

Çam Solgunluk Hastalığı (*Bursaphelenchus xylophilus*)

TANIMLAMA

İsim

Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhner) Nickle

Aphelenchoides xylophilus Steiner & Buhner

Bursaphelenchus lignicolus Mamiya & Kiyohara

Yaygın İsimler

Çam Odun Nematodu, Çam Solgunluk Hastalığı

Sistematikte Yeri

Nematoda: Aphelenchoididae

B. xylophilus ilk olarak Amerika'da *Aphelenchoides xylophilus* olarak tanımlanmıştır (Steiner & Buhner, 1934). Daha sonra, Japonya'da çam solgunluk hastalığının sebebi olarak belirlendiği zaman, *Bursaphelenchus lignicolus* olarak yeniden tanımlanmıştır (Mamiya & Kiyohara, 1972). Sinonimi 1981 yılında tanınmıştır (Nickle *et al.*, 1981). *B. xylophilus*'un kökeni Kuzey Amerika'dır.

Japonya'da ve diğer Asya ülkelerinde bulunan *B. xylophilus*'un bu alanlara Kuzey Amerika'dan geldiği bilinmektedir. Görünüşe göre bir diğer çok yakın ilişkili tür, *Bursaphelenchus kolymensis* Korenchenko, eski Rusya'nın uzak doğusunda Larix'den tanımlanmıştır (Korenchenko, 1980). Bu nematodla ilgili olarak çok fazla çalışma yapılmamış olmakla beraber *B. mucronatus*'un sinonimi olması muhtemeldir. Kanada'nın (Harmey & Harmey, 1993), Quebec eyalet sınırları dâhilinde bir *B. mucronatus* popülasyonu tespit edilmiştir ancak bunun bir giriş olup olmadığı bilinmemektedir.

EPPO A1 listesinde yer almaktadır.

Avrupa Birliği : 2012/535/AB Komisyon kararı

Türkiye'de Yönetmelikler

Bitki Karantinası Yönetmeliği Ek 2A

Bitki Pasaportu Sistemi ve Operatörlerin Kayıt Altına Alınması Hakkında Yönetmelik Ek 5A

• *Monochamus* spp.

Sistematikteki Yeri: Insecta: Coleoptera: Cerambycidae

İsim ve Sinonimleri: Tablo 1'e bakınız.

EU Annex designation: I/A1- *Monochamus* spp.

KONUKÇULARI

Bursaphelenchus xylophilus

B. xylophilus'un başlıca konukçusu *Pinus* spp.'dir. Görünüşe göre, tüm kurumuş *Pinus* türleri *B. xylophilus*'un gelişimi için uygun yüzeyler oluştururlar. Ancak sadece sınırlı sayıda tür, canlı ağaçlara saldırma duyarlılığına sahiptir. Sadece Uzak Doğu türleri *P. bungeana*, *P. densiflora*, *P. luchuensis*, *P. massoniana* ve *P. thunbergii* (onların doğal habitatlarında), ve Avrupa türleri *P. nigra* and *P. sylvestris* (Kuzey Amerika'da dikilen) ve *P. pinaster* (Çin'de dikilen) sahadaki olgun çamlarda olduğu gibi, çam solgunluk hastalığından ölen türlerdir. Nematod tarafından zarar gören ya da öldürülen

birçok diğer tür de bulunmuştur ancak bunlar sadece deneysel koşullarda olmuştur (başlıca seralardaki fidanlar).

Diğer coniferler (öncelikli olarak *Larix*, *Abies* and *Picea*) de konukçu olabilmektedir ancak zarar raporları seyrek. Amerika'da bu nematoddan kaynaklı *Picea* ve *Pseudotsuga* ölümleri rapor edilmiştir (Malek & Appleby, 1984).

EPPO bölgesinde, *P.sylvestris* kuzey ve orta bölgelerde risk altındayken, *P.nigra* ve *P.pinaster* orta ve güney bölgelerde tehdit altındadır.

Monochamus spp. *B.xylophilus*'un bilinen ya da muhtemel taşıyıcısı olmasından endişe edilen *Monochamus* spp. Başlıca *Pinus* spp.'lerde gelişirler ancak diğer coniferous cinsleri de bazen konukçu olarak rol oynarlar (bakınız Tablo 1). Ayrıca bunlar, üzerinde tamamen ergin olma imkânı bile çok kısıtlı olan birçok coniferous türünde yumurtlamaktadır. Ancak, *Thuja plicata*, yumurtlamayı engelleyen insektisit özellikler göstermektedir. Diğer *Monochamus* türleri diğer konukçulara saldırılmaktadır, ancak bunun mevcut bağlamda herhangi bir önemi yoktur.

COĞRAFİK DAĞILIMI

Bursaphelenchus xylophilus

B. xylophilus'un orijininin Kuzey Amerika olduğu varsayılmaktadır ve buradan 20. yüzyılın başlarında Japonya'nın güney kesiminde bulunan Kyushu adasına bulaşık tomruklarla taşınmıştır (Nickle *et al.*, 1981; Mamiya, 1983; Malek & Appleby, 1984). Amerikan coniferleri oldukça dirençli iken Japon coniferlerinin daha hassas ve duyarlı olmaları bu görüşü destekleme eğilimindedir. *B. xylophilus* Japonya'dan tüm Asya ülkelerine yayılmıştır (Li *et al.*, 1983).

EPPO bölgesi: Portekiz ve İspanya'da etmenin varlığı bilinmektedir. İspanya'da eradikasyon işlemleri devam etmektedir.

Asya: Çin (Anhui, Guangdong, Chongqing, Fujian, Guangxi, Guizhou, Hubei, Hunan, Jiangxi, Jiangsu, Shaanxi, Shandong, Sichuan, Xianggang (Hong Kong), Zhejiang, Japonya (Honshu, Kyushu, Ryukyu Archipelago, Shikoku), Kore, Tayvan.

Kuzey Amerika: Kanada (Alberta, British Columbia, Manitoba, New Brunswick, Newfoundland, Northwest Territories, Nova Scotia, Ontario, Quebec, Saskatchewan, Yukon Territory), Meksika, Amerika Birleşik Devletleri (Alabama, Arkansas, California, Colorado, Connecticut, Delaware, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Kentucky, Louisiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Mississippi, Missouri, Nebraska, New Jersey, New York, North Carolina, Ohio, Oklahoma, Oregon (probably), Pennsylvania, South Carolina, Tennessee, Texas, Vermont, Virginia, West Virginia, Wisconsin)

Monochamus spp.

B. xylophilus un muhtemel taşıyıcılarından olduğu endişe edilen *Monochamus* türleri yalnızca kuzey yarıkürede oluşur. Tablo1 *monochamus* türlerinin dağılımının *B. xylophilus* ile kesişip kesişmediğini ve *B. xylophilus* nin taşıyıcısı olup olmadığını ve coğrafi dağılımını gösteren bir listedir. Şu belirtilmelidir ki türler çok geniş alana yayılmıştır ve cins kuzey yarıkürenin birçok bölgesinde bulunabilmektedir. Büyük Britanya adaları ve İrlanda istisnadır. *Monochamus* cinsi dünyanın diğer yerlerinde de bulunmaktadır, ancak söz konusu türler coniferlere saldırılmamaktadır.

A.B.D, Kanada, Avrupa (*M. galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. sutor*, *M. urussovi*, *M. sartor*), Asya (*M. alternatus*, *M. galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. urussovi*, *M. tesserula*, *M. nitens*), Guatemala (*M.*

rubigenus) Honduras (*M. rubigenus*), Türkiye (*M. galloprovincialis*), Afrika (*M. galloprovincialis*, *M. leuconotus*)

BIYOLOJİSİ

Bursaphelenchus xylophilus

B. xylophilus un üreme, çoğalma yayılma olmak üzere tüm yaşamı boyunca iki dönemi olduğu bilinmektedir (Wingfield, 1983). Her iki durumda da nematodlar bir konukçudan diğer bir konukçuya *Monochamus* türleri aracılığıyla iletilirler (Aşağıda *Monochamus* spp. Bölümünde açıklanmıştır). Üreme döneminde, dördüncü dönem larvalar yumurtlama esnasında dişi vektör tarafından henüz ölmüş ya da ölmekte olan ağaçlara iletilirler. Nematodlar böceği terk eder ve taşıyıcı ile kesik kabukların arasındaki deliklerden yumurtalarını bırakmak üzere ağaca girerler. Nematodlar ağacın içinde fungus hifleriyle beslenirler (genellikle *Ceratocystis* spp.) ve ayrıca yumurtalarını bırakan böcekler tarafından taşınırlar. Bu üreme döneminde popülasyon erkek, dişi ve 4. dönem larvalardan oluşmaktadır.

Nematodların ağaca girişinden belli bir süre sonra, popülasyonun çoğalması durur ve azalmaya başlar. Adına "Yayıma 3. dönem larva" denilen, farklı bir tip 3. dönem larva üretilir (Mamiya,1983), bu bir hayatta kalma aşaması olmasına rağmen, bu 3. dönem larva aksi ve zor koşullara rağmen hayatta kalma direncine sahiptir. Yayılma durumunun başlaması fungusun odunu tamamen kullanmasıyla besin eldesindeki azalmaya karşı bir tepki olması muhtemeldir. Yayımcı larva gelişen pupadan yayılan salgıların etkisiyle *Monochamus*'un pupa boşluğunun etrafındaki odunda toplanırlar. Böceğin çıkışına yakın bir zamanda, nematodlar deri değiştirerek "dauer larva" olarak isimlendirilen özel bir dördüncü dönem larva olurlar. Fungal hifler pupa boşluğunun etrafında gelişirler. Fungus formu olan uzun boyunlu perithecia pupa boşluğuna uzar ve nematodlar perithecianın uçlarında toplanır. Genç erişkin *Monochamus*lar pupadan çıktığında perithecial boyunlara karşı sürünür ve elitranın altına ve özellikle trakeye yerleşen nematodları toplarlar.

Yukarıda anlatılan hayat çemberi *B. xylophilus* ve vektörle taşınan diğer birçok *Monochamus* türünün normal hayat çemberidir. Kuzey Amerika'da en yaygın taşınma şekli budur (Wingfield 1983). Diğer yandan, nematodun yerel olmayan veya hassas *Pinus* türleriyle etkileştiği Asya'da ve ayrıca Kuzey Amerika'da konukçu ağaçlara farklı tipte bir taşınma hakimdir. Bu durumda nematodlar genç erişkin *Monochamus*'ların pupa boşluğundan çıkmalarından hemen sonra genç *Pinus* sürgünleriyle beslenmek için uçtuklarında taşınırlar. Nematodlar sürgünlere beslenme noktalarından girerler. Bu tip taşınmanın niçin sadece belirli *Pinus* türlerinde gerçekleştiği anlaşılamamış olmasına karşın *B. xylophilus* bulunduğu alanlardaki yerel *Pinus* türlerinin sağlıklı dokulara doğrudan bulaşmayı engellemek için fiziksel veya biyokimyasal bariyerler geliştirmiş olması muhtemeldir.

Genç *Pinus* sürgünlerinde, *B. xylophilus* reçine kanallarında çoğaldıktan sonra epitel hücrelerine saldırırlar. Yaklaşık 3 hafta sonra dışarı sızan çam reçinesinin azalmasıyla tamamen kurumanın ilk belirtileri görülmeye başlar. Bu aşamada nematodlar ölen ağaç boyunca serbestçe hareket edebilirler. Ağacın savunma mekanizmasındaki azalmanın sonucu olarak (örn. Oleoresin azalması), ağaç gövde de çiftleşmek için toplanan ergin böcekler için çekici hale gelir. Bu aşamada çam iğnelerinin solma ve sararmasında artış gözlenir. Ağaç bulaşmadan 30-40 gün sonra ölür ve ağacın gövde, dal ve köklerinde milyonlarca nematod bulunabilir.

B. xylophilus laboratuvar koşullarında fungus kültüründe üretilebilir. Nematodlar 15°C'de 12 günde, 20°C'de 6 günde ve 30 °C'de 3 günde ürer. Yumurtadan çıkıştan 4 gün sonra yumurtlama başlar ve yumurtalar 25 °C'de 26-32 saatte açılırlar. Gelişim için sıcaklık eşiği 9,5 °C'dir.

Monochamus spp.

Monochamus türleri *Bursaphelenchus xylophilus*'un vektörüdür. *M. alternatus* Japonya'da önemli bir vektör iken, *M. carolinensis* ve *M. scutellatus* Kuzey Amerika'da vektördür. Birçok *Monochamus* türü, *Bursaphelenchus* spp. türleri ile ilişkili olarak koniferlerde kaydedilmiştir. Örneğin *M. sutor* ve *M. galloprovincialis*'in *B. mucronatus*'u naklettiği görülmüştür. Bu nedenle eğer Avrupa'ya bulaşmışlarsa muhtemelen *B. xylophilus*'u nakletmektedirler.

Cerambycidae'nin diğer cinsleri (*Acalolepta*, *Acanthocinus*, *Amniscus*, *Arhopalus*, *Aseum*, *Corymbia*, *Neacanthocinus*, *Rhagium*, *Spondylis*, *Uraecha*, *Xylotrechus*) ve diğer cinsler (*Chrysobothris*, *Hylobius*, *Pissodes*)'in *B. xylophilus*'u taşıdıkları tespit edilmiş, fakat doğada vektör olarak rol oynadıklarına dair bir kanıt yoktur.

Monochamus spp.'nin yumurtaları konukçu ağacın kabuk kısmına bırakılır ve sıcaklığa bağlı olarak 4-12 günde açılırlar. Birinci dönem larvalar sub-kortikal bölgede kambiyum ve floemde beslenirler. Üçüncü dönem larvalar S şeklinde galeriler oluşturarak odun dokusunu oymaya başlarlar. Daha sonra larva dönemleri geniş bir pupa odacığı oluşturarak galeriyi tamamlarlar. *M. alternatus* 4 larva dönemi, *M. carolinensis* 3-8 larva dönemi geçirmektedir.

Son larva dönemi, galeri açıklığını odun artıklarıyla kapatarak pupa olmaya başlar. Pupa dönemi 19 gün sürer ve daha sonra ergin bireyler ksilemden çıkış yaparlar. Erginin pupadan çıkışı ile ksilemden çıkışı arasında geçen süre 6-8 gün olabilmektedir. Pupa dışında herhangi bir biyolojik dönemde kışı geçirebilir, *M. alternatus*'da bu son larval dönemdir. Ovipozisyonun ergin çıkışına kadar tüm gelişme dönemi 8-12 haftadır.

Yeni çıkan ergin bireyler pupa oldukları dallar üzerinde gezinirler ve beslenmek için bir yıllık taze sürgünlere uçarlar. Bu beslenme 10 gün sürmekte olup (bazı türlerde 3 hafta sürmektedir), cinsel olgunlaşma için önemlidir. Ergin bireyler çiftleşmek ve yumurta bırakmak için zayıf ağaçları ya da kesilmiş ağaç kütüklerini tercih ederler. Böcekleri konukçu ağaçlara çeken maddeler monoterpenler ve etanolüdür.

Dişiler mandibulları ile kabuk üzerinde koni şeklinde yara açarlar ve ovipozitörleri ile yumurta bırakırlar. Her bir yaraya genellikle bir yumurta bırakılır. Dişiler 83 güne kadar yaşayabilirler ve 40-215 yumurta bırakırlar.

M. alternatus yılda bir döl verir, fakat gelişmesi özellikle Japonya gibi soğuk bölgelerde 2 yıl sürebilir. Missouri'de *M. carolinensis* eş zamanlı olmayarak yılda 2 döl verir.

TESPİT VE TANIMLAMA

Belirtileri

Bursaphelenchus xylophilus

Ağaçtaki nematod varlığının ilk göstergesi oleoresin üretiminin azalmasıdır. Yapraklardaki terleme azalırken daha sonradan tamamen durur. Dışarıdan gözlenilebilen ilk belirti ağacın nihayetinde ölmesi ile sonuçlanan, ibrelerin sararması ve solmasıdır (Mamiya 1983). Solma ilk başta sadece bir daldaki görülebilir ancak daha sonra ağacın tamamında belirtiler görülebilir (Malek ve Appleby 1984). Bununla beraber tek daldaki sararma *Monochamus*'un filizlerdeki beslenmesi sonucunda da görülebilir.

Monochamus spp.

Monochamus'lar sadece stres altındaki veya daha yeni kesilmiş ağaçlara yumurta bırakırlar. Larvanın beslenmesi sonucu kabuk altında ağaç dokusunun üzerinde beslenme yolları ve ağacın satılmaz hale gelmesine neden olan odun içinde delikler oluşur.

Morfolojisi

Monochamus spp.

Larva

Larvalar diğer Cerambycid larvaları gibi aynı özellikleri gösterirler. Vücut uzun, yumuşak, anal mamilla dahil 10 abdominal segmentlidir. *Monochamus'* da baş uzunluğu baş genişliğinden büyüktür. Larva bacaklıdır.

Ergin

Monochamus erginleri 15-30 mm uzunluğundadır. Cinsin karakteristik özellikleri: Önbaş transversal ya da yarı kare, antenal çıkıntılar çok yüksek, birbirine yakın ve derin bir oyuk ile ayrılmıştır. Anten ince uzun olup, erkekte çok uzun ve dişide vücuttan daha uzundur. 3. Segment scape uzunluğunun en az iki katıdır. Pronotum hafifçe konvex, büyük bir halka kenarlı ve belirgin bir olukla işaretli büyük baziler kenarlı, her bir kenarda geniş lateral submedian konik çıkıntılıdır. Anterior coxal açıklıklar geriye doğru; Prosternal çıkıntılar yuvarlak, coxa'dan daha alçaktır. Mesosternal kısım dardır. Elytra kaidede pronotumdan daha geniştir, sırt çıkıntılı, apex kesiktir. Bacaklar ince ve uzun, özellikle erkeklerde anterior tibia kavisli ve tarsi kenarda tüylerle kaplıdır.

Tespit ve inceleme yöntemleri

Örnekleme açısından kesin olarak belirlenmiş bir zaman dilimi bulunmamaktadır. Genel olarak örneklemelere Mart ayı itibarıyla başlanıp Ekim–Kasım aylarına kadar yapılabilir. Bununla beraber nematod ağacın içerisinde yaşamını sürdürdüğü için kış aylarında bile örnekleme yapılabilir. Vektör böceklerin uçuş zamanlarına göre zamanlama yapılması daha optimum sonuç sağlar. Uçuş zamanından sonraki dönemde nematodun ağaca bulaşması ve popülasyonunu ağacın içerisinde arttırması açısından 1-2 aylık bir süre önemli olabilir. Mümkünse bu 1-2 aydan sonra örneklemeleri yoğunlaştırmak önemlidir.

Özellikle yeni hastalanmış, kurumaya başlamış veya yeni kesilmiş olan çam ağaçları örnekleme için seçilir. Seçilen ağaçlarda nematod olup olmadığını belirlemek amacıyla göğüs yüksekliğinden (1,30 m) veya rahat çalışılabilecek bir yükseklikten el burgusuyla en az 3-4 cm derinliğe kadar girilerek gövdenin her iki tarafından örnekler alınır. Önce el burgusunun sokulacağı noktanın etrafındaki kabuk bir balta ya da bıçak aracılığıyla temizlenir. Talaş ve odun parçalarından oluşan örnekler (en az 50-60 gr), rutubet kaybını önlemek amacıyla buzdolabı saklama poşetlerine konularak saklama kabına yerleştirilir. Ayrıca dal örneği de alınarak (2 adet 10-15 cm uzunluğunda, mümkün olan yerlerde) poşetlere konulur. Mümkün olan yerlerde ağacın farklı yüksekliklerinden 5-10 cm kalınlığında diskler alınabilir. Her noktada en az 2 olmak üzere ve genellikle 5 ağaçta örnekleme yapılır. Kuruma görülen ve kuruyan ağaçlarda örnekleme yapılan her alanda, rastgele seçilen en az 2 sağlıklı ağaçta da el burgusuyla örnekleme yapılır. Örnek alınan alana ve ağaca ait bilgiler etikete aktarılır.

Laboratuvar analizleri EPPO PM 7/119 (1) Nematode extraction'a göre yapılır ve yapılan analizler sonucu en az 1(bir) canlı dişi bulunması durumunda o alan bulaşık olarak kabul edilir.

Monochamus spp.

Dıştan bakıldığında konik şeklindeki ovipozisyon yara izleri ağacın zarara uğradığını gösterir. Kabuk kaldırıldığında, genç larvaların odun dokusundaki beslenme izleri görülebilir. Olgun larvaların kabukta oluşturdukları oval giriş delikleri karakteristiktir. Daha belirgin dairesel delikler, odun dokusundaki çıkış delikleridir ve bu deliklerin varlığı böceğin gelişmesini tamamladığını gösterir.

NASIL YAYILDIĞI, DAĞILIM YOLLARI, ARAÇLARI

Nematod odun dokusu içerisinde aktif bir şekilde hareket edebilir ve bir parça odundan ayrılarak bitişikteki parça içine geçebilir. Bununla birlikte vektörleri olmadan konukçusu olan bir ağaçtan diğer ağaca geçemezler. Yetişkin vektör böcekler aktif bir şekilde uçabilir ve çıkıştan yaklaşık 5 gün sonra uçuş mesafesinin en tepesine ulaşırlar. Bu vektör böceklerin 3.3 km yükseğe kadar uçabilme kabiliyetinde olduğu kaydedilmiştir fakat çoğu durumda sadece birkaç yüz metrede dağılım gösterirler (Kobayashi *et al.*, 1984).

B. xylophilus'un uluslararası taşınmasındaki en olası taşınma yolu bulaşık odunlardır. Etmen A.B.D. ve Kanada'dan EPPO bölgesine yapılan tomruk, kereste ve talaş ithalatı sırasında buralara bulaşmasına neden olabilmektedir. *B. xylophilus*'un girişi için en muhtemel yol, nematodla bulaşık iğne yapraklı ağaçların vektörle beraber ithali esnasında olmaktadır. Bu böcekler sadece nematodun ihtiyacı olandan daha fazla nem içeriğine sahip odunların bulunması durumunda canlılıklarını devam ettirebilirler. Daha büyük odun parçalarında böcekler daha uzun süre canlı kalabilirler ve bu nedenle tomruk ve keresteler talaşa nazaran daha büyük risk taşımaktadır. Talaş, nematodun canlı kalmasına yetecek orandan daha fazla nem içeriğine sahip olabilir ancak talaşın hazırlanma süreci vektörlerin canlı kalma ihtimalini azaltabilir.

Nematodun girişi vektör böcekle olsun ya da olmasın giriş yaptığı yeni alana uzun süreli yerleşebilmesi için oradaki mevcut vektörlerle ilişkiye geçmesi gerekmektedir. Bu durum muhtemelen nematodun ilk bulaştığı odunun potansiyel vektörün larva veya pupasını taşıması durumunda gerçekleşebilmektedir.

Nematodlar talaşta çok etkin olarak hareket edebilirler ve eğer bu tarz materyaller ağaç işleme fabrikalarında varsa ve vektörle irtibatı hali hazırda burada bulunuyorsa etmen tomruk veya kesilmiş kütüklerle taşınabilir (McNamara ve Støen, 1988).

ZARARLI ORGANİZMANIN ÖNEMİ

Ekonomik Etki

Bursaphelenchus xylophilus

Çam solgunluk hastalığı ilk olarak 1913'de Japonya'nın Nagasaki bölgesinde ortaya çıkmıştır fakat bu hastalığa neden olan etmen olarak *B. xylophilus* 1972 yılında tespit edilmiştir (Mamiya ve Kiyohara, 1972). Başta belirtilerin sebebinin bulaşık ağaçlarda yaygın olarak bulunan odun oyucu böcekleri olduğu düşünülse de sonradan ilk belirtilerin böceğin zararından önce olduğu tespit edilmiştir. Hastalık daha sonra ülke genelinde ağır kayıplara yol açarak kuzeye doğru yayılmıştır. 1940'lı yılların sonunda her yıl bir milyon m³'ün üzerinde ağaçlarda kayıplar meydana gelmiştir fakat bu enfekteli ağaçları yok etmek için yapılan bir mücadele ile bu rakam 500.000 m³'ün altına indirilmiştir. Ancak

sanayileşme ormanlar için insan gücünün geçerliliğini azaltmıştır ve benzinin yakıt olarak ağaçların yerini almasından beri hastalıklı ağaçlar nematod kaynağı olarak bu durumu devam ettirmektedir. Sonuç olarak kayıp eğrisi 1970'lerden sonra yukarıya doğru devam etmiştir ve halen yılda 2 milyon m³'ü aşmaktadır. Çok hassas *P. luchuensis*'in bulunduğu güneydeki Ryukyu adasından ortalama 10-12°C'ye sahip ve diğer alanlara göre daha soğuk olan kuzeydeki Honshu adasına kadar neredeyse bütün Japon takımadası etmeden etkilenmiştir. Kuzeydeki dağılımın güneydeki yoğun popülasyondan kaynaklanan bir baskı sonucu olduğu düşünülmektedir.

Ortaya çıkan zarar güney bölgelerdeki şiddetli popülasyondan dolayı kuzeye doğru yayılmıştır. Sadece Hokkaido bölgesinin kuzey adası hala etkilenmemiştir. Çam solgunluk hastalığının yüksek sıcaklıkla ilişkili olduğu aşıkardır (Rutherford et al., 1990) ve sadece sıcaklığın 20°C'yi aştığı alanlarda görülmektedir.

B. xylophilus, *P. sylvestris*'in görsel bitkilendirmenin yapıldığı alanlarda Amerika'nın Missouri bölgesindeki çam ağaçlarının ölmesi ile 1979 da ilişkilendirilmiştir (Malek & Appleby, 1984) ve Kuzey Amerika'da kayıp neredeyse sadece egzotik türler ve yapay orman sistemlerinde artmıştır. *B. xylophilus* doğal iğne yapraklı ormanlarda yaygın olmasına rağmen önemli kayıplar kaydedilmemiştir.

Monochamus spp.

Monochamus larvaları kesilmiş, zayıflamış, kurumakta olan, ya da düşmüş koniferlerde galeri açmak suretiyle zararlı olurlar. Bu nedenle orman ağaçlarında sekonder zararlı olarak kabul edilirler. Ancak *B. xylophilus* nematodunun vektörü olması, zararlıının önemini arttırmaktadır (Akbulut et al., 2007).

Kontrol (mücadele)

Şimdiye kadar bir ağaç içerisinde bulunan *B. xylophilus* ile mücadele etmek imkânsız gibi görünüyordu. Bu nedenle Japonya'da çam solgunluk hastalığının kontrolü enfeksiyon kaynaklarını önlemek için kuruyan ve ölen ağaçların ortadan kaldırılması ve vektör böceklerin kontrolü için ise pestisit uygulamasını içeren kültürel uygulamaların kombinasyonunu içeren uygulamalara yoğunlaşmıştır. Japon hükümeti havadan ilaçlama ve hastalıklı ağaçların kaldırılmasını içeren kapsamlı denetim programlarına büyük miktarlarda para harcamıştır (Ikeda, 1984). Özel öneme sahip bireysel ağaçlar söz konusu olduğunda enfeksiyon koruyucu kimyasal uygulama ile önlenilmektedir. Özel öneme sahip ağaçlar koruyucu ilaçlama ile hastalıktan korunabilir. Hem nematod hem de vektöre karşı biyolojik mücadele yöntemleri, böcek çekiciler, dayanıklı *Pinus* klonlarının ıslahı ve *B. xylophilus*'un patojen olmayan ırklarının inokulasyonu ile dayanıklılığın teşviki gibi alternatif mücadele yöntemlerinin tespiti için araştırmalar devam etmektedir.

Karantina Riski

Çam solgunluk hastalığının aracısı olduğu tespit edilen *B. xylophilus* (Kiyohara ve Tokushige 1971) istilacı ve yıkıcı bir tür olup 40'dan fazla ülkenin karantina listesinde yer almaktadır. Günümüzde dünyadaki en önemli zararlı ve patojen olarak kabul edilmektedir (Webster ve Mota, 2008). *B. xylophilus*'un doğal alanı olan Kuzey Amerika'nın dışındaki bölgelere girişi ticaret ve orman ürünlerinin ülkeler arası akışı ile ilgilidir (Bergdahl ve Halik, 1999; Webster, 2004). Başta ham kütük formu olmak üzere işlenmemiş odunların orman zararlılarının ve patojenlerinin yeni alanlara girişi açısından önemli giriş yolu olduğu belirlenmiştir (Evans et al., 1996; Tkacz, 2002). *B. xylophilus*'unda içinde olduğu birçok Bursaphelenchus türüne paketleme ve ağaç ürünlerinde Avusturya (Tomczek et al., 2003), Çin (Gu et al., 2006), Finlandiya (Tomminen et al., 1991) ve Almanya (Braasch et al., 2001) gibi birçok ülkede sıklıkla rastlanılmaktadır. Bunun yanı sıra son tespitler, etmen açısından temiz

olduğu bilinen ülkelerden yapılan ithalatlarda da odundan yapılmış paketleme malzemelerinde bu tip materyallerin tekrar kullanılması ve sirkülasyonu yüzünden etmenin tespit edildiğini göstermektedir (Gu et al., 2006). Nematodun girişi ve yayılması çam ormanlarının ölümündeki artış ve gelişmesindeki azalma ve ayrıca hastalığın kontrolü ve mücadele yöntemlerinin masrafına bağlı olarak çok büyük miktarda ekonomik kayba neden olmaktadır (Mamiya, 2004; Shimazu, 2006). Buna ek olarak *B. xylophilus*'un girişi ağaç türlerinin değişimi, yaban hayatındaki habitatın bozulması, biyoçeşitlilikte azalmayı da içeren yıkıcı ve büyük değişikliklerle sonuçlanmaktadır (Kiyohara ve Bolla, 1990; Suzuki, 2002). Etmenin vektörünün hali hazırda bulunduğu Ülkemiz gerek ekolojik gerekse de konukçu çeşitliliği açısından *B. xylophilus*'un giriş yapabileceği ve yerleşebileceği çok büyük alanlar barındırmaktadır.

KARANTİNA TEDBİRLERİ

Avrupa Birliği mevzuatına göre iğne yapraklı ağaçları içeren ormanlar ve uluslararası ticareti yapılan iğne yapraklı ağaçlar, paketleme materyalleri, fideleri ve iğne yapraklı bitkisel materyaller *B. xylophilus* açısından analiz edilmektedir (OEPP/EPPO 2009). Avrupa birliği üye ülkelerinde *B. xylophilus*'un hassas konukçuları ve vektörleri açısından ilgili arazilerde ve bu bölgelerden gelen odun ve ağaç kabuklarında sürveyler yapılmaktadır (Toth, A., 2011). Ülkemizde de etmen açısından konukçusunun bulunduğu alanlarda sürveyler yapılmaktadır.




	
<p><i>Bursaphelenchus xylophilus</i> belirtisi</p>	<p><i>Bursaphelenchus xylophilus</i> belirtisi</p>
	
<p><i>Bursaphelenchus xylophilus</i> belirtisi</p>	

Table 1. *Bursaphelenchus xylophilus*'ün vektörleri olduğu bilinen ya da potansiyel vektörleri olduğu düşünülen iğne yapraklı ağaçlardan gelen *Monochamus* türleri

Monochamus türleri	Coğrafi Dağılım	Ana Konukçular	Vektör Durumları
Kuzey Amerika			
<i>M. carolinensis</i> Olivier	Amerika (doğu yarısı), Kanada (doğu ve ABD sınırı), Meksika(kuzey merkezi)	<i>Pinus</i>	+
<i>M. clamator</i> LeConte	Amerika (batı yakası), Kanada (British Columbia)	<i>Pinus contorta</i>	-
<i>M. marmorator</i> Kirby	Amerika, Kanada	<i>Abies, Picea</i>	+
<i>M. mutator</i> LeConte (syn. <i>M. maculosus</i> Haldeman)	Amerika, Kanada	<i>Pinus</i>	+
<i>M. notatus</i> (Drury)	Amerika, Kanada	<i>Pinus strobus</i>	-
<i>M. obtusus</i> Casey	Amerika (batı yakası), Kanada (British Columbia)	<i>Pinus, Abies, Pseudotsuga</i>	+
<i>M. rubigeneus</i> Bates	Amerika (güney), Meksika, Guatemala, Honduras	<i>Pinus</i>	-
<i>M. scutellatus</i> Say subsp. <i>scutellatus</i>	Doğu Kuzey Amerika (Meksika bölgelerini de kapsar)	<i>Pinus, Picea, Abies, Larix</i>	+
<i>M. scutellatus</i> subsp. <i>oregonensis</i> LeConte	Amerika (batı yakası), Kanada (British Columbia)	<i>Picea</i>	-
<i>M. titillator</i> (Fabricius)	USA (merkez, doğu ve güneydoğu), Kanada (Ontario)	<i>Pinus, Abies, Picea</i>	+
Monochamus türleri			
Coğrafi Dağılım			
Ana Konukçular			
Vektör Durumları			
Paleartik bölge (<i>B. xylophilus</i> ile örtüşen)			
<i>M. alternatus</i> Hope	Japonya, Kore Cumhuriyeti, Tayvan, Hong Kong, Lao, Çin (Anhui, Guangdong, Hunan, Jiangsu, Shandong, Zhejiang,	<i>Pinus, Cedrus, Abies, Picea, Larix</i>	+

yani doğu ve merkez)

<i>M. nitens</i> Bates	Japonya	<i>Pinus</i>	+
<i>M. saltuarius</i> Eschscholz	Japonya, Çin (Heilongjiang; NE) Sibiryaya, Litvanya, merkez ve doğu Alpler, merkez ve doğu Avrupa ve İtalya'nın güneyi	<i>Picea</i>	+
<i>M. tesserula</i> White	Japonya, Çin	<i>Pinus</i>	-
<i>M. urussovii</i> (Fischer) (syn. <i>M. rosenmuelleri</i> Cederhielm)	Japonya, Çin (Liaoning, Heilongjiang, Neimenggu; yani NE) Sibiryaya, Rusya (Kafkasya), Finlandiya, Polonya	<i>Abies, Larix, Picea, Pinus</i>	-

Palearktik bölge (*B. xylophilus* ile örtüşmeyen)

<i>M. galloprovincialis</i> (Olivier)	Portekiz, Kuzey Afrika, İtalya, Fransa, Yunanistan, Almanya, Polonya, İsveç, Finlandiya, Rusya (Avrupa), Sibiryaya	<i>Pinus</i>	-
<i>M. sartor</i> Fabricius	Orta Avrupa (batı Ukrayna'dan doğu Fransa'ya)	<i>Picea, Pinus</i>	-
<i>M. sutor</i> (Linnaeus)	Çin (Heilongjiang, Liaoning; NE), Sibiryaya, Rusya (Avrupa), Gürcistan, İskandinav ülkeleri, orta ve doğu Avrupa, Pyrenees, Alpler	<i>Pinus, Picea, Larix</i>	-
