

ANNOSUM KÖK VE ALT GÖVDE ÇÜRÜKLÜĞÜNÜN *ABIES BORNMÜLLERIANA* VE *ABIES CILICICA* MEŞCERELERİNDE YOĞUNLUĞUNUN BELİRLENMESİ

**H. T. DOĞMUŞ LEHTIJÄRVI,
A. LEHTIJÄRVI
F. OSKAY
A. G. ADAY
M. KARADENİZ**

Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

Özet: Bu çalışma 2008 yılında, Annosum kök ve alt gövde çürüklüğünün *Abies bornmülleriana* ve *Abies cilicica* meşcereleri üzerinde yoğunluğunu belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, Bolu ve Antalya (Akseki) illerinde, 3 meşcerede arazi sürveyleri yapılmıştır. Göknaar ağaçlarından alınan disk ve disk parçalarından oluşan 255 örnek, laboratuvar koşullarında *Heterobasidion* türlerinin eşeysiz döneminin (*Spiniger meineckellus* (Olson) Stalpers) varlığı açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; *A. bornmülleriana*'nın saf ve karışık meşcerelerinde hastalık yoğunluğu sırasıyla % 28.2 ve % 18.8, *A. cilicica* meşceresinde ise bu oran % 11.5 olarak bulunmuştur. Bunun yanında, *A. cilicica*'dan kesilen disklerin % 78,5'inde görülen bulaşmanın havadan ulaşan sporlar aracılığı ile olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Annosum kök çürüklüğü, Yoğunluk, Odun diskleri, Uludağ göknarı, Toros göknarı

INCIDENCE OF ANNOSUM ROOT AND BUTT ROT ON *ABIES BORNMULLERIANA* AND *ABIES CILICICA*

Abstract: The present study was carried out during 2008 in order to determine the presence of Annosum root and butt rot on living *Abies bornmülleriana* and *Abies cilicica* trees in 3 different stands located in Bolu and Antalya (Akseki) provinces. Totally, 255 wood samples, taken from fresh stump surfaces of fir trees just after felling, were carried to laboratory and examined for the existence of the anamorph stage of *Heterobasidion* (*Spiniger meineckellus* (Olson) Stalpers) species. Disease incidence was 28.2% and 18.8% on the pure and mixed stands of *A. bornmülleriana* in Bolu, respectively, and 11.5% on the pure *A. cilicica* stand in Akseki. It is concluded that 78.5 % of discs cut from *A. cilicica* were contaminated by airborne spores of the fungus.

Keywords: Annosum root rot, incidence, wood discs, Uludağ fir, Toros fir

GİRİŞ

Hastalık etmenleri ve zararlılar elverişsiz yetiştirme koşullarına sahip, hatalı silvikültürel müdahalelere maruz kalmış göknar bireyleri üzerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır (Markalas, 1992; Lännpää ve Ark., 2008; Uslu vd. 2001; Toper-Kaygın ve Sivacioğlu, 2002; Şimşek ve Öner, 2002; Şimşek ve Öner, 2003; Sivacioğlu vd., 2007; Yıldız ve Ark., 2007; Ünal ve Ark., 2007; Sarıkaya ve Avcı, 2002). Göknaar türlerinin bu hassasiyeti hastalıklar açısından ele alındığında; özellikle kar ve fırtına devriklerinin sıklıkla görüldüğü alanlarda (Toper-Kaygın ve Sivacioğlu, 2002), ağaç gövdelerinin mekanik direncinin azalmasına yol açan, kök sisteminden başlayıp, öz odununa doğru ilerleyen fungal etmenlerin varlığından şüphelenilmektedir. Bu fungal etmenler arasında,

kök ve alt gövde çürüklüğüne neden olan *Heterobasidion* türleri, Kuzey Yarımküre’de özellikle iğne yapraklı üretim ormanlarında ciddi ekonomik kayıplara yol açması nedeniyle geçmişten günümüze birçok araştırmaya konu olmuştur (Stenlid ve Wasterlund, 1986; Niemelä ve Korhonen, 1998). Hastalığı oluşturan türler *Heterobasidion* kompleksi içinde anılmakta olup, *Heterobasidion abietinum* Niemelä & Korhonen göknar (*Abies* spp.), *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s.str. çam (*Pinus* spp.) ve *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen ladin (*Picea* spp.) üzerinde bulunmaktadır (Hodges, 1969; Korhonen, 1978; Chase ve Ullrich, 1983; Korhonen ve Ark., 1989; Capretti ve Ark, 1990; Korhonen ve Piri, 1994; Niemelä ve Korhonen, 1998).

Ormancılık pratiğinde gerçekleştirilen arazi uygulamaları, *H. annosum*’ un meşcere içinde yayılışına uygun koşullar yaratmaktadır (Korhonen ve Ark., 1998). Patojen, mekanik veya makinelerle açılmış yaralardan, aralama veya tıraşlama kesimleri uygulanmış alanlarda ise dip kütüklerine havadan ulaşan sporları aracılığı ile bulaşmaktadır. Fungus bir kez kolonize olduktan sonra kök sistemi aracılığıyla çevredeki ağaçlara atlayabilmekte ve kök boğazından başlayarak, ağacın en değerli kısmı olan alt gövdenin 10 metrelik kısmını çürütebilmektedir (Stenlid ve Wasterlund, 1986). Fungusun bu şekildeki yayılışı etrafındaki sağlıklı ağaçlar için de ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Avrupa ülkelerinde, fungal etmenin kontrolüne yönelik yapılan araştırmalar, fungusun bazı kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri ile önlenebileceğini ortaya koymaktadır. Ancak, uygulanacak kontrol yöntemlerine karar vermeden önce, hastalık etmeninin oluşturduğu zararın boyutunun belirlenmesi gerekmektedir. Farklı ekolojik özelliklere sahip orman alanlarında gerçekleştirilen çalışmalar, kontrol yönteminin her zaman ekonomik olmadığına işaret etmektedir. Ülkemizde, *Heterobasidion* kompleksine dahil türler arasında; *H. abietinum* ve *H. annosum* s.s.’un varlığı tespit edilmiş olup, *H. abietinum*’ un göknarlar üzerinde bugüne kadar saptanan en yaygın tür olduğu bildirilmiştir (Doğmuş-Lehtijärvi ve Ark 2006, 2007a). Ancak, henüz, *H. annosum* s.l’ un arazideki yoğunluğunun belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Bu gereklilikten yola çıkarak, Uludağ göknarı ve Toros göknarının optimum yayılış sınırları içerisinde yer alan mıntikalarda, fungal etmenin yoğunluğuna bakılarak neden oldukları zarar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç çerçevesinde, Bolu- Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve Antalya- Akseki Toros göknarından (*Abies cilicica* Ant.) alınan disk örneklerinden, fungal etmenin bu alanlardaki varlığına ve yoğunluğuna ilişkin veriler elde edilmiştir.

MATERYAL

Sörvey çalışmaları, Ağustos- Kasım 2008 tarihleri arasında Bolu- Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve Antalya Akseki Toros göknarı (*Abies cilicica* Ant.) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışılan meşcerelerin bağlı buldukları Orman İşletme Şeflikleri ve meşcerelerin özellikleri Tablo 1’ de verilmiştir.

Kökez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki örnek alanda göknarlar asıl yetiştirme muhitinin dışında, işgalci tür niteliğinde olup, alanda ökse otu ve kabuk böceği zararı söz konusudur. Çaydurt Orman İşletme Şefliğinde yer alan örnek alan ise bozuk orman vasfında, rehabilitasyon çalışmalarının yürütülmekte olduğu bir sahadır.

Tablo 1. Örnek alan özellikleri

Örnek alan	GPS Koordinatı	Rakım (m)	Meşcere Bakışı	Şeflik	Meşcere tipi ve Bonitet Sınıfı
Bolu- I <i>A. bornmülleriana</i>	40° 40' 08"K 32° 32' 25"D	863	Kuzey/ Kuzeybatı	Bolu/Aladağ/ Kökez	GÇkb3- III
Bolu- II <i>A. bornmülleriana</i>	40° 44' 12"K 31° 55' 20"D	1457	Kuzey/ Kuzeydoğu	Bolu/Aladağ/ Çaydurt	ÇkGbc1- III
Akseki <i>A. cilicica</i>	37° 05' 25"K 31° 46' 04"D	1292	Kuzey/ Kuzey Batı	Antalya Akseki/ Akseki	GScd2- III

Her iki arazi alanından kestirilerek laboratuara getirilen disk ve disk parçalarından oluşan 255 örnek *Heterobasidion* türlerinin eşeysiz dönemine ait (*Spiniger meineckellus* (Olson) Stalpers) yapılarının varlığına bakılarak değerlendirilmiştir.

METOT

Sörvey çalışmaları

Sörveyler, 2008 yılında Bolu-Aladağ ve Antalya-Akseki'de iki farklı alanda toplam 3 meşcerede gerçekleştirilmiştir.

İlk sörvey çalışması, Ağustos sonu Eylül başında Bolu-Aladağ'da, farklı nitelikteki Uludağ göknarı meşcerelerinde (Bolu I ve Bolu II) üretim çalışmalarının yürütüldüğü esnada yapılmıştır (Tablo 1). Ağaçların kütükleri taranarak, tipik çürüklük belirtisi taşıyanlardan disk parçaları alınmıştır. Kasım 19–24 tarihleri arasında Akseki'de gerçekleştirilen ikinci sörveyde ise, çapları 20cm den küçük olan 200 ağaçtan, 1-2cm kalınlığında diskler, aralama çalışmaları yapılırken kestirilmiştir. Alınan örnekler kesimi takiben yaklaşık 1–2 dakika içinde naylon torbalara koyulmuş ve *Heterobasidion* türlerinin varlığı açısından incelenmek üzere laboratuara getirilmiştir. Disk parçalarının alındığı ağaçların çapları arazide, yaşları da laboratuarda kayıt edilmiştir.

Laboratuvar Çalışmaları

Arazide kilitli naylon torbalarda yerleştirilerek, laboratuara getirilen disk örnekleri, fungal etmenin konidi oluşumunu teşvik etmek amacıyla bir hafta boyunca 24 °C de inkubasyona tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda, stereo-mikroskop altında konidiforlarının görüldüğü alanlar işaretlenmiştir. Bu alanlar, *Heterobasidion* türlerini karakterize eden tarzda öz odun ve diri odun bağlantısı olanlar (Şekil 1) ve sadece diri odunda görülenler şeklinde 2 grupta ele alınmıştır. Bolu'dan alınan ve çürüklük belirtisi taşıyan disk örnekleri de benzer şekilde inkubasyona tabi tutularak, sadece *Heterobasidion* türlerine ait konidioforların varlığı açısından gözlenmiştir.

BULGULAR

İki önemli göknar türümüzün yayılış alanlarında *Heterobasidion*' un dikili ağaçlardaki yoğunluğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın bulguları Tablo 2' de verilmiştir.

Annosum Kök Ve Alt Gövde Çürüklüğünün *Abies Bornmülleriana* Ve *Abies Cilicica* Meşcerelerinde Yoğunluğunun Belirlenmesi

Tablo 2. Arazi ve laboratuvar bulguları

	<i>A. bornmülleriana</i>				<i>A. cilicica</i>	
	Kökez		Çaydurt		Akseki	
	Ortalama	min-max	Ortalama	min-max	Ortalama	Min-max
Hastalık yoğunluğu (%)	28.2		18.7		11.5	Min-max
Ağaç çapı (cm)	30.4	18.0– 44.0	25.2	13.0–48.0	9.9	7.0–20.5
Ağaç yaşı	115.9	73–155	73.7	54–103	86.9	45–177

Bolu Aladağ'da gerçekleştirilen arazi çalışmasında, Kökez Orman İşletme Şefliği'nde 63 adet yeni kesilmiş dip kütüğünün 39 adedinde (% 61.9) çürüklük belirtileri gözlenmiş, bu kütüklerden alınan örneklerin 11 adedinde (% 28.2) *H. annosum* s.l.'a rastlanmıştır. Çaydurt Orman İşletme Şefliği'nde ise 36 adet yeni kesilmiş dip kütüğünden 16 adedinde (% 44.4) çürüklük tespit edilmiş, bu çürüklüklerin 3 tanesinin (%18.7) *H. annosum* s.l.' dan kaynaklandığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Diri ve öz odunu kaplayan çürüklük belirtisi

Akseki Orman İşletme Şefliği'nde gerçekleştirilen sörvey çalışmasında seçilen 200 ağacın ortalama yaşları 86.9 ve çapları 9.9cm olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Laboratuvar incelemelerinde, disklerin toplamda 180 adedinde *H. annosum* s.l.'un konidioforlarına rastlanmıştır. Bu disklerin 23 adedinde (% 11.5) öz odunu ve diri odunda kolonize olan fungusun çürüklük belirtisi oluşturduğu, 157 adedinde (%78.5) ise diri odunda belirti oluşturmaksızın konidioforların bulunduğu tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Diskler üzerinde kolonize edilen alanların özelliklerine bakılarak, *H. annosum* s.l.' un ağaç içinde önceden var olduğuna ya da sporları aracılığıyla dışarıdan kesik odun yüzeyine bulaştığına dair fikir edinilebilmektedir (Rönnberg ve Ark. 2006). Birinci durumda, diskler üzerinde öz odununu içine alan, ancak karakteristik şekli olmayan alanlar dikkat çeker. Reçine sızıntısının görüldüğü bu bölgeler, ince ve kuru bir zonla sağlıklı odundan ayrılmaktadır. Bunun aksine, havadan bulaşan basidiosporlardan gelişen fungus, diri odunla sınırlı ancak, öz oduna geçmeyen elips şeklinde çok sayıda koloniler oluşturur (Rönnberg ve Ark . 2006). Çalışmamızda bu ayırmadan yola çıkarak, Toros göknarına ait 200 diskin 23 adedinde (% 11.5) öz ve diri odunun, 157 adedinde (%78.5) ise yalnızca diri

odunun *H. annosum* s.l. tarafından kolonize edildiği belirlenmiştir. Bu bulguların değerlendirilmesi sonucunda, enfeksiyonların % 11,5' nin kök kaynaklı olduğu, yani dikili ağacın bünyesinde bulunduğu, geri kalanın ise havadan bulaşan basidiosporlar tarafından oluşturulduğu sonucuna varılmıştır. Diskler alınır alınmaz en fazla 2 dakika içerisinde naylon torbalara koyulmuş olmasına rağmen, basidiospor kaynaklı bulaşmanın yüksek oranlarda bulunması dikkat çekicidir. Doğmuş-Lehtijärvi ve arkadaşları (2006), bölgede süre gelen ormancılık faaliyetlerinin fungus için uygun gelişme ortamı yaratmış olabileceğine ve bu nedenle basidiokarpların alanda yoğun olarak bulunduğu işaret etmektedir. Dolayısıyla, havada yoğun olarak bulunan sporların bu kısa zaman aralığında disklere bulaşması mümkün görülmektedir. Basidiospor kaynaklı bulaşmayla ilgili olarak yapılabilecek bir diğer açıklama da, sporların ağaç kabukları üzerinde depolanarak kesim aleti vasıtasıyla disklere geçebileceği şeklindedir. Korhonen ve Stenlid (1998), Shaw (1981)' e atfen, ağaç kabuklarında depolanan sporların çimlenmeden aylarca kabuk pulları altında canlılığını koruyabildiğini ve bunların kesim işlemleri sırasında kütük yüzeyine bulaştıklarını belirtmiştir.

Rishbeth (1951)'in taze kesilmiş kütük yüzeylerine bulaşan sporların, hastalığın civardaki ağaçlara kök kaynaşması yolu ile yayılmasında önemli rolü olduğunu ortaya koymasının ardından, arazide gerçekleştirilen silvikültürel müdahalelerin, hastalık etmeninin yayılması ve gelişmesine elverişli koşullar yarattığı sonucu ortaya çıkmıştır (Redfern ve Stenlid, 1998). Başka bir ifadeyle, başlangıçta dikili ağaçlarda nispeten düşük bulunan enfeksiyon yoğunluğunun, ilerleyen yıllarda gerçekleştirilecek ormancılık faaliyetlerine paralel olarak artış göstereceği söylenebilir. Akseki örnek alanında, ağaçlar çap ve yaşları bazında değerlendirildiğinde, çapların olması gerekenden daha az, dolayısıyla yavaş geliştikleri dikkati çekmektedir. Bu her ne kadar yetiştirme ortamı özelliklerine bağlı olsa da, gölge ağacı olan göknarların ancak siper baskısından kurtulduktan sonra daha hızlı geliştiği bilinmektedir (Genç, 2004). Rishbeth (1957), *H. annosum* s. l' dan kaynaklanan hastalık şiddetinin, hızlı gelişen ağaçlarda, yavaş gelişenlere kıyasla daha fazla olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, inokulum kaynağının bol olduğu yerlerde gerçekleştirilen aralama kesimlerinin, hastalığın alanda varlığını sürdürmesine olanak sağlayarak, özellikle hızlı gelişen ağaçlarda enfeksiyon riskinin artmasına neden olacağı söylenebilir.

Dikili ağaçta vejetatif miselyumun yayılması ve çürüklük oluşturması konukçu türü, ağacın yaşı, odununun nem miktarı, odunda bulunan endofitler ve diğer bazı faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Çalışmamızda disk örnekleri 20 cm çapından küçük (ortalama= 9.9cm) sağlıklı görülen göknar bireylerinden alınmıştır. Kurkela (2002), ölü ve ölmekte olan ağaçlardan alınan örneklerin *H. annosum* yoğunluğunu daha iyi ortaya koyduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Dimitri ve Tomiczek (1998), rüzgar devriğine maruz kalmış ladin ağaçlarının, %70'den fazlasının *H. annosum* s.l'dan kaynaklanan kök çürüklüğüne maruz kaldığı bildirmiştir. Bu durumda dikili ağaçlarda *H. annosum* s.l. yoğunluğu, dikili ağaçlarda gerçek değerinden daha düşük oranda tespit edilmiş olunabilir. Hastalığa ilişkin daha gerçekçi bir tablo çıkarabilmek için, farklı yaş ve çap sınıflarındaki bireylerden, henüz ölmüş, ölmekte olan, kar ya da rüzgâr devriklerine maruz kalmış, tepe kapallılığı ve rengi itibarıyla sağlıklı görünen ağaçlardan da disk örneklerinin alınması daha uygun görülmektedir.

Ağaçların ilerleyen yaşlarda *H. annosum* s.l.' ya karşı hassasiyetlerinin arttığı bildirilmektedir (Pratt, 1979; Hüttermann ve Woodward, 1998). Benzer şekilde, meşçere yaşı ile hastalık etmeninin yoğunluğu ilişkilendirilmiştir. Holmsgaard vd. (1968), 30 yaşındaki bir meşçerede, hastalık yoğunluğunun %10 iken, bundan 20- 50 yıl sonra % 30- 50' ye ulaştığını hesaplamıştır. Vollbrecht ve Bilde Jorgensen (1995), geliştirdikleri

modelde, 50 yıl içerisinde, başlangıçta % 5 olan enfeksiyon yoğunluğunun, % 60'a çıkabileceğini tahmin etmişlerdir. İşletme ormanı niteliğindeki Akseki arazisinde, yaşları 45 ile 177 arasında değişen örnek ağaçlara ait disklerden 23 adedinin önceden *H. annosum* s.l ile enfekteli olduğu ve bu ağaçların %52.2' sinin 65–95 yaş dilimleri arasında yer aldığı görülmektedir. Ancak, toplamda seçilen 200 adet örnek ağacın yaş dağılımlarının da bu aralıkta yoğunlaşması ve ağaç yaşları ve hastalık etmeninin yoğunluğu arasında bir korelasyon bulunmaması ($r=0.002$, $p=0.539$), bu yaş aralığındaki bireylerin daha duyarlı olduğuna işaret etmemektedir. Bu nedenle, göknarlarının etmene karşı hassas olduğu yaş grupları hakkında bilgi edinmek istendiğinde, örneklemelerin farklı yaş gruplarını içeren bireyler arasından yapılması daha uygundur.

Bolu örnek alanlarında *H. annosum* s.l' un dikili ağaçlardaki görülen %28.2 ve 18.8 oranlarındaki varlığının, Akseki' ye nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Üç örnek alan arasındaki farklılığın, örnek alanların coğrafik ve ekolojik özellikleri ile ilişkilendirilebileceği gibi, meşcere tipinin hastalık etmeninin alandaki yayılışı üzerinde önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Karışık meşcerelerde *H. annosum* yoğunluğunun daha düşük olduğu bilinmektedir (Korhonen ve Ark., 1998; Linden ve Vollbrecht, 2002). Linden ve Vollbrecht (2002), Avrupa ladin ve Sarıçam karışık meşcerelerinde karışım oranlarının %50 olması durumunda, Avrupa ladinlerinde *H. annosum* zararının daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumda, toprak altında kök kaynaşması yolu ile yayılan fungusun (Rishbeth, 1951) yeni bireylere ulaşması için daha fazla yol kat etme zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Aynı şekilde farklı ağaç türlerinin yer aldığı arazide hastalık etmeninin sporları, konukçu türün varlığı oranında kütük yüzeyine bulaşıp yayılma şansı bulabilecektir (Linden ve Vollbrecht, 2002). Ayrıca, karışık meşcerelerdeki bitki çeşitliliği, bu ekosistemde yer alan her türlü olası mikroorganizma çeşitliliğini de beraberinde getireceği için, bunlar arasında *H. annosum* s.l.'un yayılışını baskılayabilecek antagonistlerin bulunması şansı daha fazla olacaktır (Johansson ve Marklund, 1980; Holmer ve Stenlid, 1993). Arazi gözlemlerimiz Çaydurt' ta çalışılan alanda göknar bireyleri arasındaki mesafenin uzun, bunun aksine Kökez'de kısa olduğuna, bunun yanında ilk alanda karaçamın karışımda dominant tür olarak yer alırken, Kökez'de göknarın ağırlıklı olduğuna işaret etmektedir. Her ne kadar örnek alan ve ağaçlardan alınan disk sayımız az da olsa, Çaydurt' ta hastalık şiddetinin dikili ağaçlarda daha az olmasına ilişkin bu tür bir açıklama yapılabilir.

Kökez örnek alanında göknarlar asıl yetiştirme muhiti dışında, işgalci tür niteliğinde olup, böcek saldırılarına sıklıkla konu oldukları belirtilmektedir. Buradaki çalışmalarımız sırasında kesilen ağaçların ve örnek ağaçların böcek saldırısına ve ökse otu (*Viscum album* ssp. *abietis* (Wiesb.) Abromeit) zararına maruz kaldıkları dikkatimizi çekmiştir. Tsopelas ve Angelopoulos, (2003), %13.2' si *H. annosum* s.l. ya da *Armillaria mellea* (Vahl:Fr.) Kum. ve *Armillaria gallica* Marx. & Rom. tarafından enfekte edilmiş göknar ağaçlarının, %88.88'inde ökse otu görüldüğünü bildirirken, Tsopelas ve Ark. (2004), Yunanistan'da çeşitli göknar türlerinde bir çok alanda ökse otunun, *Heterobasidion* türleri ile bir arada bulunduğunu bildirmiştir. Bonella ve Ark. (2003), kök hastalıklarının ağacı, kabuk böceklerinin saldırılarında karşı predispoze ettiğine işaret ederken, Jankovsky ve Ark. (2003), *Armillaria* spp. ve *H. annosum* s.l ile böcek atakları arasında benzer bir ilişkinin varlığına değinmiştir. *H. annosum* s.l ile böcek atakları ve ökse otu zararı arasında bir ilişkinin varlığından söz edebilmek için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

H. annosum, Dünya' da, Kuzey Yarımküre' de yer alan tüm ılıman ülkelerde, zarara neden olduğu bilinmektedir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Dolayısıyla, ılıman iklim koşullarının hastalık etmeninin yayılışını kolaylaştıran önemli bir faktör olduğu

söylenbilir. Hastalık etmeninin vejetatif ve generatif gelişiminin 0- 2 °C arasında başladığı, 22-28 °C arasında ise optimuma ulaştığı rapor edilmiştir (Korhonen ve Stenlid, 1998). Özellikle yağmuru izleyen ılık hava koşullarında spor üretiminin son derece yüksek olduğu bildirilmiştir (Yde- Andersen, 1962). Arazi çalışmalarını kapsayan günlere ilişkin minimum ve maksimum ortalama sıcaklık değerleri, Akseki’de 8 ve 12 °C, Bolu’ da 13.6 ve 29.8 °C olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2008). İlgili tarihlerde nispi nem ortalama değerleri Akseki’de % 87.86, Bolu’da % 68.84 olarak kayıt edilmiştir. Her iki arazi alanı içinde elde edilen sıcaklık dereceleri ve nispi nem miktarları fungusun aktif halde bulunduğu değerler arasındadır. Bu koşullar, hâlihazırda havada bulunan basidiosporların, diskler üzerinde çimlenip, miselyum ve konidiospor oluşturmasını mümkün kılmaktadır. Bolu ve Akseki’den alınan 1987 – 2008 yıllarını kapsayan ortalama sıcaklık değerleri, hastalık etmeninin Akseki’ de her mevsim, Bolu’da ise sıcaklık ortalamalarının en düşük seyrettiği (ort. 0.81- 2.8 °C), karlanma ve buzlanmanın olduğu Aralık - Şubat dışındaki tüm aylarda yayılışını gerçekleştirebileceğini göstermektedir. Bu demek oluyor ki, fungal etmeninin bölgede var olması durumunda, yılın herhangi bir döneminde uygulanan silvikültürel işlemler, hastalığın lehine işleyecektir. Bu durumda en uygun strateji, bu alanlarda kesim işlemlerinin ardından kütük yüzeyinin üre veya boraks gibi kimyasallarla müdahalesi olacaktır. Tarafımızdan gerçekleştirilen laboratuvar ve arazi çalışmalarının ilk sonuçları, ürenin hastalık etmeninin bulunduğu alanlarda uygulanmasının uygun olduğuna işaret etmektedir (2009 yayınlanmamış veri). Bunun yanında, fidanlarda yapılan inokulasyon denemeleri, kuraklıktan kaynaklanan su stresinin, hastalık şiddetini arttırdığını göstermektedir (Lindberg ve Johanson, 1992; Stenlid ve Redfern, 1998). Bu durum, özellikle Akdeniz iklim kuşağının karşı karşıya kalacağı, küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiklikleri (Kellomaki, ve Ark., 2000) açısından değerlendirildiğinde, Toros göknarının, Doğu Karadeniz ve Uludağ göknarına nazaran kuraklık stresini daha yoğun yaşayacağı, dolayısıyla, *H. annosum* enfeksiyonlarına karşı da daha duyarlı olacağı beklenmektedir (Aussenac, 2002).

Bu güne kadar yapılan araştırmalar, ülkemiz koşullarında *H. annosum* s.l’ dan kaynaklanan zararın ciddi olabileceğini göstermektedir. Neden olan zararın boyutu hakkında daha gerçekçi bir tablo çizmek için, değişik ekolojik özelliklere sahip alanlarda, daha fazla sayıda bireyler üzerinde, mevsimsel farklılıklar da göz önünde bulundurulduğu detaylı çalışmalar yapmak zorunludur. Bu aşamadan sonra ise, diğer ülkelerde olduğu gibi, patojenin neden olduğu kayıpların ekonomik boyutu en iyi şekilde analiz edilerek, kontrol yöntemlerinden en uygun olanı ya da olanlarının uygulamaya aktarılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2008. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Aussenac, G., 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science* 59 (8) 823-832.
- Bonello, P., Storer, A. J., Gordon, T. R., Wood, D. L. and Heler, W. 2003. Systemic Effects of *Heterobasidion annosum* on Ferulic Acid Glucoside and Lignin of Presymptomatic Ponderosa Pine Phloem, and Potential Effects on Bark-Beetle-Associated Fungi. *Journal of Chemical Ecology* 29 (5) 1167-1182.
- 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.
- Dimitri, L. and Tomiczek, C., 1998. Germany and Austria. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*, CAB Internatinal, Wallingford, UK, pp 355-368
- 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.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları 269-280. Isparta.
- Hodges, C. S., 1969. Modes of infection and spread of *Fomes annosus*. *Annual Reviews of Phytopathology* 7: 247- 266.
- Holmer, L. & Stenlid, J. 1993. The importance of inoculum size for the competitive ability of wood decomposing fungi. *FEMS Microbiology and ecology* 12, 169-176.
- Holmsgaard, E., Neckelmann, J., Olsen, H.C. & Paludan, Fr. 1968. On the dependence of butt rot on soil conditions and silvicultural methods of spruce planting in Jutland heath areas. *Det Forstlige Forsøgsvæsen in Danmark* 30: 187–407. (In Danish with English summary).
- Hüttermann, A. & Woodward, S. 1998. Historical aspects. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R and Hüttermann, A. (eds.). *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 1-25.
- Jankovský, L., Cudlín, L.P., Moravec, I. 2003. Root Decays As A Potential Predisposition Factor Of A Bark Beetle Disaster In The Šumava Mts. *Journal of Forest Science*, 49, 2003 (3): 125–132.
- Johansson, M. & Marklund, E. 1980. Antagonists of *Fomes annosus* in the rhizosphere of grey alder (*Alnus incana*) and Norway spruce (*Picea abies*). *European Journal of Forest Pathology* 10: 385–396.
- Kellomaki, S., Karjalainen, T., Mohren, F. and Lapvetelainen T., 2000. Expert assessments of the likely impacts of climate change on forests and forestry in Europe. *European Forest Institute*. 124p.
- Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*. 94: (6), 1-25.
- Korhonen, K., Capretti P., Moriondo, F. and 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 1998pp. 20-26.
- 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.). *Proceedings of the Eighth International Conference on Root and Butt Rots*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. pp. 260-267.
- Korhonen, K. & Stenlid, J. 1998. Biology. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R & Hüttermann, A. (eds.). *Heterobasidion annosum: Biology, ecology, impact and control*. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 43-70.
- Korhonen, K., Delatour, C., Greig, B.J.W. & Schönar, S. 1998. Silvicultural control. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R & Hüttermann, A. (eds.). *Heterobasidion*

- annosum*: Biology, ecology, impact and control. CAB International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 283-313.
- Kurkela, T. 2002. Crown condition as an indicator of the incidence of root rot caused by *Heterobasidion annosum* in Scots pine stands. *Silva Fennica* 36(2): 451–457.
- Lännenpää, A., Aakala, T., Kauhanen, H. & Kuuluvainen, T. 2008. Tree mortality agents in pristine Norway spruce forests in northern Fennoscandia. *Silva Fennica* 42(2): 151–163.
- Lindberg, M. and Johansson, M., 1992. Resistance of *Picea abies* seedlings to infection by *Heterobasidion annosum* in relation to drought stress. *European Journal of Forest Pathology* 22, 115–124.
- Lindén, M. & Vollbrecht, G. 2002. Sensitivity of *Picea abies* to butt rot in pure stands and in mixed stands with *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Silva Fennica* 36(4), 767-778.
- Markalas, S., 1992. Site and stand factors related to mortality rate in a fir forest after a combined incidence of drought and insect attack. *Forest Ecology and Management*, 47, 367- 374.
- Niemelä, T. & 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, ISBN 0 85199 275 7, pp. 27-33.
- Pratt, J. E., 1979. *Fomes annosus* butt-rot of Sitka spruce I. Observations on the development of butt-rot in individual trees and in stands. *Forestry*, 52, 11-29.
- 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, ISBN 0 85199 275 7, pp. 105-124.
- Rishbeth, J. 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus* with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in stumps. *Annals of botany* 15, 1-21.
- Rishbeth, J. 1957. Some further observations on *Fomes annosus* Fr. *Forestry* 30: 69–89.
- Rönnerberg, J., Petrylaite, E., Nilsson, G., Pratt, J., 2006. Two studies to assess the risk to *Pinus sylvestris* from *Heterobasidion* spp. in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21: 405-413
- Sarıkaya, O., Avcı, M., 2002. Batı Akdeniz Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.) Ormanlarında Ağaç Ölümleri. *Orman Mühendisliği Dergisi*, Yıl:39, Sayı:9-10, sf. 20-24. Ankara
- Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., 2007. Silvikültürel Uygulamaların Ilgaz Dağları Göknar Ormanlarındaki Meşcere Yapısına Ve Çevreye Etkisi, *Ulusal Çevre Sempozyumu*, 18-21 Nisan, 2007 Mersin, S.196.
- 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.
- Stenlid, J. & 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 International, ISBN 0 85199 275 7, pp. 125-141.
- Şimşek, Z., Öner, N., 2002. Ilgaz-Yenice orman ekosisteminde bulunan kabuk böceklerinin salgın yapmasında meşcere yapısı ve iklim koşullarının etkisi. II. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 12 s.

Annosum Kök Ve Alt Gövde Çürüklüğünün *Abies Bornmülleriana* Ve *Abies Cilicica* Meşcerelerinde Yoğunluğunun Belirlenmesi

- Şimşek, Z., Öner, N., 2003. Ilgaz (Derbent ve Doruk)'da Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) Meşcerelerinin Silvikültürel Özellikleri İle Saptanan Kabukböcekleri ve Mücadele Yöntemleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, Sayı:2, 49-60.
- Toper Kaygın, A. ve A. Sivacıoğlu, “Kastamonu-Ilgaz Dağları Göknaar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ormanlarındaki Silvikültürel Müdahalelerin Böcek ve Fırtına Zararı Üzerindeki Etkileri”, II.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15 - 17.05.2002, Artvin.
- Tsopelas P., Angelopoulos, A., Economou, A., Soulioti, N., 2004. Mistletoe (*Viscum album*) in the fir forest of Mount Parnis, Greece. *Forest Ecology and Management* 202 59–65
- Tsopelas, P., Angelopoulos, A., 2003. Incidence of root diseases in the fir-forest of Mount Parnis National Park, Greece. In: Laflamme, G. (Ed.), *Proceeding of 10th IUFRO International Conference on Root and Butt Rots*, Quebec City, Canada. September 16–22, 2001. Canadian Forest Service, pp. 408–412.
- Uslu ,N., Ünal , S., Küçük , Ö., 2001. Ilgaz Dağı Ormanlarında Göknaar Kanseri (*Melampsorella caryophyllacearum* Schröter) Zararı Üzerine Araştırmalar , Türkiye IX. Fitopatoloji kongresi, Bildiriler kitabı, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ
- Ünal, S., Sivacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., 2007. Ilgaz Dağları Ormanlarındaki Fırtına Devrikleri ve Entomolojik Sonuçları, Ulusal Çevre Sempozyumu, 18-21 Nisan,2007 Mersin, S.149.
- Vollbrecht, G. & Jørgensen, B. B. 1995. Modelling the incidence of butt rot in plantations of *Picea abies* in Denmark. *Canadian journal of forest research* 25: 1887-1896.
- Yde-Andersen, A. 1962: Seasonal incidence of stump infection in Norway spruce by airborne *Fomes annosus* spores. *For. Sci.* 8, 98–103.
- Yıldız,O., Esen, D., Akbulut, S., 2007. Effects of different ecological and silvicultural factors on beetle catches in the Turkish fir (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ecosystems. *Journal of pest science*, Vol. 80 (3), pp. 145-150.