerinden alınan 39 adet diskte, *Heterobasidion annosum* s. l.' a ait konidioforların varlığı araştırılmıştır. Oda sıcaklığında bir haftalık inkubasyon döneminin sonunda, her bir diskin 5 farklı noktadan alınan konidioforlardan gelişen miselyumda, kanca oluşumuna bakılmış ve bunların % 90,97'sinin homokaryotik % 9,03'ünün ise heterokaryotik karakterde olduğu tespit edilmiştir. Heterokaryotik özellikteki miselyumun elde edildiği disklerde, hastalık etmeninin ağaçta daha önceden bulunduğu işaret eden tipik belirtilere rastlanmamıştır. Kesitlerin alındığı tarihte havada basidiospor inokulumunun var olduğu, dolayısıyla yeni kesilmiş disklerde gözlenen bulaşmanın basidiosporlar aracılığıyla gerçekleştirildiği sonucuna varıldı.

**Anahtar kelimeler:** Annosum kök çürüklüğü, konidiofor, basidiospor, odun diskleri, göknar.

**COLONIZATION OF FRESHLY CUT DISCS OF *Abies nordmanniana* ssp.  
*bornmülleriana* LOGS BY *Heterobasidion annosum* s.l.**

**ABSTRACT**

Occurrence of *Heterobasidion annosum* sensu lato conidiophores developed on 39 freshly cut discs from 21 trees of *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* in Aladağ-Şerif Yüksel Research Forest, Bolu, was investigated. These discs were incubated under moist conditions at about room temperature for one week and then assessed for the presence of conidial stage of *H. annosum*, which was clearly visible under stereomicroscope. Clamp formation was observed from the mycelia of *H. annosum* s.l. taken from 39 individual discs. Mycelia obtained from 5 different part of the wood discs were mostly homokaryotic and the rest was heterokaryotic, 90, 97 % and 9,03 % respectively. There were no typical signs and symptoms of the disease on the discs where heterokaryotic mycelia were determined. It was concluded that basidiospores were present in the air at the time, when wood discs were taken and they were effective to colonize freshly cut wood surface.

**Keywords:** Annosum root rot, conidiophore, basidiospore, wood discs, fir.

## 1. GİRİŞ

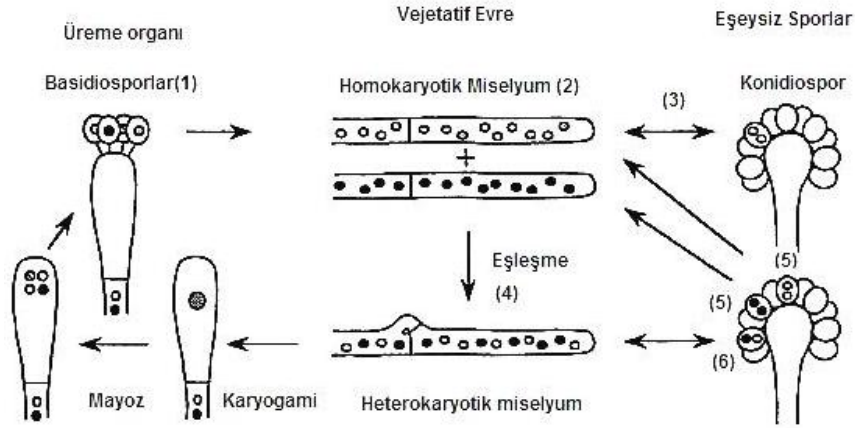
*Heterobasidion* kompleksi içinde yer alan türler, Kuzey Yarımküre’de özellikle koniferler üzerinde ciddi ekonomik kayıplara neden olurlar (Hodges, 1969; Korhonen ve Piri, 1994). *H. annosum* ile farklı coğrafik alanlarda çalışan araştırmacılar, hastalık etmeninin birbiri ile eşleşmeyen üç intersteril grubunun bulunduğunu ve bu grupların farklı türleri temsil ettiğini ortaya çıkarmışlardır. Koniferlerden, göknar (*Abies* sp.), çam (*Pinus* sp.) ve ladine (*Picea* sp.) karşılık gelen bu intersteril gruplar (Ig) ve tür isimleri sırasıyla, F- *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen, P- *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sensu stricto ve S- *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen’ olarak bildirilmiştir (Korhonen, 1978; Chase ve Ullrich, 1983, Korhonen vd., 1989; Capretti vd., 1990; Niemelä ve Korhonen, 1998). Odun çürüklüğüne neden olan *H. annosum* s.l. (anamorf *Spiniger meineckellus* (A. J. Olson) Stalpers), polyporlar (*Basidiomycota*, *Russuales*, *Bondazewiaceae* (Webster ve Weber, 2007) içinde ender rastlanan bir özellik olan, eşeysiz sporlarının (konidilerinin) varlığı ile dikkat çekmektedir (Niemelä ve Korhonen, 1998). Nemli havalarda, çubuk şeklindeki konidioforlar üzerinde beliren konidiler, hem homokaryotik hem de heterokaryotik miselyum tarafından oluşturulabilirler (Şekil 1). Fungusun ayrıca, *in vitro*’ da, klamidospor benzeri bir diğer eşeysiz spor tipine de sahip olduğu rapor edilmiştir (Stenlid ve Rayner, 1989).

Hastalık etmeninin yayılışında ve enfeksiyonun gerçekleşmesinde, eşeyli ve eşeysiz sporların rolünün araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Korhonen ve Stenlid, 1998). Basidiosporlar, basidiokarplardan aktif bir şekilde doğaya fırlatılmakta ve yeni kesilmiş taze kütük yüzeyinde enfeksiyona neden olmaktadır. Konidiforların nazik, kırılğan ve kuru olmaları, konidilerin atmosfere salınışlarında rüzgâr, yağmur veya vektörlere gereksinim duymaları, basidiosporların tersine onların pasif olarak taşındığına işaret etmektedir. Her ne kadar konidiler toprakta 1 yıl süreyle canlılığını sürdürebilse de (Kuhlman, 1969; Korhonen ve Stenlid, 1998), doğal koşullarda bu inokulum miktarı, basidiokarplardan çıkan spor miktarı ile karşılaştırılamayacak derecede azdır. Dolayısıyla, basidiokarpların spor kaynağı olarak önemli görev üstlendikleri söylenebilir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Bununla beraber, eşeyli ve eşeysiz yollardan oluşturulan sporların, hastalık etmeninin yaşam döngüsündeki rolünü saptamaya yönelik olarak gerçekleştirilen enfeksiyon denemeleri, her iki spor tipinin de kütükleri enfekte edebildiğini ve yakın çevredeki ağaçlarda hastalığa neden olabildiğini göstermiştir (Niemelä ve Korhonen, 1998).

*H. annosum*, kesilen ağaçların alanda kalan kütüklerinde, devrik ağaçlar üzerinde ve dikili ağaçların kök sisteminde oluşturduğu basidiokarpları ile, 40 yıla kadar canlılığını sürdürmekte (Laine, 1976; Piri, 1996), bu sayede bulunduğu bölgede enfeksiyon riskinin süreklilik arz etmesine neden olmaktadır (Kallio, 1970; Möykkynen vd., 1997). Çoğunlukla kesik kütüklerin nemli ve kuytu yerlerini tercih eden basidiokarplar, hastalık etmeninin o bölgede bulunduğuna işaret etse de, bu yapılarla rastlanılmadığı durumlarda, fungal etmenin eşeysiz spor yapılarının varlığından faydalanılmaktadır. Kesilen ağaçların dip kütüklerinden ya da

tomruklardan alınan diskler, bu tür çalışmalarda spor tuzağı olarak kullanılmaktadır. Diskler üzerinde tespit edilen konidiler, fungusun o alandaki varlığına işaret etmektedir (Greig, 1998). Ayrıca, taze kütük yüzeyinde çimlenen basidiosporlardan gelişen miselyum üzerinde oluşan konidiler, istenen dönemde, o bölgedeki spor yoğunluğunun tespitinde kullanılmaktadır. Bendz- Hellgren ve arkadaşları (1998), bu tür gözlenmelerden elde ettikleri bulgulardan yola çıkarak, kuzey ülkelerinin güney bölgelerinde yer alan konifer ormanlarının sağlığının, giderek artan yaz kesimleri nedeniyle *H. annosum* s. l. tarafından tehdit edildiği sonucuna varmışlardır.

*H. abietinum*' a ait basidiokarplar, Doğmuş- Lehtijärvi vd. (2006) tarafından Bolu-Şerif Yüksel Araştırma Ormanında *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen'nın kesik kütüklerinde tespit edilmiştir. Bu çalışmada, eşeyli üreme organları ile daha önce varlığı belirlenen fungusun, aynı yörede ağaç tomruklarından alınan diskler üzerindeki eşeysiz spor yapıları incelenerek, disklerin alındığı zaman diliminde, enfeksiyona yol açacak inokulumun varlığı araştırılmıştır. Bunun yanında, disklerden izole edilen fungal miselyumun, homokaryotik ya da heterokaryotik olma durumlarına bakılarak fungusun substrat üzerindeki biyolojisi hakkında bilgiler elde edilmiştir.



Şekil 1. *H. annosum*' un yaşam döngüsü. Çimlenen basidiosporlardan (1), meydana gelen homokaryotik (2) özellikle miselyum, çok çekirdekli olup, kanca oluşumuna rastlanmamaktadır (2) ve bu miselyumdan homokaryotik özellikte konidi oluşmaktadır (3). Kendiyle uyumlu bir diğer özellikte homokaryonla eşleşince, meydana gelen heterokaryotik (4) miselyum, homokaryonun tersine virulensi yüksek ve basidiokarp oluşturma özelliğindedir ve kanca oluşumları görülmektedir (4). Konidiler, homokaryotik miselyum üzerinde oluştuğlarında homokaryotik (5), birbiri ile uyumlu iki homokaryonun eşleşmesinden sonra heterokaryotik miselyum üzerinde meydana geldiklerinde ise heterokaryotik karakter taşımaktadır (6). Homokaryotik özellikteki basidiosporlar, mayoz evresinden sonra her biri farklı genotipleri temsil ederken, konidiler bir heterokaryotik ve iki homokaryotik ebeveyn olmak üzere sadece 3 genotiple temsil edilmektedirler (Korhonen ve Stenlid, 1998).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışması 2005 yılı, ekim ayında, Uludağ göknarının (*A. nordmanniana* ssp. *bormülleriana*) doğal yayılış gösterdiği alanlardan, Bolu, Şerif Yüksel Araştırma Ormanı, Karacasu mevkiinde (1095 m, 40° 40' 11" K- 31° 37' 43" D) gerçekleştirilmiştir. *H. annosum* s. l. arazide bir hafta önce kesilmiş göknar ağaçlarının tomruklarından alınan disklerden izole edilmiştir. Diskler alınırken motorlu testere kullanılmıştır.

Arazi çalışmasında, 15 ağacın tomruğundan birer adet, 6 ağaç tomruğundan ise tomruğun 0, 2, 4 ve 6. metrelerinden olmak üzere 4'er adet, 3-4 cm kalınlığında diskler alınmıştır (Çizelge 1). Kesilen 39 diskin, ortalama çapı 39,71 cm olarak ölçülmüştür. Diskler naylon torbalar içine yerleştirilerek, laboratuara taşınmış ve etmenin konidi oluşumunu teşvik etmek için 7-10 gün süre ile oda sıcaklığında tutulmuştur. Bu sürenin sonunda, diskler üzerinde oluşan *H. annosum* s. l.' a ait konidioforlar stereo-mikroskop altında tespit edilerek, diri odun, öz odun ya da her ikisinde bulunma durumuna göre işaretlemeler yapılmıştır (Şekil 2).

İnce uçlu öze yardımıyla her bir diskin 5 farklı noktasından alınan konidioforlar, içerisinde malt ekstrakt agar (MA) bulunan steril petri kaplarına aktarılmıştır. Bu izolatlardan gelişen miselyumlar kanca oluşumunun varlığına bakılarak, homokaryotik ya da heterokaryotik olma durumlarına göre değerlendirilmiştir.

## 3. BULGULAR

Stereo-mikroskop altında yapılan incelemelerde, sadece 4. ve 8. ağaca ait diskler üzerinde, 18. numaralı ağacın 2, 3 ve 4. disklerinde, 19 numaralı ağaca ait disklerin tümünde ve 20 numaralı ağacın 2. diskinde *H. annosum*' a ait konidiofor başlıklarına rastlanmamıştır (Çizelge 1).



Şekil 2. *H. annosum* s.l.'un diri odundaki kolonizasyonu

Disklerden elde edilen izolatların % 90,97'si homokaryotik, % 9,03'ü heterokaryotik karakterde miselyum oluşturmuştur (Çizelge 1).

*H. annosum* s.l.'nin oluşturduğu koloniler, 34 diskte diri odun, 5 diskte hem diri (Şekil 2) hem de öz odun üzerinde gözlenmiştir. Bu koloniler diskler üzerinde çoğunlukla düzensiz dağılım göstermiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

*H. annosum* s. l.'nin biyolojik özelliklerinin araştırılmasına yönelik gerçekleştirdiğimiz bu çalışmadan da, fungal etmene ait önemli bulgular elde edilmiştir.

Korhonen (1978) ve Stenlid (1985), enfekteli ağaçlardan izole edilen *H. annosum*'un heterokaryotik, buna karşın, taze kütük yüzeyinden elde edilen izolatların ise çoğunlukla homokaryotik miselyuma sahip olduğunu bildirmektedir. Çalışmamızdaki, fungal izolatların % 90,97'si homokaryotik özellikte bulunmuştur. Bu bağlamda, basidiosporların, havadan taze kesilmiş yüzeylere gelip çimlenmesiyle homokaryotik miselyum oluşturduğu düşünülebilir. Fungal etmenle yapılan çalışmalar, basidiosporlardan gelişen homokaryotik miselyumun, kütük veya tomrukların üzerinde canlılığını sürdürdürebildiğini, ancak ender durumlarda dikili ağaçta çürüklüğe neden olduğunu bildirmektedir (Korhonen ve Piri, 1994; Stenlid, 1994 a). Basidiokarpların ve ağaç içinde meydana getirilen çürüklüğün heterokaryonlar tarafından oluşturulduğu, buna paralel olarak homokaryonların, heterokaryonlar kadar agresif olmadıkları tespit edilmiştir (Korhonen, 1978; Stenlid, 1985). İzolatların sadece % 9,03'nün heterokaryotik özellikte olduğuna dikkat çekecek olursak, ilk değerlendirmede, disklerin alındığı ağaçlarda, fungal etmen tarafından oluşturulmuş muhtemel bir çürüklüğün varlığından şüphe edilebilir. Bu düşüncenin dayanağı olarak aşağıda sözü edilen konular dikkate alınmalıdır. Basidiosporlardan gelişen ve birbirleri ile uyumlu iki homokaryotik miselyumun eşleşerek heterokaryotik özellikteki miselyumu oluşturabildiği bilinmektedir (Şekil 1). Ancak, bu miselyumun oluşumu uzun zaman aldığından bir haftalık inkubasyon süreci, iki uyumlu homokaryotik miselyumun eşleşerek heterokaryotik özellikte miselyum oluşturabilmeleri için yeterli değildir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Dolayısıyla, disklerden elde edilen heterokaryotik miselyumun bu yolla oluşması beklenmemektedir.

*H.annosum* s. l.'a ait konidiofor başçıklarının çoğunlukla diri odunda görülmesi, öz odunda nadiren bulunması, hastalık etmenine ait basidiosporların dışarıdan bulaştığı hipotezini destekleyen diğer bir göstergedir. *H. annosum* kompleksinde bulunan türler, hastalıklı köklerin, sağlam köklerle kaynaşması ile bir ağaçtan diğerine geçmekte ve şiddetli enfeksiyonlar hariç, sadece hastalığın bulaştırıldığı kök etkilenmektedir. Bu durum, ağaçtan enine kesit alındığında, hastalıklı kökten, kök boğazına ilerleyen bir renk değişikliği ile dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, hastalık etmeninden kaynaklanan bir kök enfeksiyonunun varlığı halinde, kesik disk yüzeyinde oluşacak kolonilerin diri odunu takiben öz oduna doğru ilerlemesi beklenmelidir.

Çizelge 1. Ağaç örneklerinin, disklerinden elde edilen miselyumların homokaryotik veya heterokaryotik olma durumları

Ağaç No	Çap (cm)	Disk 1					Disk 2					Disk 3					Disk 4				
		Disklerden alınan İzolatlar					Disklerden alınan İzolatlar					Disklerden alınan İzolatlar					Disklerden alınan İzolatlar				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	39	ho	ho	ho	ho	ho															
2	32	ho	ho	ho	ho	ho															
3	39	het	ho	ho	ho	ho															
4	40	-	-	-	-	-															
5	38	ho	ho	ho	ho	ho															
6	30	ho	ho	ho	ho	ho															
7	48	het	het	ho	ho	het															
8	35	-	-	-	-	-															
9	42	ho	ho	ho	ho	ho															
10	35	ho	ho	ho	ho	ho															
11	29	ho	ho	ho	ho	ho															
12	41	het	het	ho	het	ho															
13	35	ho	ho	ho	ho	ho															
14	30	ho	ho	ho	ho	ho															
15	40	ho	het	het	ho	ho															
16	40	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho
17	48	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho
18	69	ho	ho	ho	ho	ho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	38	ho	ho	ho	ho	ho	-	-	-	-	-	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho
21	42	het	het	ho	het	het	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho	ho

“-” *H. annosum* sensu lato bulunmayan diskler, “ho” homokaryotik miselyum, “het” heterokaryotik miselyum

Çalıştığımız disklerde bu tür bir renk değişikliğine ve ize rastlanmamıştır. Beş örnekte tespit ettiğimiz, hem diri hem öz odunda bulunan kolonilerin, yukarıda açıklandığı şekilde, ağacın hastalıklı bir kökünü takip eder bir tarzda olduğu gözlenmemiştir (Şekil 2). Diri odunla beraber, öz odununda tespit edilen konidiofor topluluklarının, taşınma sırasında diri odundan öz oduna atladığı ve buralarda geliştiği düşünülebilir. Bu tür risklerden kaçınmak için disk örneklerinin özenle işleme alınması dikkate alınması gereken bir ayrıntıdır. Araziden alınan disklerin, 7–10 gün süre ile inkube edilerek, stereomikroskop altında incelendiği bu metotla, *H. annosum* s. l.' u teşhis ve izole etmenin mümkün olduğu bildirilmektedir (Greig, 1998). Normal koşullarda örneklerin araziden alınır alınmaz laboratuara taşınması gerekirken, bizim çalışmamızda, disklerin arazi alanından kesilip, laboratuara getirilmesinde mesafeden kaynaklanan bir gecikme olmuştur. Bu tür durumlarda, disk örneklerinde sarsılmadan kaynaklanan bulaşmalar kaçınılmazdır.

*H. annosum* s. l. çok yıllık basidiokarplara sahiptir. Basidiosporlar yıl boyunca oluşmakta ve basidiokarplardan fırlatılan basidiosporlar, kesilmiş taze kütük yüzeylerinden ya da kök veya diğer organlarda görülen yaralardan konukçuya penetre olmaktadır (Redfern ve Stenlid, 1998). Ilık iklim koşullarının hüküm sürdüğü aylarda gerçekleştirilen kesimler sırasında, taze kütük yüzeyleri (Kallio, 1970; Swedjemark ve Stenlid, 1993) veya kesilen ağaçların alandan uzaklaştırılması sırasında meydana gelen yaralar (Redfern ve Stenlid, 1998), havada bulunan *Heterobasidion* sporları için ideal giriş kapıları olarak bilinmektedir. Buradan kök sistemine geçen hastalık etmeni, rahatlıkla çevredeki ağaçlara kök kaynaşması ile ulaşmakta ve kök ve alt gövdede meydana gelen çürüklük çoğu kez ağacın ölümüne neden olmaktadır (Stenlid, 1987; Stenlid ve Redfern, 1998). Özellikle, ılık havanın hüküm sürdüğü dönemlerde, fungusa ait sporların, havada çok yaygın olduğu bildirilmiştir. *H. annosum* miselyumunun, 0-2°C üzerinde çimlenmeye başladığı, 22-28°C arasındaki sıcaklıklarda optimum gelişme gösterdiği rapor edilmiştir. Bunun yanında, 32-37°C' de miselyum çimlenmesinin durduğu, 38-45°C' de ise ölümün başladığı bildirilmektedir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Konidiofor oluşumu ve basidiospor çimlenmesi için, gereksinim duyulan sıcaklık derecelerinin de miselyumun istekleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca konidio ve basidiosporların 45°C , % 90 nisbi nemde öldüğü bildirilmiştir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Buna göre, çalışmamızın gerçekleştirildiği bölgede ekim ayında, gün içinde minimum 5°C, maksimum 16°C olan sıcaklık ortalama değerleri (Anonim, 2005), basidiosporların çimlenmesi için uygun sıcaklık dereceleri arasındadır. Dolayısıyla, bu koşullarda, havada bulunan basidiosporların, konukçu üzerinde çimlenip, miselyum ve konidiospor oluşturması mümkün görülmektedir. Bölgeler bazında, sporların yoğun olarak havada uçtuğu zaman dilimlerinin tespiti, hastalığın kontrolünde oldukça önemlidir. Örneğin, *H. annosum* s. l.' nun zararının saptandığı alanlarda, silvikültürel müdahalelerin, sporların havada yoğun olarak bulunduğu dönemlerde yapılmaması, yerinde bir kontrol stratejisi olarak görülmektedir. İskandinav ülkeleri için enfeksiyon riskinin olduğu bu kritik dönem, bahar ve yaz aylarına rastlamaktadır (Kallio, 1970; Brandtberg vd., 1996). O nedenle, eğer bu aylarda bir kesim planlanmışsa, ağaç kesiminden hemen sonra kütük yüzeylerinin, *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jul, veya üre solüsyonu ile muamele edilmesi, *H. annosum* s. l. tarafından oluşturulacak

enfeksiyonların önlenmesinde etkili olacaktır. Çalışmamızın sonuçları, Ekim ayında havada spor bulunduğuna ve alınan iklim verilerinin fungus gelişimi için uygunluğuna işaret etmektedir.

*H. annosum*' un uzun mesafede yayılışının çoğunlukla basidiosporlar aracılığıyla gerçekleştiği bilinmektedir. Basidiosporların çoğunun, basidiokarpların etrafında biriktiği ve hava akışına bağlı olarak onlarca hatta yüzlerce kilometre uzaklara taşınabildiği bildirilmiştir (Kallio, 1970; Stenlid, 1994b; Möykkynen vd., 1997). Kallio, (1970), Finlandiya'da basidiosporların etkin olarak taşındığı dönemin Mayıs ayından Ekim ayına kadar sürdüğünü rapor etmiştir. Bu arada, spor kalıntısının az bir oranda içerisinde aseksüel sporları barındırdığı da bilinmektedir (Hsiang vd., 1989; Möykkynen, 1997). Möykkynen vd., (1997)'nin tespitlerine göre, bir grup hastalıklı ağacın yer aldığı enfeksiyon ocağında, inokulum miktarına ve rüzgar yönüne bağlı olarak 100-1000 m çapındaki bir daireyi içine alan ağaçlarda enfeksiyon riski bulunmaktadır. Bundan yola çıkılarak, bir meşcerede, ağaçların % 10-20 veya üzerinde bir oranda hastalık etmeni tarafından enfekte edilme riski varsa, kütükler üzerinde gerçekleştirilecek kontrol önlemlerinin, hastalık etmeninin neden olacağı ekonomik kayıpları azaltmada etkili olacağı düşünülmektedir (Möykkynen vd., 1998 ve 2000). Araştırmacılar, bu risk yüzdesinin, Finlandiya'nın güneyinde (Korhonen vd., 1994) ve İsveç'in güney ve orta kesimlerinde (Brandtberg vd., 1996) çok yüksek olduğunu bu nedenle, buralarda kütük uygulamasının gerekli görüldüğünü bildirilmişlerdir. Hastalık etmeninin biyolojik isteklerinden yola çıkarak, ülkemiz koşullarında kışın çok soğuk ve yazın çok sıcak günleri hariç, her dönemde etkin olacağı söylenebilir. Bu kritik periyotlarda kesim yapmak gerektiğinde, diğer ülkelere benzer şekilde taze kütük yüzeyinin kimyasal maddeler ya da biyopreparatlarla muamele edilmesi uygun olacaktır. Ancak, ülkemizde, hastalık etmeninin kimyasal ve biyolojik kontrolüne yönelik çalışmalara yeni başlanmış olup, bu denemelerin sonuçlarının önümüzdeki iki yıl içerisinde alınması beklenmektedir. Özetle, havada hastalık etmeninin sporlarının yoğun olduğu dönemlerde silvikültürel müdahalelerden kaçınmak ya da mutlaka yapılması gerekiyorsa, en azından gerekli önlemleri alarak ağaçların sağlığını korumak gereklidir.

Bazı diskler üzerinde, *H. annosum*' a ait konidiofor başçıkları saptanamamıştır. Diskler ağaç kesimini takip eden birinci haftanın sonunda alındığı için, bu bir haftalık süre zarfında tomruklar arazi koşullarında beklemiştir. Her ne kadar, *H. annosum* kompleksinde bulunan türler erken işgalciler arasında yer alsın da (Korhonen ve Stenlid, 1998) bunun dışında da, bazı diğer funguslar substrat olarak yeni kesilmiş ağaç yüzeyini tercih ederek rahatlıkla gelişim gösterebilmektedir (Holdenrieder ve Greig, 1998). Bunlar arasında, diskler üzerinde *Graphium* cinsine ait bir tür, göknar ağaçları üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada da yaygın olarak görülmüştü (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2007b). Ayrıca, teşhisi henüz gerçekleştirilmeyen, steril bir fungal tür de diri odunla öz odun arasındaki hatta yer almaktaydı. Bunun yanında, bazı diskler *Trichoderma* spp. ve *Penicillium* spp. tarafından tamamen kaplanarak, *H. annosum* s. l.' a ait konidiofor başçıklarının görülmesini engellemiştir. Bu funguslar arasında yer alan türlerden antagonist özellikte olanlar, *H. annosum* s. l.'un disk üzerinde gelişimine izin vermemiş



olabilir. Araziden alınan diskler steril olmadığı için, bu tür fungal çeşitlilik olağan görülmektedir.

*H. annosum* s. l.'un ülkemiz göknar ormanlarındaki biyolojik döngüsünün ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik bir seri araştırmalara başlanılmış olup (Doğmuş- Lehtijärvi vd., 2006, 2007a ve b), bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, hastalık etmeninin daha iyi tanınmasına dolayısıyla, orman sağlığının sürekliliğini hedef alan, bilinçli mücadele önlemlerinin seçilerek uygulamaya koyulmasına yardımcı olacaktır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK projesi (TOVAG- 104 0 560- Kariyer Projesi) çerçevesinde yürütülmüştür. Desteklerinden ötürü TÜBİTAK'a çok teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Anonim, 2005. Bolu meteoroloji istasyonu iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- 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 International, Wallingford, UK, pp. 333- 345.
- Brandtberg, P. O., Johansson, M., Seeger, P., 1996. Effects of season and urea treatment on infection of stumps of *Picea Abies* By *Heterobasidion Annosum* in stands on former arable land. Scandinavian Journal of Forest Research 11: 261-268.
- Capretti, P., Korhonen, K., Mugnai, L., Romagnoli, C., 1990. An intersterility groups of *Heterobasidion annosum* specialised to *Abies alba*. European Journal of Forest Pathology 20: 231-240.
- Chase, T.E. and Ullrich, R.C., 1983. Sexuality, distribution, and dispersal of *Heterobasidion annosum* in pine plantations of vermont. Mycologia 75: 825- 831.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2006. *Heterobasidion abietinum* on *Abies* species in western Turkey. European Journal of Forest Pathology 36: 280-286.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Korhonen, K., 2007a. *Heterobasidion* on *Abies nordmanniana* in northeastern Turkey. European Journal of Forest Pathology 37: 387-390.
- Doğmuş- Lehtijärvi, H.T., Lehtijärvi, A., Hatat- Karaca, G., Aday, A.G., 2007b. *Heterobasidion annosum* s. l.' un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar metotları ile tespiti. S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, Sayı 1: 58-67.
- 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. and Greig, B.J.W., 1998. Biological control 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. 235-239.
- Hodges, C. S., 1969. Modes of infection and spread of *Fomes annosus*. Annual Reviews of Phytopathology 7: 247- 266.
- Hsiang, T., Edmonds, R. L., Driver, C. H., 1989. Conidia of *Heterobasidion annosum* from *Tsuga heterophylla* forests in Western Washington. Canadian Journal of Botany 67: 1262-1266.
- Kallio, T., 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. Acta Forestalia Fennica 107: 1-20.
- Korhonen, K., 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 94: 1-25.

*Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* TOMRUKLARINDAN KESİLEN DİSKLERİN *Heterobasidion annosum* s.l. TARAFINDAN KOLONİZASYONU

- Korhonen, K., Capretti P., Moriondo, F., Mugnai, L., 1989. A new breeding group of *Heterobasidion annosum* found in Europe. In: Morrison, D.J. (Ed), Proceedings of the 7th. International Conference on Root and Butt Rots, Vernon & Victoria, Canada pp. 20-26.
- Korhonen, K. and 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.
- Korhonen, K., Lipponen, K., Bendz, M., Johansson, M., Ryen, I., Venn, K., Seiskari, P., Niemi, M., 1994. Control of *Heterobasidion annosum* by stump treatment with 'ROTSTOP', a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. 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. 675- 685.
- Korhonen, K. and Stenlid J., 1998. Biology 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. 43-70.
- Kuhlman, E. G., 1969. Survival of *Fomes annosus* spores in soil. *Phytopathology* 59: 198-201.
- Laine, L., 1976. The occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Cke in woody plants in Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 90:1-52.
- Möykkynen, T., 1997. Liberation of *Heterobasidion annosum* conidia by airflow. *European Journal of Forest Pathology* 27: 283- 289.
- Möykkynen, T., Von, Weissenberg, K., Pappinen, A., 1997. Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. *European Journal of Forest Pathology* 27: 291-300.
- Möykkynen, T., Miina, J., Pukkala, T., Von Weissenberg, K., 1998. Modelling the spread of butt rot in a *Picea abies* stand in Finland to evaluate the profitability of stump protection against *Heterobasidion annosum*. *Forest Ecology and Management* 106: 247- 257.
- Möykkynen, T., Miina, J., Pukkala, T., 2000. Optimizing the management of a *Picea abies* stand under risk of butt rot. *European Journal of Forest Pathology* 30: 65- 76.
- Niemelä, T. and Korhonen, K., 1998. Taxonomy of the genus *Heterobasidion*. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control, CAB International, Wallingford, UK, pp. 27-33.
- Piri, T., 1996. The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. *European Journal of Forest Pathology* 26: 193-204.
- Redfern, D.B., Stenlid, J., 1998. Spore dispersal and Infection In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control, CAB International, Wallingford, UK, pp. 105-124.
- Stenlid, J., 1985. Population structure of *Heterobasidion annosum* as determined by somatic incompatibility, sexual incompatibility and isoenzyme patterns. *Canadian Journal of Botany* 63: 2268- 2273.
- Stenlid, J., 1987. Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 187-198.
- Stenlid, J. and Rayner, A.D.M., 1989. Environmental and endogenous controls of developmental pathways: variation and its significance in the forest pathogen, *Heterobasidion annosum*. *New Phytologist* 3: 245- 258.
- Stenlid, J., 1994a. Homokaryotic *Heterobasidion annosum* mycelia in stumps of Norway spruce. 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. 249-253.

SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

- Stenlid, J., 1994b. Regional differentiation in *Heterobasidion annosum*. *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. 243-248.
- Stenlid, J. and Redfern, D.B., 1998. Spread within the tree and stand *In*: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control, CAB Internatinal, Wallingford, UK, pp. 125- 141.
- Swedjemark, G. and Stenlid, J., 1993. Population dynamics of the root rot fungus *Heterobasidion annosum* following thinning of *Picea abies*. *Oikos* 66: 247- 254.
- Webster, J. and Weber R., 2007. Introduction to Fungi. Third Edition. Cambridge University pres, U.K., 568 p.