



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'NİN FARKLI BÖLGELERİNDE (EGE VE MARMARA)  
*BURSAPHELENCHUS FUCHS*, 1937 (NEMATODA: PARASITAPHELENCHIDAE)  
TÜRLERİNİN VEKTÖR BÖCEKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MEHMET DAYI**

**EKİM 2015**

**DÜZCE**

## KABUL VE ONAY BELGESİ

Mehmet DAYI tarafından hazırlanan “Türkiye’nin Farklı Bölgelerinde (Ege ve Marmara) *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) Türlerinin Vektör Böceklerinin Belirlenmesi” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ..... tarih ve ..... sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye

(Tez Danışmanı)

Prof.Dr. Süleyman AKBULUT

Düzce Üniversitesi

Üye

(Eş Danışman)

Prof.Dr. İ. Halil ELEKÇİOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Üye

Doç.Dr. Serap MUTUN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

Yrd.Doç.Dr. Barış GÜLCÜ

Düzce Üniversitesi

Üye

Yrd. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL

Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 19/10/2015

### ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Mehmet DAYI’nın Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

19 EKİM 2015

MEHMET DAYI

*Sevgili Aileme*

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve bu tezin hazırlanması süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Süleyman AKBULUT`a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen eş danışmanım Prof. Dr. İ. Halil ELEKÇİOĞLU`na ve juri üyelerim Doç. Dr. Serap MUTUN, Yrd. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL ve Yrd. Doç. Dr. Barış GÜLCÜ`ye de şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2011-02-02-076 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

Tez çalışmalarının bir bölümü, TÜBİTAK tarafından doktora öğrencilerine verilen burs (2214-A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı) ile Japonya`da ve COST (European Cooperation in Science and Technology) tarafından verilen burs ile Portekiz`de gerçekleştirilmiştir.

**19 Ekim 2015**

**Mehmet DAYI**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR SAYFASI .....	İ
İÇİNDEKİLER.....	İİ
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
ÇİZELGE LİSTESİ.....	V
ÖZET .....	1
ABSTRACT .....	2
EXTENDED ABSTRACT .....	3
1. GİRİŞ.....	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	15
2.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	15
2.1.1. Böcek Sörveyleri.....	16
2.1.2. Feromon Tuzakları ile Böceklerin Yakanlanması.....	18
2.2. LABORAVUAR ÇALIŞMALARI .....	20
2.2.1. 2012 ve 2013 Yıllarında İzole Edilen Nematodların Teşhisleri.....	23
2.2.1.1. Nematodlardan DNA İzolasyonu .....	23
2.2.1.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ve DNA Dizi Analiz İşlemleri.....	24
2.2.2. 2014 Yılında İzole Edilen Nematodların Teşhisleri.....	25
2.2.2.1. Nematodlardan DNA izolasyonu.....	25
2.2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu ve DNA Dizi Analiz İşlemleri .....	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
3.1. BÖCEK SÖRVEYLERİNE AİT VERİLER.....	27
3.1.1. 2012 Yılına Ait Veriler .....	27
3.1.2. 2013 Yılına Ait Veriler.....	30
3.1.3. 2014 Yılına Ait Veriler.....	32
3.2. BÖCEKLERDEN İZOLE EDİLEN NEMATODLARIN TEŞHİSLERİ.....	36
3.2.1. 2012 ve 2013 Yıllarına Ait Teşhisler.....	36
3.2.2. 2014 Yılına Ait Teşhisler.....	40
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	46

<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>54</b>
<b>6. EKLER.....</b>	<b>62</b>
<b>6.1. EK-1. BURSAPHELENCHUS TÜRLERİ SEKANS VE</b>	
<b>NCBI (BLASTN) SORGU SONUÇLARI.....</b>	<b>62</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>71</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. <i>Pinus nigra</i> `dan hazırlanmış bir tuzak ağacı (Isparta)	17
Şekil 2.2. <i>Pinus brutia</i> `dan hazırlanmış bir tuzak ağacı (Muğla)	17
Şekil 2.3. Tuzak ağaçlarının kontrolü	18
Şekil 2.4. İskandinav tipi böcek feromon tuzağı	19
Şekil 2.5. Feromon tuzaklarından böceklerin toplanması ( <i>Aconthocinus</i> spp).	19
Şekil 2.6. Kabuk böceklerinin hava alabilen kaplar içinde kargo ile laboratuvara gönderilmesi	20
Şekil 2.7. Kabuk böceklerinin gruplandırılması	20
Şekil 2.8. Baerman Funnel Yöntemi ile böceklerden nematod çıkarımı	21
Şekil 2.9. Mikroskop altında böceklerin nematod taşıyıp taşımadıklarının incelenmesi	21
Şekil 2.10. Böcekten izole edilen nematodun mikroskopta incelenmesi	22
Şekil 2.11. <i>Xylophilus</i> grubuna ait bir <i>Bursaphelenchus</i> türü	22
Şekil 2.12. Nematodların micropestle ile ezilmesi	23
Şekil 2.13. PCR sonuçlarının UV altında jelde görüntülenmesi	24
Şekil 3.1. <i>Xylophilus</i> grubuna ait bir <i>Bursaphelenchus</i> türü	37
Şekil 3.2. <i>Sexdentati</i> grubuna ait bir <i>Bursaphelenchus</i> türü	37
Şekil 3.3. PCR`dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesi (M=marker, 1kb)	39
Şekil 3.4. PCR'dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesinde kullanılan Marker	39
Şekil 3.5. PCR`dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesi (M=marker, 1kb)	40
Şekil 3.6. <i>Bursaphelenchus</i> türlerinin vektör böceklere ve noktalara göre dağılışları	40
Şekil 3.7. 18S rDNA bölgesinin PCR sonuçları (M=marker, 1kb)	41
Şekil 3.8. 28S rDNA bölgesinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb)	41
Şekil 3.9. ITS bölgelerinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb)	42
Şekil 3.10. Nematodların COX1 genlerinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb)	42
Şekil 3.11. <i>Bursaphelenchus</i> türlerinin vektör böceklere ve noktalara göre dağılışları	45



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Arazi gezilerine ait bilgiler	15
Çizelge 2.2. Örnekleme noktalarının özellikleri	16
Çizelge 3.1. 2012 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar	28
Çizelge 3.2. 2013 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar	31
Çizelge 3.3. 2014 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar	33
Çizelge 3.4. 2012 ve 2013 yıllarında işlem gören böcekler ve nematod bulunan örnek sayısı	36
Çizelge 3.5. 2012 ve 2013 yıllarına ait böceklerden izole edilen ve kesin teşhisleri yapılan <i>Bursaphelenchus</i> türleri	38
Çizelge 3.6. 2014 yılında işlem gören böcekler ve nematod bulunan örnek sayısı	40
Çizelge 3.7. 2014 yılında kesin teşhisi yapılan nematodların bölge ve vektör böcek türüne göre dağılımları	42
Çizelge 3.8. <i>Ektaphelenchoides pini</i> 'nin morfometrik ölçüm sonuçları (Tüm değerler $\mu\text{m}$ cinsinden olup standart ortalamalarıyla verilmiştir)	44

## ÖZET

### TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE (EGE VE MARMARA) *BURSAPHELENCHUS* FUCHS, 1937 (NEMATODA: PARASITAPHELENCHIDAE) TÜRLERİNİN VEKTÖR BÖCEKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet DAYI

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışmanlar: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT ve Prof. Dr. İ.Halil ELEKÇİOĞLU

(Eş Danışman)

EKİM 2015, 72 sayfa

Çam Kuruma Hastalığı, son yüz yıllık dönemde özellikle Asya kıtasında (Japonya, Çin, Kore ve Tayvan) en önemli orman hastalıklarından birisi haline gelmiştir. Hastalık, çam odun nematodu olarak bilinen *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) tarafından ağaçların kurutulması olarak karakterize edilmektedir. Nematod, bir konukçu ağaçtan diğerine vektör böceklerle (genellikle *Monochamus* cinsi (COLEOPTERA: Cerambycidae) taşınmaktadır. Türkiye’de, nematodun varlığına yönelik yapılan arazi çalışmaları sonucunda, bazı yerli *Bursaphelenchus* türleri kuruyan iğne yapraklı ağaçlardan izole edilmiştir. Bu *Bursaphelenchus* türlerinin Türkiye ormanlarındaki vektör böceklerine dair herhangi bir çalışma olmadığından, bu konunun araştırılması gereği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, dağılımları bilinen alanlarda (Ege ve Marmara Bölgeleri) tuzak ağaçları ve feromon tuzakları kullanılarak *Bursaphelenchus* türlerinin potansiyel vektör böcekleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Manisa bölgesinde *Orthotomicus erosus* ve *Ips sexdentatus* böcek türlerinden *B. anamurius* izole edilmiştir. *B. mucronatus*, İzmir bölgesinde *Monochamus galloprovincialis*, Manisa bölgesinde *O. erosus* ve Isparta bölgesinde ise *I. sexdentatus* böcek türlerinden izole edilerek vektör böcekleri tespit edilmiştir. *B. eggersi*, Manisa ve İzmir bölgelerinden *Tomicus piniperda*’dan izole edilmiştir. *B. sexdentati* ise, İzmir bölgesinde *Aconthocinus aedilis* ve *O. erosus* türlerinden, Denizli bölgesinde ise *Arhopalus rusticus* böcek türünden izole edilmiştir. Söz konusu *Bursaphelenchus* türlerinin vektörü olarak belirlenen böcek türleri, Türkiye açısından yeni kayıt olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** *Bursaphelenchus xylophilus*, *Bursaphelenchus* spp., Çam Kuruma Hastalığı, Ege ve Marmara Bölgeleri, Vektör Böcek

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF INSECT VECTORS OF *BURSAPHELENCHUS* FUCHS, 1937 SPECIES (NEMATODA: PARASITAPHELENCHIDAE) IN DIFFERENT REGIONS OF TURKEY (AEGEAN AND MARMARA)

Mehmet DAYI  
Düzce University  
Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry,  
Doctoral Thesis  
Supervisor: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT  
Co-supervisor: Prof. Dr. I. Halil ELEKÇİOĞLU  
October 2015, 72 pages

Pine Wilt Disease has been one of the most important forest diseases especially in the continent of Asia (Japan, China, South Korea and Taiwan) in the past century. The disease is known as wilting of infected pine trees by *Bursaphelenchus xylophilus* known as the pinewood nematode. The nematode is transmitted by insects mainly the genus *Monochamus* (COLEOPTERA: Cerambycidae) to new host trees. In Turkey, after surveys of the pinewood nematode, several *Bursaphelenchus* species except *B. xylophilus* have been isolated from wilted conifer trees. Since there has been no record on insect vectors of these *Bursaphelenchus* species, it has been necessary to start a study for determination of the insect vectors. For this purpose, in forests (Aegean and Marmara regions), where *Bursaphelenchus* species are exist, the potential insect vectors of *Bursaphelenchus* species have been investigated by using trap trees and pheromone traps. *B. anamurius* was isolated and identified from *Orthotomicus erosus* and *Ips sexdentatus* in Manisa. *B. mucronatus* was isolated and identified from *Monochamus galloprovincialis* in İzmir, from *O. erosus* in Manisa, and from *I. sexdentatus* in Isparta. *B. eggersi* was isolated and identified from *Tomicus piniperda* in Manisa and İzmir. *B. sexdentati* was isolated and identified from *Acanthocinus aedilis* and *O. erosus* in İzmir, and from *Arhopalus rusticus* in Denizli. The reports of insect vectors of these *Bursaphelenchus* species were presented for the first time from Turkey.

**Keywords:** Aegean and Marmara Regions, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Bursaphelenchus* spp., Insect Vector, Pinewilt Disease

## EXTENDED ABSTRACT

### DETERMINATION OF INSECT VECTORS OF *BURSAPHELENCHUS* FUCHS, 1937 SPECIES (NEMATODA: PARASITAPHELENCHIDAE) IN DIFFERENT REGIONS OF TURKEY (AEGEAN AND MARMARA)

Mehmet DAYI  
Düzce University  
Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry,  
Doctoral Thesis  
Supervisor: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT  
Co-supervisor: Prof. Dr. İ. Halil ELEKÇİOĞLU  
October 2015, 72 pages

#### 1. INTRODUCTION:

The Pine Wood Nematode (PWN), *Bursaphelenchus xylophilus*, is the causative agent of Pine Wilt Disease (PWD). PWN is being vectored by *Monochamus* beetles (COLEOPTERA: Cerambycidae) to new host trees. PWD has been devastating pine forests in Asia over a century. The disease was reported from Europe for the first time in 1999 from Portugal and then in 2010 from Spain. These two reports from Europe increased the potential threat of the disease to Turkish pine forests. In 2002, surveys on PWN were started in conifer forests of Turkey. Several *Bursaphelenchus* species, except PWN, were isolated from dead or dying conifer trees. In Turkey there has been no previous study for insect vectors of these *Bursaphelenchus* species. In 2012 this doctoral study was started to determine insect vectors of these *Bursaphelenchus* species in Aegean and Marmara regions of Turkey. These regions were selected since they have suitable environmental conditions for PWD and were known as the places where *Bursaphelenchus* species are distributed. For insect capturing, trap trees and pheromone traps were used in selected sampling areas, which are Balıkesir, İzmir, Kütahya, Manisa, Denizli, Muğla, Isparta and Burdur.

## 2. MATERIAL AND METHODS:

In 2012 trap trees were used to catch insects. For each sampling area 5 trap trees were selected. The trees were 20 – 30 m in length and 12 – 15 cm in diameter. They were cut and laid down and kept from March to September. In 2013 and 2014 in instead of the trap trees, pheromone traps were used to catch insect in sampling areas. Different pheromone traps namely radiator, multi-funnel and scandinavian were selected. One lure from host trees, ( $\alpha$ -pinene (20 mg), and two different pheromone lures, ipsdienol (95mg) and 2-methyl-3-buten-2-ol (MBO) (1500 mg)), were used together in each trap. Insects caught from trap trees and pheromone traps were sent to the laboratory and identified at species or genus level. After identification, each insect specimen was macerated and places in Baermann funnels for 2h to check the presence of nematodes. Extracted nematodes from insects were identified by using morphological and molecular techniques.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

In 2012 all trapped insects in sampling areas belonged to the order COLEOPTERA. The sampling area Burdur had higher diversity of insects compared to other sampling areas. *Orthotomicus erosus* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) was the most common insect species in all areas. In 2013 insects captured in sampling area belonged to the order COLEOPTERA. In 2013 Isparta had the highest insect diversity among sampling areas. *B. mucronatus* was associated with *Ips sexdentatus* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) (Isparta). *B. sexdentati* was isolated from *Aconthocinus aedilis* (COLEOPTERA: Cerambycidae) (İzmir), *O. erosus* (İzmir) and *Arhopalus rusticus* (COLEOPTERA: Cerambycidae) (Denizli) in 2012 and 2013. In 2014 all insects trapped belonged to the order COLEOPTERA. The sampling area Kütahya had the highest diversity of insects. In 2014 *B. mucronatus* was associated with *Monochamus galloprovincialis* (COLEOPTERA: Cerambycidae) (İzmir) and *O. erosus* (Manisa). *B. eggersi* was associated with *Tomicus piniperda* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) in Manisa and İzmir, and *B. anamurius* was associated with *O. erosus* and *I. sexdentatus* in Manisa. In addition, nematode species from other genera

were isolated and identified. *Deladenus siricidicola* (Tylenchida: Neotylenchidae) was associated with *T. piniperda* in Isparta. *Aphelenchoides composticola* (Tylenchida: Aphelenchoididae) was identified from *I. sexdentatus* in Manisa. *Aphelenchoides stammeri* (Aphelenchida: Aphelenchoididae) was identified from *I. sexdentatus* in Manisa. Other nematodes were identified only at the genus level. These all results are the first reports from Turkey. The insect vectors of *B. anamurius* were determined for the first time with this study. A new record of an association between *B. eggersi* and *T. piniperda* was found with this study. *B. mucronatus* was for the first time reported as to be associated with *O. erosus*.

#### **4. CONCLUSION AND OUTLOOK:**

The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, is the causative agent of PWD, and has been destroying pine forests in Asia (Japan, China, South Korea and Taiwan) and spread to Europe in 1999 (Portugal). After detection of *B. xylophilus* in Europe, *B. xylophilus* enlarged its distribution in Europe (Spain and the Madeira Island). *B. xylophilus* is generally transmitted by *Monochamus* beetles to new host trees. Other *Bursaphelenchus* species use beetles mostly belonging to the order COLEOPTERA. In Turkey *B. anamurius*, *B. vallesianus*, *B. mucronatus*, *B. sexdentati* and *B. andrassyi* were isolated from dead or dying conifer trees during surveys for *B. xylophilus* in previous studies. These species have been reported as associated with insects belonging to the order COLEOPTERA so far. In this study *B. mucronatus* was found as to be associated with *M. galloprovincialis*, *Ips sexdentatus* and *O. erosus*. This is an important result in case possible introduction of *B. xylophilus* to Turkish conifer forests. Some other nematode genera, such as *Devibursaphelenchus*, *Ektaphelenchus*, *Parasitorhabditis*, *Deladenus* and *Cryptaphelenchus*, were also isolated from various insect species in different sampling areas. These are also new reports on insect – nematode association from Turkey. With all these results we have knowledge about insect vectors of these *Bursaphelenchus* species in a disease caused by these nematodes. In the future ecology and biology of these insect vectors in forest ecosystems should be figured out to able to manage any disease by these nematode species.

## 1.GİRİŞ

Ormanlar, yaklaşık olarak 4 milyar hektarlık yayılış alanıyla dünya genelindeki toplam karasal alanın % 30'unu oluşturmaktadır (FAO, 2010). Ormanların kıtalara göre dağılımında, % 31' lik toplam ormanlık alan ile Asya ilk sırada yer almaktadır. Asya'yı % 21 ile Güney Amerika, % 17 ile Afrika, % 17 ile Kuzey ve Orta Amerika, % 9 ile Avrupa ve % 5 ile Okyanusya izlemektedir (FAO 2010).

Pek çok canlı türü için yaşam alanı olan ormanlar; insanlar için de gıda, ilaç, temiz su, estetik değerler, odun ürünleri endüstrisinde kullanılan hammaddeler gibi pek çok olarak sunmaktadır (McKinley ve diğ. 2011, Jackson ve diğ. 2005). Dünyada özellikle gelişmemiş ve bazı gelişmekte olan ülkelerde ormanlar en önemli geçim ve yaşam kaynaklarının başında gelmektedir (SCBD 2010).

Ormanlar fonksiyonlarına göre; ürün sağlayan, düzenleyici özellikleri olan, kültürel fonksiyonlara sahipve destek servisleri sağlayanlar şeklinde dört ana grupta toplanmaktadır (MEA 2003). Ürünsel fonksiyonlar arasında, orman ürünleri hammaddesi, gıda, temiz su ve biyokimyasal maddeler eldesi ve genetik kaynak özelliği sayılabilir. Düzenleyici fonksiyonlar ise, iklimin düzenlenmesi, suyun temizlenmesi, saflaştırılması ve bitkilerin tozlaşmasıdır. Kültürel fonksiyonlar arasında, manevi ve dini inanışlara hizmet etmek, rekreasyon ve ekoturizm, eğitim, kültürel miras ve estetik değerler sıralanabilir. Son olarak ormanların destek fonksiyonları arasında, toprak oluşumu, besin döngüsü ve diğer ekosistemler için temel kaynak olma özelliği verilmektedir (MEA 2003).

Ormanlar, yukarıda bahsedilen fonksiyonlarının yanı sıra bünyelerinde barındırdıkları canlılar için de habitat olarak önemli bir yere sahiptir. Şu ana kadar tanımlanan tür sayısının 1,75 milyon olduğu bilinmekle beraber bu sayının gerçekte tahmin edilen-öngörülen tür sayısının %13'ünü oluşturduğu belirtilmektedir (Hawksworth ve Kalin-Arroyo 1995). Bazı kaynaklarda, tür sayısının yaklaşık 13,6 milyon olduğu tahmin edilmektedir (Stork 1999, Hawksworth ve Kalin-Arroyo 1995).

Zararlı böceklerin, patojen organizmaların ve diğer biyotik faktörlerin ormanlarda meydana getirdiği zararlar, ormanlar ve ormanların sahip olduğu fonksiyonlar ve faydalar üzerinde olumsuz etkide bulunabilmektedir. Bunun sonucunda da, orman

ekosistemlerinde geri dönüşü olmayan değişimler meydana gelmekte, bu da orman ekosistemlerinde yaşayan tüm organizmaları ve ormanların sahip olduğu fonksiyonları olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Son yüzyıllık süreçte, özellikle insan aktiviteleri (seyahat ve ticaret) vasıtasıyla, dünya biyotasını sınırlandıran okyanuslar ve diğer doğal sınırları geçerek bir canlı türünün başka bir ülkeye taşınması kolaylaşmıştır. Bu taşınma genellikle iki yolla meydana gelmektedir. Birincisi, türün bulaştığı ve herhangi bir biyolojik evresinin halen içinde bulunduğu canlı veya ölü (odun hammaddesi ve ürünleri) bitkisel materyalle taşınması, ikincisi ise, vektör organizmalar aracılığıyla taşınmasıdır. Bu yolla taşınmada canlı bitkisel materyal içinde türün herhangi bir biyolojik evresi bulunmaktadır. Bu taşınmalar sonucunda, zararlı türün biyolojik istilası yeni orman ekosistemleri için ciddi bir tehdit haline gelmektedir.

Böcekler, bitkiler, funguslar, virüsler, nematodlar gibi biyolojik istilacı karaktere sahip olabilecek türler, ormanların ve ormanlara bağlı olan diğer canlıların yaşamlarını tehdit etmektedir. İstila süreci genellikle ortama giriş, yerleşme ve yayılma olmak üzere üç aşamadan meydana gelmektedir (Liebhold ve diğ. 1995). Ortama giriş süreci, bir türün yeni alanına taşınmasıdır. Yerleşme süreci, türün popülasyonunun devamlılığını sağlayacak duruma gelmesi için yeterli düzeye ulaşmasıdır. Yayılma süreci ise, türün dağılım alanlarını genişleterek henüz istila etmediği diğer yeni alanlara ulaşması olarak tanımlanabilir (Liebhold ve diğ. 1995).

Bitki ve hayvan türlerinin popülasyon dinamikleri, iklim gibi çevresel faktörlerden oldukça etkilenmektedir. İklimsel faktörler, özellikle istilacı türün yerleşme ve yayılma evrelerinde oldukça etkilidir. İstilacı türün popülasyonu, yerleştikten sonra hızlı bir şekilde habitatını genişletebilmekte ve ormanlara verdiği zarar en erken yayılma aşamasında farkedilebilmektedir. Eğer istilacı tür hastalık meydana getiren bir patojen ise ormanlara verdiği zarar ve bu zararın nedenini belirlemek oldukça güçtür. Patojenlerin ağaçlara verdiği zarar, ağacın tamamen ölmesine kadar genellikle anlaşılabilir (Liebhold ve diğ. 1995). Örneğin, patojenin meydana getirdiği hastalığın belirtilerinin başka bir abiyotik ya da biyotik faktörün etkileriyle (genellikle çevresel etkiler, insan müdahalesi veya iklim gibi) karıştırılması muhtemeldir (Liebhold ve diğ. 1995).



Yeni bir habitata gelen pek çok egzotik tür, bu habitatlardaki konukçu ağaç türlerinde hemen zarar vermeye başlar. Bu etki genellikle, konukçu-egzotik organizma arasındaki evrimsel dengenin olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu da, türün epidemi yapmasını kolaylaştırmaktadır (Pimentel 1986, Gibbs ve Wainhouse 1986). Zararlı organizma (özellikle egzotik türler) ile konukçusu arasındaki evrimsel dengenin ölçüsü, bu patojenin oluşturabileceği salgın üzerinde önemli bir belirleyici faktördür. Bu durumu örnekle açıklamak gerekirse, Hollanda Karaağaç Hastalığının (Dutch elm disease) etmeni olan *Ophiostoma ulmi*, (Ophiostomatales: Ophiostomatales) ilk olarak Avrupa'da zarar vermesine rağmen daha sonra taşındığı Kuzey Amerika'da egzotik bir tür olarak daha fazla zarar vermiştir (Gibbs 1978).

Egzotik orman zararlıları, ormanlar üzerinde uzun dönemli ve onarılması mümkün olmayan yıkıcı etkilere sahip olabilmektedir. Bunun en güzel örneği, Kuzey Amerika'da kestane ağaçlarında hastalık oluşturan *Cryphonectria parasitica* (Diaporthales: Cryphonectriaceae) fungusudur. Bu fungus, Kuzey Amerika'nın doğusunda dağılışı gösteren ve bölgenin en önemli ağaç türlerinden biri olarak kabul edilen *Castanea dentate* (Fagales: Fagaceae)'nin neredeyse tamamen yok olmasına neden olarak mevcut orman ekosisteminin yapısını değiştirmiştir (Kuhlman 1978).

Orman ekosistemlerinde meydana gelebilecek en küçük bir değişiklik bu ekosistemlerde yaşayan ve birbirleriyle etkileşim halinde bulunan pek çok canlıyı da etkileyebilmektedir. Yine bir fungus olan, *Cronartium ribicola* (Pucciniales: Cronartiaceae), istilacı bir türdür. Bu fungus, tohumları özellikle *Ursus arctos horribilis* (Carnivora: Ursidae) (boz ayı) tarafından tercih edilen *Pinus albicaulis* (Pinales: Pinaceae) ağaçlarında zarar meydana getirmektedir. Zarar sonucunda *P. albicaulis* türlerinde tohumların oluşmaması nedeniyle, *U. arctos* ssp. başka habitatlar aramak zorunda kalmıştır (Liebhold ve diğ. 1995).

Egzotik orman zararlıları, farklı yollarla yeni coğrafik alanlara yayılarak zararlarını devam ettirebilme özelliğine sahiptirler. *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Erebidae) yayılış alanını genişleten ve yeni alanlarda da zararlı olabilen bir türdür. Bu türün, Asya'da evrimleştiği tahmin edilmektedir. Günümüzde ise Japonya ve Çin'den başlayarak Sibirya'dan Avrupa ve Kuzey Amerika'ya kadar çok geniş bir yayılış alanına sahiptir. Sonuç olarak, konukçu ile patojen arasındaki evrimsel ilişki, patojenin verebileceği zarar üzerinde önemli etkiye sahiptir (Liebhold ve diğ. 1995). *Anoplophora*

*glabripennis* (COLEOPTERA: Cerambycidae) ve *A. chinensis* son yıllarda önemi artan iki egzotik zararlı böcek türüdür. Bu böcekler, Asya orjinli olup Kuzey Amerika ve Avrupa'da geniş bir konukçu ağında zarar meydana getirmektedir (Sjöman ve diğ. 2014). Son dönemde, bu iki egzotik böcek türü ülkemizde de tespit edilmiştir (Ayberk ve diğ. 2014, Hızıl ve diğ. 2015).

Kıtalar arasında geçiş yapan ve yeni habitatına girdiğinde çok ciddi orman kayıpları meydana getiren bir diğer egzotik orman zararlısı da *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae)'tur. *B.xylophilus*'un, anavatanı Kuzey Amerika'dır. Dağılım gösterdiği anavatanında egzotik *Pinus* türleri dışında doğal türlerde herhangi bir zararı bulunmamaktadır (Dwinell ve Nickle 1989).

*B.xylophilus*'un, 20. yüzyılın başlarında Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinden Japonya'nın Kyushu adasına nematodlu odun ürünlerinin kazara taşınması sonucu bulaştığı varsayılmaktadır (Yano 1913). Nematod, Japonya'da Japon karaçamı (*P. thunbergii*) ve Japon kızılçamı (*P. densiflora*) türlerinde yoğun ölümler meydana getirdikten sonra Çam kuruma hastalığının etkeni olarak ancak 1971 yılında tanımlanabilmiştir (Kiyohara ve Tokushige 1971). Hastalığı kontrol etmek için verilen yoğun çabalara rağmen, Japonya'nın kuzeyindeki iki eyalet (Aomori ve Hokkaido) hariç ülkenin tamamına yayılmış durumdadır (Shimazu 2006, Mamiya 2004).

Çam kuruma hastalığı, Asya'da sadece Japonya ile sınırlı kalmamış olup 1983 yılında Çin'de *P. thunbergii* ağaçlarında tespit edilmiştir (Cheng ve diğ. 1983). Çin'de tespit edilmesinden çok kısa bir süre sonra 1985 yılında Tayvan'da *P. luchuensis* ve *P. densiflora* türlerinde tespit edilip rapor edilmiştir (Tjean ve Jan 1985a, Tjean ve Jan 1985b). Hastalık, 1989 yılında Güney Kore'nin Pusan şehrinde *P. thunbergii* ve *P. densiflora* türlerinde de görülmüştür. Pusan şehri, Japonya'ya çok yakın olup bir liman şehri özelliğine sahiptir. Bu nedenle hastalığın Japonya'dan Güney Kore'ye yayıldığı tahmin edilmektedir. Güney Kore'de ilk aşamada kontrol edildiği varsayılmasına rağmen ilerleyen yıllarda diğer şehirlere yayılmış olup bugün ülkenin en önemli orman zararlısı olarak kabul edilmektedir (Shin ve Han 2006).

Hastalık, Asya kıtasından sonra Avrupa kıtasına doğru yayılım alanını genişletmektedir. Avrupa'da ilk olarak 1999 yılında Portekiz'de *P. pinaster* ağaçlarında tespit edildikten sonra (Mota ve diğ. 1999) nematodun vektörü olarak *Monochamus galloprovincialis*

(COLEOPTERA: Cerambycidae) türü rapor edilmiştir (Sousa ve diğ. 2001). Portekiz`de tespit edilmesinden sonra 2010 yılında Portekiz`e çok yakın olan Madeira adasında (Fonseca ve diğ. 2012) ve 2011 yılında da yine Portekiz`e sınır olan İspanya`da aynı konukçu ağaçtürlerinde tespit edilmiştir (Robertson ve diğ. 2011). Son olarak yine Portekiz`de ikinci bir konukçu ağaç türünde de (*P. nigra*) tespit edilmiştir (Inacio ve diğ. 2014). Avrupa`dan arka arkaya gelen hastalık kayıtları, bu nematodun hızlı bir şekilde yayılış alanını genişletebildiğini ve zarar gören alanların arttığını göstermektedir.

Çam kuruma hastalığı, nematodun ağaçların paranzim hücreleriyle beslenmesi, takiben ağaçtaki su iletim sistemin çökmesi ve ağacın topraktan su alamaması, reçine akışının azalması, iğne yapraklarının kahverengi ve takiben kızılrenge dönüşmesi sonucunda çoğunlukla bir yıl içinde bulaşmış ağaçların ölmesi şeklinde kendini göstermektedir (Mamiya 1984).

*B.xylophilus*, hem bitkisel (fitofag) hem de fungal (mikofag) materyallerle beslenebilme formuna sahip olan bir nematodur. Vektör böcek, nematodu elytrasında ve trake sisteminde taşıyabilmektedir. Nematod, böceğin olgunluk yiyimi sırasında, çam ağaçlarının ince dallarının kabuklarını yiyerek açtığı yaralardan ağaca girmektedir. Ağaca giren nematodlar, paranzim hücrelerle beslenerek ağacın paranzim dokusunda yaşar ve ağacın dolaşım sistemi ile reçine kanalları boyunca yayılış gösterirler. Bu, nematodun fitofagus beslenme formudur. Nematod, konukçu ağaç içinde yaşam döngüsünü devam ettirmeye başlar. Yaşam döngüsü, dört larva evre ve sonrasında ergin evre ile tamamlanır. İlk larva evre (L1) yumurta içinde tamamlanır. Yumurtadan çıkan larva, L2 evresindedir. Deri değiştiren L2'ler sırasıyla L3 ve L4 evrelerine geçer ve sonrasında ergin hale gelirler (Mamiya 1984). Nematodun yaşam döngüsü (yumurta-ergin), uygun koşullar altında (20°C sıcaklık gibi) 6 gün içinde tamamlanır. Dişi birey yaklaşık 28 günlük yumurtlama dönemi içinde 80 ile 150 arasında yumurta bırakır.

Nematodlar tarafından zayıflatılan ve öldürülen ağaçlar, *Monochamus* bireyleri için uygun bir çiftleşme ve yumurta bırakma materyali haline gelir. Dişi böcekler tarafından taşınan nematodlar böceğin yumurta koyma işlemi sırasında yumurta koyma delik ve yarıkları vasıtasıyla konukçu ağaçlara bulaştırılır. Bu, nematodun konukçu ağaçlara bulaştırılmasını sağlayan ikincil yoldur. Fakat bu bulaştırma yolu, çam kuruma hastalığının gelişimi ve yayılması açısından böceğin olgunluk yiyimi sırasında sağlıklı

ağaçlara nematod bulaştırması kadar kritik bir öneme sahip değildir (Mamiya 1984).

*B. xylophilus*, çoğalma ve dağılma formu olmak üzere iki farklı yaşam formuna sahiptir. Her iki formda da, L1 ve L2 evreleri ortaktır. Optimal koşullarda nematod çoğalma formu için L3 ve L4 evrelerine geçiş yapar ve ergin hale gelen nematodlar buldukları yerde (konukçu ağaçta) üremeye başlar. Fakat nematodun bulunduğu konukçudaki koşullar popülasyonun gelişimi ve çoğalması için elverişli değil ise (yüksek/düşük nem, besin eksikliği gibi) nematod, D<sub>III</sub> ve D<sub>IV</sub> olarak sembolize edilen dağılma formunu tercih eder. Vektör böceğin pupa odası etrafında toplanır ve böcek vücudunda bulunan doğal açıklıklardan (spiracles gibi) böceğin içine giriş yapar ve erginleşen böcek ile birlikte ağaçtan dışarı çıkarak yeni konukçu ağaca gider. Ağaçtan çıkan genç böcekler, çiftleşme için olgunluk yiyimi yapmak zorundadırlar ve bunun için de sağlıklı ağaçların ince tepe dallarını tercih ederler. Olgunluk yiyimi sırasında böcekte bulunan nematodlar (J<sub>IV</sub> evre) ağaçlara giriş yapar (Linit 1990, Mamiya 1984).

Hastalık için en önemli konukçu, *Pinus* cinsine ait türlerdir. Konukçu türler, buldukları ülkelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, *P. bunjeana*, *P. densiflora*, *P. luchuensis*, *P. massoniana* ve *P. thunbergii* Asya kıtasındaki konukçu türler olurken, *P. pinaster*, *P. nigra* ve *P. sylvestris*, Avrupa'da yaygın olarak görülen konukçu ağaç türleridir (Inacio ve diğ. 2014, Evans ve diğ. 1996, Fielding ve Evans 1996).

Nematodun en önemli ve etkin vektörleri, *Monochamus* cinsine ait böceklerdir. Konukçu ağaçlarda olduğu gibi vektör böcek türleri konusunda da yayılım alanlarına göre farklılık bulunmaktadır. *M. alternatus* Asya, *M. carolinensis* Kuzey Amerika ve *M. galloprovincialis* ise Avrupa'da en önemli vektör türlerdir (Akbulut ve Stamps 2014).

Çam kuruma hastalığının bulunduğu ülkelerde ormanlara verdiği zararlar çok ciddi düzeylere ulaşabilmektedir. Japonya'da 1945 yılından itibaren verdiği zarar, odun hammaddesi olarak 26 milyon m<sup>3</sup> düzeyine ulaşmıştır (Mamiya 2004). Buna ilave olarak hastalıkla mücadelenin getirdiği maliyet, orman ekosistemlerindeki geri dönüşü olmayan değişimler ve ülkelere uygulanan ek karantina tedbirleri gibi daha pek çok kayıplar doğrudan ya da dolaylı zararlar olarak sayılabilir (Suzuki 2002, Kiyohara ve Bolla 1990). Japonya'nın Kyoto bölgesinde, hassas çam ormanlarının yerine meşe ağaçları dikilmiştir (Mota ve diğ. 2009).

Portekiz'de 1999-2008 yılları arasındaki resmi kayıtlara göre 500 000 ha'lık bir

ormanlık alan çam kuruma hastalığından etkilenmiştir (Mota ve diğ 2009). *B. xylophilus*, vektör böcek, hassas konukçu türlerin yayılış göstermesi ve iklim şartlarının hastalığın ilerlemesi için elverişli olması nedeniyle *B. xylophilus* ve neden olduğu çam kuruma hastalığı Portekiz`de çam ormanlarını tehdit eden en önemli tehlike olarak kabul edilmektedir (Rodrigues 2008).

Çam kuruma hastalığının Portekiz`de ilk defa tespit edilmesinden sonra, Avrupa Birliği, üye ülkelere *B. xylophilus*'un varlığının tespitine yönelik sörvey çalışmaları yapılması, tespit edilmesi durumunda kontrol altına alınması ve yayılışının önlenmesi konularında direktif yayınlamıştır (EC directive 2001/218/EC). Nematodun Avrupa'nın iğne yapraklı ormanları için ciddi bir tehdit olmasından dolayı uygulanabilecek en etkili yöntemin, orman ürünleri ticaretinde egzotik zararlı türlerin tespitine yönelik sistemlerin geliştirilmesi olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Gu ve diğ. 2006, Evans ve diğ. 1996, Bergdahl 1988).

Türkiye coğrafik konumu gereği, egzotik türlerin girme potansiyelinin en yüksek olduğu ülkelerden biridir. Türkiye'nin orman varlığı yaklaşık 21,7 milyon hektar olup bu miktar ülke yüzölçümünün % 27,6'sını oluşturmaktadır (OGM, 2006). İğne yapraklı ormanların kapladığı alan % 54 ve yapraklıların ise % 35'tir. Geriye kalan % 11'lik oran ise, iğne yapraklı ve yapraklı karışık ormanlık alanıdır. *P. brutia*, % 27' lik oran ile en geniş yayılış alanına sahip olan türdür. *Quercus* sp. (% 23,8), *P.nigra* (% 21,6), *Fagus* sp. (% 9) ve *P. sylvestris* (% 6,8) ile *P. brutia*'dan sonra en geniş yayılışa sahip olan türlerdir (OGM, 2006). Özellikle *P. brutia* ve *P. nigra*'nın yayılış gösterdiği alanlar, yıllık ortalama sıcaklığın Avrupa'da hastalığın görüldüğü alanlarla benzerlik göstermesi ve *B. xylophilus*'un Avrupa'daki vektörü olan *M. galloprovincialis*'in de yayılış gösterdiği alanlar olması dikkat çekmektedir. Inacio ve diğ. (2014), Portekiz`de *P. nigra* ağaçlarından yüksek oranda (5000 nematod/10g odun örneği) *B. xylophilus* izole etmişlerdir. Bu da, *B. xylophilus*'un Avrupa'da *P. pinaster*'den sonra ikinci konukçusu olarak ilk defa rapor edilmesine neden olmuştur. Aynı çalışmada, vektör olarak ta *M. galloprovincialis* tespit edilmiştir.

Türkiye'nin artan orman ürünleri talebi karşısında mevcut üretim miktarı ile arz ve talep arasındaki açığı kapatması mümkün görülmemektedir. Orman ürünlerinin arz-talep dengesine bakıldığında, 2020 yılında yaklaşık olarak 40-50 milyon m<sup>3</sup>/yıl odun hammaddesi talebinin olabileceği öngörülmektedir (Birler 2009). Ülke üretiminin ise

2010 yılı itibariyle ortalama 20 milyon m<sup>3</sup>/yıl civarında gerçekleştiği bilinmektedir (FAO 2012). Bu açığın kapatılabilmesi için endüstriyel plantasyonların artırılması ve odun hammaddesi ithalatının yapılması gerekmektedir (Birler 2009). Odun hammaddesi ithal edilen ülkeler arasında Kuzey Amerika, Avrupa, Afrika ve Asya ülkelerinin bulunması ve bu ülkeler arasında nematodun yayılış gösterdiği ülkelerin de yer alması, ülkemize hastalığın giriş riskini arttırmaktadır.

Avrupa'da 1980'li yıllardan itibaren *B. xylophilus*'a karşı uygulanan karantina tedbirleri, 1999 yılında nematodun Portekiz'de bulunması ile birlikte farklı bir aşamaya geçmiştir. Avrupa Birliği bütün üye ülkeleri *B. xylophilus* ve neden olduğu çam kuruma hastalığı konusunda uyarılmış, sorvey ile ilgili çalışmaların yapılması konusunda kararlar almıştır. Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne aday ülkeler arasında bulunması ve EPPO (Avrupa Bitki Koruma Organizasyonu)'ya üye olması nedeniyle, ülkemizde çam kuruma hastalığının bileşenlerine (*B. xylophilus*, vektör böcek ve konukçu ağaç) yönelik çalışmalar başlatılmıştır. İlk olarak 2003 yılında başlayan sorvey çalışmaları sonucunda *B. xylophilus*'a rastlanılmamış fakat ona en yakın (morfolojik, ekolojik ve genetik açıdan) tür olan *B. mucronatus* (Vieira ve diğ. 2004) tespit edilmiştir. Takip eden yıllarda, *B. mucronatus*'a ek olarak, *B. vallesianus* (Akbulut ve diğ. 2008a), *B. sexdentati*, *B. pinophilus* (Akbulut ve diğ. 2008c), *B. hellenicus* (Akbulut ve diğ. 2013), dünya nematod faunası için yeni türler olan *B. anamurius* (Akbulut ve diğ. 2007a) ve *B. andrassyi* (Dayı ve diğ. 2014) rapor edilmiştir.

Bu güne kadar yapılan çalışmalar neticesinde, *B. xylophilus*'un henüz Türkiye ormanlarında bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak bu sonuç, *B. xylophilus*'un Türkiye'ye girmeyeceği anlamına gelmemektedir. Söz konusu sorvey çalışmalarının periyodik olarak tekrar edilmesi kritik bir öneme sahiptir.

Tespit edilen *Bursaphelenchus* türleri, genel olarak kuruyan veya kurumakta olan iğne yapraklı ağaçlardan izole edildiği için bu türlerin kurumalar üzerinde etkisinin olup olmadığının araştırılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, gerek sera gerekse de açık alan koşullarında belirli yaşlardaki çam fidanları (*P. brutia*, *P. nigra*, *P. sylvestris* ve *P. pinea*), kullanılarak patojenlik testleri yapılmıştır (Akbulut ve diğ. 2014, Dayı ve Akbulut 2012, Akbulut ve diğ. 2007b). Yapılan bu testlerde *Bursaphelenchus* türleri arasından özellikle *B. mucronatus*'un diğer türlere göre daha patojen, *P. brutia*'nın ise diğer *Pinus* türlerine göre daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de

tespit edilen *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böcekleri konusunda yeterli veri bulunmamaktadır. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda *B. mucronatus*'un vektörü olarak *M. galloprovincialis* rapor edilmiştir (Akbulut ve diğ. 2010). Farklı bir çalışmada, toprakta yaşayan *Halictus* (Hymenoptera: Halictidae) cinsine ait bir arı türünün *B. anatolius*'un vektörü olduğu tespit edilmiştir (Giblin-Davis ve diğ. 2005).

*B. xylophilus*'un Avrupa'daki en önemli vektörü olan ve ülkemizde de doğal yayılışa sahip olan *M. galloprovincialis*'in laboratuvar koşulları altında bazı ekolojik ve biyolojik özelliklerinin tespitine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Akbulut 2009, Akbulut ve diğ. 2008b, Akbulut ve diğ. 2007c). *P. nigra* ve *P. sylvestris* üzerinde *M. galloprovincialis*'in yaşam döngüsü (yumurta sayısı, ergin böcek sayısı gibi) araştırılmış ve böceğin her iki türdeki yaşam döngüsü arasında benzerlikler bulunmuştur (Akbulut ve diğ. 2008c). Diğer bir çalışmada ise, *M. galloprovincialis*'in *P. nigra* üzerinde üreme potansiyelinin mevsimlere göre değişimi araştırılmış ve böceğin ergin olmayan dönemlerinde *P. nigra*'nin odun özellikleri, ergin dönemde ise sürgünlerin besinsel değerlerinin mevsimlere göre değişiminin böceğin hayatta kalması ve üremesini etkilediği bulunmuştur (Akbulut ve diğ. 2007d). *Bursaphelenchus* türlerinin konukçu ağaç ve vektör böcek türlerine göre dağılımlarına bakıldığında bazı *Bursaphelenchus* türlerinin farklı ülkelerden vektör böceklerinin tespit edildiği görülmektedir (Ryss ve diğ. 2005). Türkiye'de ise orman ağaçlarından izole edilen ve yukarıda bahsedilen *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böceklerine yönelik herhangi bir çalışma yürütülmemiştir.

Bu tezin amaçları,1) Türkiye'nin çam kuruma hastalığına en hassas bölgeleri olan Ege ve Marmara bölgelerinde önceki yıllarda yapılan sörvey çalışmalarıyla tespit edilen *Bursaphelenchus* türlerinin potansiyel vektör böceklerinin tespit edilmesi, 2) Yapılacak vektör böcek sörvey çalışmaları sırasında *B. xylophilus*'un da Avrupa'daki en önemli vektörü olan *M. galloprovincialis*'in *Bursaphelenchus* türlerinin tespit edildiği bölgelerde varlığının ve yayılışının belirlenmesi ve 3) Elde edilecek verilerle, vektör böcekler konusundaki eksikliklerin tamamlanmasıdır.

## 2. MATERİYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması, arazi ve labotatuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları, 2012, 2013 ve 2014 yıllarında Mart ile Eylül ayları arasında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1.** Arazi gezilerine ait bilgiler.

Gezi Tarihi	Gezi Bölgesi
26/03/2012-06/04/2012	Burdur, İzmir, Denizli, Muğla,
01/05/2012-15/05/2012	İzmir, Isparta, Burdur, Denizli, Muğla,
18/06/2012-04/07/2012	Burdur, Muğla, İzmir, Denizli, Isparta
27/08/2012-10/09/2012	Burdur, Muğla, İzmir, Denizli, Isparta
18/02/2013-25/02/2013	İzmir, Muğla, Denizli, Burdur, Isparta
05/03/2013-12/03/2013	Manisa, Balıkesir, Kütahya
25/03/2013-27/03/2013	Burdur, Denizli, Isparta
24/04/2013-26/04/2013	İzmir, Manisa
19/05/2013-23/05/2013	Balıkesir, Kütahya, Burdur, Isparta
05.03.2014-12.03.2014	Manisa, Balıkesir, Kütahya
25.03.2014-27.03.2014	Burdur, Denizli, Isparta
24.04.2014-26.04.2014	İzmir, Manisa

Arazi çalışmaları Ege ve Marmara bölgelerinde daha önceki çalışmalarda *Bursaphelenchus* türlerinin tespit edildiği illerdeki (Balıkesir (Dursunbey 1 nokta), İzmir (Bergama 1 nokta), Muğla (Fethiye 1 nokta), Denizli (Beyağaç 1 nokta), Manisa (Akhisar 1 nokta ve Gördes 1 nokta) ve Kütahya (Tavşanlı 2 nokta)) ve Akdeniz bölgesinden iki il (Isparta (Sütçüler 1 nokta), Burdur (Bucak 2 nokta (Pamucak ve Uğurlu)) dahil edilerek noktalar ve çevresinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.1). Örneklemeye noktalarına ait bilgiler, Çizelge 2.2’de verilmiştir. Burdur’daki noktalardan biri *Abies cilicica* (Pinales: Pinaceae), *P. brutia* ve *Cedrus libani* (Pinales: Pinaceae) karışık ormanında, Bergama, Tavşanlı, Fethiye ve Akhisar’daki noktalar saf *P. brutia* ve diğer araştırma noktaları ise saf *P. nigra* ormanlarında yer almaktadır.



**Çizelge 2.2.** Örnekleme noktalarının özellikleri.

Nokta	Ağaç Türü	Ortalama Rakım (m)	Bakı	Koordinat Bilgileri
İzmir (1)	<i>P. brutia</i>	650	Doğu	0511075 4343064
Muğla (1)	<i>P. brutia</i>	150	Güney	0696939 4024064
Manisa (Akhisar)	<i>P. brutia</i>	400	Doğu	574054 4326619
Manisa (Gördes)	<i>P. nigra</i>	1000	Kuzey	628732 4329010
Kütahya (1)	<i>P. brutia</i>	600	Doğu	706420 4388393
Kütahya (2)	<i>P. brutia</i>	800	Doğu	705766 4371490
Balıkesir (1)	<i>P. nigra</i>	800	Güney	392450 283927
Denizli (1)	<i>P. nigra</i>	1200	Güney	0674373 4114722
Isparta (1)	<i>P. nigra</i>	1500	Kuzey	0328686 4142362
Burdur (Uğurlu)	<i>Abies silicia, P. brutia ve Cedrus libani</i>	1400	Güney	0289151 4134368
Burdur (Pamucak)	<i>P. brutia</i>	800	Güney	0295915 4143694

Noktalar arasındaki ulaşım mesafeleri dikkate alınarak arazi çalışmalarının yapılacağı iller ve bölgeler iki gruba ayrılmıştır. Muğla, Denizli, Isparta, Burdur ve İzmir'deki noktalar birinci grup, Manisa, Kütahya ve Balıkesir'deki noktalar ise ikinci grup olarak belirlenmiştir. Bu gruplandırmaya göre arazi çalışmaları planlanmıştır.

### 2.1.1. Böcek Sörveyleri

Belirlenen çalışma alanlarında, böceklerin yakalanması için tuzak ağaçları ve feromon tuzakları olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Tez çalışmasının ilk yılı olan

2012 yılında, belirlenen noktalar etrafında her bir nokta için sağlıklı ağaçlardan 5 adet tuzak ağacı hazırlanmıştır.

Tuzak ağaçları seçiminde, örnekleme noktası etrafındaki ağaçların sağlıklı ağaç olup olmadığına, nokta etrafında mevcut ormancılık faaliyetleri (üretim, bakım vs) olup olmadığına bakılarak karar verilmiştir. Meşcerenin yapısı (kapalılık, bakı vs.) dikkate alınarak tuzak ağaçları, aralarında ortalama 200 m mesafe olacak şekilde seçilmiş ve dip kısımdan kesilerek bulunduğu yerde bırakılmıştır. Kesilen ağaçlardaki nem kaybını en aza indirmek için gövde üzerindeki dallar kesilmeden bırakılmıştır (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).



**Şekil 2.1.** *P. nigra* dan hazırlanmış bir tuzak ağacı (Isparta).



**Şekil 2.2.** *P. brutia* dan hazırlanmış bir tuzak ağacı (Muğla).

Tuzak ağaçları, uzunlukları 20-30 m, çapları ise 30-40 cm arasında olan bireyler arasından seçilmiştir. Tuzak ağaçlarının hazırlanması işlemleri, erken uçan bazı

böcekler de dikkate alınarak en geç Mart ayı başında tamamlanmıştır. Bazı noktalarda (Denizli ve Isparta gibi) hava muhalefeti nedeniyle (kar engelinden dolayı ulaşımın mümkün olmaması) Mart ayının ikinci haftasında tuzak ağaçları hazırlanabilmiştir. Hazırlanan tuzak ağaçları arazide Eylül ayı sonuna kadar bırakılmıştır.

Periyodik olarak (20-30 günlük arayla) kontrol edilen (Şekil 2.3) tuzak ağaçlarından *Bursaphelenchus* cinsine ait nematod olup olmadığını anlamak için 20-30 gr talaş örneği (kabuktan itibaren 5-10 cm derinlikten) alınmış ve nematod çıkarımı için laboratuvara gönderilmiştir.

Laboratuvarda Tray yöntemine göre nematod çıkarımı yapılmış ve nematodlar Stereozoom mikroskop altında (Olympus SZX12) incelenmiştir. Tuzak ağaçlarından böcek çıkışlarını takip etmek için, nematodlu kütük örnekleri (50-60 cm uzunluğunda) kesilerek kargo yoluyla laboratuvara gönderilmiştir.



**Şekil 2.3.** Tuzak ağaçlarının kontrolü.

### **2.1.2. Feromon Tuzakları ile Böceklerin Yakalanması**

İlk yıldaki böcek yakalama yöntemleri yerine 2013 ve 2014 yıllarında feromon tuzakları yöntemi kullanılmıştır. Daha fazla sayıda ve farklı böcek türlerini yakalamak için bu yöntem çalışmaya dahil edilmiştir.

Bu yöntemde, 3 farklı feromon tuzak tipi ve 3 farklı feromon preparatı böcekleri yakalamak için tercih edilmiştir. Her bir noktada radyatör, multi-funnel ve iskandinav tipi tuzaklar üçgen şekli oluşturacak ve aralarında 100 m mesafe bulunacak şekilde arazide yerleştirilmiştir (Şekil 2.4)

Tuzaklar, açık alanlara, sağlıklı ağaçlardan en az 20 m uzaklıkta ve yerden yükseklikleri ortalama 120 cm olacak şekilde asılmıştır. Her bir tuzakta,  $\alpha$ -pinene (20 mg) uçucu bileşeni, ipsdienol (95mg) ve 2-methyl-3-buten-2-ol (MBO) (1500 mg) feromon preparatları aynı anda kullanılmıştır.



**Şekil 2.4.** İskandinav tipi böcek feromon tuzağı.

Feromon preparatları, 30-45 günlük periyotlarla yenisiyle değiştirilmiştir. Tuzaklar, ortalama 2 haftada bir kontrol edilerek (diğer zamanlarda ilgili şeflikten yardım alınarak) potansiyel vektör böcekler (Şekil 2.5) hava alabilen ve kapalı kaplar içerisinde kargo ile ve bazen de bizzat taşınarak laboratuvara ulaştırılmıştır (Şekil 2.6).



**Şekil 2.5.** Feromon tuzaklarından böceklerin toplanması (*Aconthocinus* spp).



**Şekil 2.6.** Kabuk böceklerinin hava alabilen kaplar içinde kargo ile laboratuvara gönderilmesi.

## **2.2. LABORAVUAR ÇALIŞMALARI**

Öncelikle arazide feromon tuzaklarıyla yakalanan ve laboratuvara getirilen böcekler tür düzeyinde teşhis edilmiştir. Teşhisleri tamamlanan örneklerden kabuk böcekleri (COLEOPTERA: Curculinodidae: Scolytinae) her bir tür ve nokta ayrı olacak şekilde 100`erli gruplar halinde (yakalanan birey sayısının çok fazla olması nedeniyle) beraber kesilerek (Şekil 2.7), Baerman huni yöntemi ile nematod çıkarımı yapılmıştır (Şekil 2.8). Diğer familyalara (Cerambycidae, Buprestidae gibi) ait bireyler tek tek kesilerek aynı işleme tabi tutulmuştur. Böcekler, bu yöntemde 2 saat bekletilmiştir.

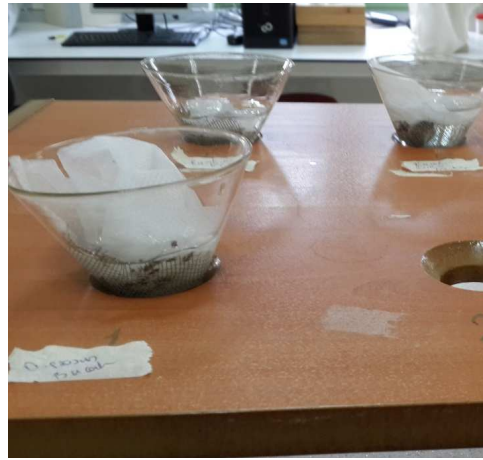


**Şekil 2.7.** Kabuk böceklerinin gruplandırılması.

Laboratuvara gönderilen tuzak ağaçlarından elde edilen böcekli kütüklerin kesik uçları nem kaybının azaltılması amacıyla eritilmiş parafin sürülerek kapatılmıştır. Her bir

kütük kodlanarak sabit koşullar altında (25-28°C, % 65-75 RH ve fotoperiyodizm aralığında (14:10, D:L) böcek gelişimlerinin takip edilebilmesi için farklı boyutlardaki PVC`den yapılmış böcek çıkış borularına (kafeslerine) yerleştirilmiştir.

Ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilmiş ve çıkan ergin böcekler tür teşhisleri yapıldıktan sonra nematod çıkarımı için kesilerek Baerman hunilerine (Şekil 2.8) yerleştirilmiştir. Çıkan her böcek için ayrı bir huni kullanılmıştır. Hunilerden 2 saat sonra sulu örnek alınmış ve özel bir elek ile süzülerek (0.038 mm gözenek genişliği) çıkan nematodlar Olympus SZX-12 stereomikroskop ile incelenmiştir (Şekil 2.9 ve Şekil 2.10).



**Şekil 2.8.** Baerman Funnel Yöntemi ile böceklerden nematod çıkarımı.



**Şekil 2.9.** Mikroskop altında böceklerin nematod taşıyıp taşımadıklarının incelenmesi.



**Şekil 2.10.** Böcekten izole edilen nematodun mikroskopta incelenmesi.

*Bursaphelenchus* cinsine ait yeterli sayıda canlı dişi ve erkek birey var ise (10 çift ve üzeri), nematodlar alınarak içinde patates agarı kullanılarak yetiştirilen *Botrytis cinerea* Pers. fungusu bulunan petri kaplara aşılınmış ve laboratuvar kültürlerinin kurulması çalışmaları yapılmıştır. Böceklerden izole edilen ölü nematodlar ise, 2ml'lik ependorf tüpler içinde DESS (sulphoxide, disodium EDTA ve NaCl karışımlarından oluşan solusyon) (Yoder ve diğ. 2006) ortamına konularak moleküler çalışmalar için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Laboratuvarında, böceklerden izole edilen her bir nematodun morfolojik ve moleküler yöntemlerle tür düzeyinde teşhis çalışmaları yürütülmüştür. Böceklerden izole edilen nematodların kesin teşhis yöntemlerinde öncelikle morfolojik gruplandırma (*Bursaphelenchus* ve *Bursaphelenchus* olmayan nematodlar) yapılmıştır. *Bursaphelenchus* cinsine ait olan nematodlar da kendi aralarında, Braasch ve diğ.(2009)' da tanımlandığı gibi gruplara (*Xylophilus*, *Sexdentati*, *Eggersi*, *Hofmanni*, *Eremus*, *Leoni*, *Abietinus*, *Kevini*, *Africanus* ve *Sinensis*) ayrılmıştır (Şekil 2.11).



**Şekil 2.11.** *Xylophilus* grubuna ait bir *Bursaphelenchus* türü.

Böceklerden izole edilen nematodlardan, (özellikle de *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodların) kolonileri kurulamayanlar DESS ortamında kesin tür teşhisleri yapılana kadar bekletilmiştir. Böceklerden çıkarımı yapılan nematodlar, 2012 ve 2013 yılına ait olanlar ile 2014 yılına ait olanlar olmak üzere iki gruba ayrılarak analizleri yapılmıştır.

### 2.2.1. 2012 ve 2013 Yıllarında İzole Edilen Nematodların Teşhisleri

Her bir nematod, sistem mikroskopi (Olympus BX510) altında tek tek incelenerek *Bursaphelenchus* cinsine ait olan ölü nematodlar iki gruba (*Xylophilus* ve *Sexdentati*) ayrılmış ve her bir *Bursaphelenchus* bireyinin morfolometrik ölçümleri yapılmıştır. Ölçümü yapılan her bir nematod, içinde 5 µl steril su bulunan 2ml'lik ependorf tüpüne bırakılmış ve DNA izolasyonu başlayana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

#### 2.2.1.1. Nematodlardan DNA İzolasyonu

Nematodlardan DNA izolasyonunda, DNA izolasyon kiti (Invitrogen Life Technologies) kullanılmıştır. DNA izolasyonunda, her bir nematod ayrı ayrı kullanılmıştır. Nematodun olduğu her bir tüp yatay biçimde tutularak nematodlar micropestle (Invitrogen Life Technologies) ile ortalama 3 dakika ezilmiştir (Şekil 12).



**Şekil 2.12.** Nematodların micropestle ile ezilmesi.

Her bir tüp içine, 180 µl Purelink Genomic Digestion Buffer eklendikten sonra 20 µl Proteinaz K eklenmiş ve vortexlenerek (2-3 sn) 55 °C'de 2 saat inkübe edilmiştir. İnkubasyondan sonra 20 µl RNase A eklenmiş, vortexlenerek 2-3 dakika bekletilmiş ve 200 µl % 100'lük Ethanol eklenerek tüm içerik spin kolonlara transfer edilmiştir. Spin kolonlar, 10.000 g hızında 1 dakika boyunca santrifüj edilmiş, kolonun alt kısmında biriken sıvı (supernatant) boşaltılmış ve 500 µl Wash Buffer 1 eklenmiştir. Takiben, oda

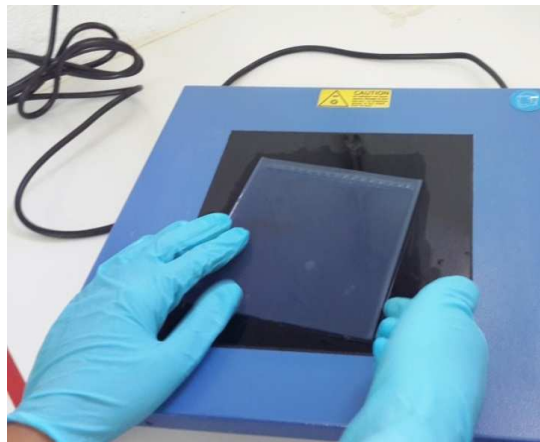


sıcaklığında 10.000 g hızında santrifüj edilerek ve 500 µl Wash Buffer 2 spin kolon içine eklenmiş ve tekrar santrifüj (20.000 g hızında 3 dakika) edilmiştir. Santrifüj sonrasında, spin kolon 1.5 ml'lik steril ependorf tüp içerisine yerleştirilerek 25 µl PureLink Genomic Elution Buffer'ı spin kolon içine eklenmiş ve oda sıcaklığında 1 dakika bekletildikten sonra 20.000 g hızında 1 dakika süreyle santrifüj edilerek Genomik DNA elde edilmiş ve PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) için -20 °C'de bekletilmiştir.

#### 2.2.1.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu ve DNA Dizilerinin Elde Edilmesi

Genomik DNA'ları izole edilen nematodlarda tür teşhisleri yapılabilmesi için PCR ile rDNA (Ribozomal DNA)'ların ITS1/ITS2 (transcribed intergenic spacers) bölgeleri bir çift primer (forward: 5'-CGTAACAAGGTAGCTGTAG-3' (Ferris ve diğ. 1993) reverse: 5'-TTTCAC TCGCCGTTACTAAGG-3' (Vrain, 1993)) ile çoğaltılmıştır. Söz konusu bölgelerin çoğaltılmasında, her bir PCR reaksiyonu için; toplam hacim 25 µl olacak şekilde 1X Taq buffer, 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.6 mM primer (her bir primerden), 0.2 mM dNTPs, 2 unit Taq DNA Polimeraz (Fermentas, ThermoScientific) ve 5 µl template DNA kullanılmıştır.

PCR reaksiyonu; 94°C 4 dakika süreyle bir başlangıç denaturasyon aşaması, sonrasında 35 döngü ile 94°C'de 30 saniye süreyle denaturasyon (DNA çift zincirinin açılarak tek zincir haline gelmesi), 50°C'de 30 saniye süreyle annealing (primerlerin bağlanması), 72°C'de 1 dakika süreyle zincirin uzaması (extension) ve son olarak ta final extension aşaması (72°C'de 10 dakika) ile tamamlanmıştır. PCR sonuçları, % 1.5'lik agaroz jelde görüntülenmiştir (Şekil 2.13).



**Şekil 2.13.** PCR sonuçlarının UV altında jelde görüntülenmesi.

Jelde elde edilen sonuçlara göre, PCR ile çoğaltılan ilgili bölgeler iki enzimin Exonuclease I (0.5 µl) ve Fast AP (Alkaline phosphatase) (1 µl) (Fermentas, ThermoScientific) kombinasyonu ile jelden saflaştırılmış ve DNA dizilerinin elde edilmesi için firmaya (Macrogen, Güney Kore) gönderilmiştir.

DNA dizilerinin elde edilmesinde, Sanger sekanslama yöntemi kullanılmıştır (Sanger ve diğ. 1975). Sekans sonuçları, CLC Workbench v. 7 software ile analiz edilmiş ve sonuçlar, Blastn data bankası ile karşılaştırılmıştır.

## **2.2.2. 2014 Yılında İzole Edilen Nematodların Teşhisleri**

### *2.2.2.1. Nematodlardan DNA izolasyonu*

Nematodlar, DESS ortamından alınarak otoklavlanmış Milli-Q su ile yıkandıktan sonra, 1 ile 5 arasında değişen sayılarda nematodlar 1.5 ml`lik ependorf tüpler içine bırakılarak 50 µL DNA Extraction Buffer bu tüplere eklenmiştir. Daha sonra nematodlar micropestle ile ezilmiş (2-3 dk süreyle) ve tüpler, 60 °C`de su banyosunda 2.5 saat süreyle inkübe edilmiştir. İnkubasyondan sonra Proteinaz K eklenerek 15 dakika süreyle 95 °C`de tekrar inkübe edilmiş ve 5 dakika süreyle buzda soğumaya bırakıldıktan sonra -20 °C`de PCR çalışmaları için hazır olarak bekletilmiştir.

### *2.2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu ve DNA Dizilerinin Elde Edilmesi*

PCR reaksiyonlarında, 18S ve 28S Ribosomal RNA genleri, ITS (Internal transcribed Spacer) bölgeleri (ITS1 ve ITS2) ve Cytochrome c oxidase (COX-I) geni tür teşhisleri için hedef alınmıştır.

PCR ile hedef genlerin çoğaltılmasında; 2 µl DNA, 0.4 µl forward primer (10 uM konsantrasyonunda), 0.4 µl reverse primer (10uM konsantrasyonunda), 1.25 µL dNTPs (2mM konsantrasyonunda), 2.5ul 10x Buffer, 0.2µl Titanium Taq ve 18.25 µL H<sub>2</sub>O ile final hacim 25 µl olacak şekilde hazırlanmıştır.

PCR reaksiyonlarında, 18S geni için forward primer olarak kullanılan dizi 5'-TGTAACACGACGGCCAGTCGATCAGATACCGCCCTAG - 3' (M13-18S-1-2A), reverse primer olarak kullanılan primer dizisi ise, 5'-CAGGAAACAGCTATGACTACAAAGGGCAGGGACGTAAT - 3' (M13-18S-r2b) olacak şekilde seçilmiştir.

28S rDNA bölgesinin çoğaltılması, forward primer olarak 5'-

TGTA AACGACGGCCAGTACAAGTACCGTGAGGGAAAGT -3' (M13 D2A-28S) ve reverse primer olarak ta, 5'-CAGGAAACAGCTATGACTGCGAAGGAACCAGCTACTA -3' (M13 D3B-28S) dizisi kullanılmıştır.

ITS bölgelerinin çoğaltılmasında, forward primer dizisi olarak, 5'-TGTA AACGACGGCCAGTTTGATTACGTCCCTGCCCTTT -3' dizisi (M13FITS-rDNA2) ve reverse primer dizisi olarak kullanılan primer ise; 5'-CAGGAAACAGCTATGACTTTCCTCGCCGTTACTAAGG -3' (M13R-ITS-28S) olacak şekilde belirlenmiştir.

COX-1 geninin çoğaltılmasında, forward primer olarak 5'-TGTA AACGACGGCCAGTCCCTACTATGATTGGTGGTTTTGGTAATTG-3' dizisi (M13R-CO-I) ve reverse primer olarak kullanılan primer dizisi ise, 5'-CAGGAAACAGCTATGACGTAGCAGCAGTAAAATAAGCACG-3'(M13R-CO-1-M13R-ITS-28S) olmak üzere primerler kullanılmıştır.

PCR koşulları ise, 94 °C 3 dakika başlangıç denatürasyonu, 94 °C 30 saniye denatürasyon (DNA sarmalının tek dizi haline gelmesi), 50 °C 30 saniye annealing (primerlerin DNA'ya bağlanması), 68 °C 1 dakika extension (yeni DNA dizisi sentezi) ve 68 °C 3 dakika final extension olmak üzere 40 döngüden oluşmaktadır.

PCR sonuçları, % 1.5`lik agaroz jelde görüntülenmiş ve Sanger sekanslama yöntemi ile (Macrogen, Güney Kore) ilgili DNA dizisi elde edilmiştir. Sonuçlar, NCBI (National Center for Biotechnology Information)'da değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. BÖCEK SÖRVEYLERİNE AİT VERİLER

##### 3.1.1. 2012 Yılına Ait Veriler

Tezin ilk yılı olan 2012 yılında tuzak ağaçları ile Burdur, Denizli, İzmir, Isparta ve Muğla illerinden toplanan böcek türlerinin sistematikteki yeri ve bu böceklerden laboratuvarında izole edilen ve ilk morfolojik gözlemlere göre teşhisi yapılan nematod örneklerine ait bilgiler Çizelge 3.1`de verilmiştir.

Çizelge 3.1`deki bilgilere göre, işlem gören böceklerin tamamının COLEOPTERA takımına ait olduğu ve bu takıma ait iki familyanın (Curculionidae ve Cerambycidae) tüm örnekleme bölgelerinden toplandığı görülmektedir.

İlk yılın bulgularında, Burdur bölgesi, familya (10) ve tür (17) bazında en fazla böcek türü zenginliğine sahip bölge olarak ön plana çıkmıştır. Burdur bölgesini, 6 familya ve 13 tür ile İzmir bölgesi izlerken, Denizli bölgesi 3 familya ve 5 tür ve son olarak Isparta ve Muğla bölgeleri 2`şer familya ile en az tür zenginliğine sahip bölgeler olmuştur.

*Orthotomicus erosus* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) en fazla yakalanan ve işlem gören böcek türü olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı tüm bölgelerde Curculionidae familyasına ait türler en yoğun olarak yakalanan türler olmuştur.

İlk yılın sonuçlarına göre, İzmir bölgesinde *M. galloprovincialis* ve *O. erosus`dan* ve Muğla bölgesinde ise sadece *O. erosus`dan* *Bursaphelenchus* bireyleri izole edilmiştir.

İlk yılda çalışma yapılan diğer bölgelerden (Burdur, Denizli ve Isparta) elde edilen böceklerden *Bursaphelenchus* cinsine ait nematod çıkmamıştır. Isparta hariç olmak üzere 2012 yılında çalışmanın yürütüldüğü tüm bölgelerde *Bursaphelenchus* cinsinin dışında farklı takım, familya ya da cinse ait nematod türleri de elde edilmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** 2012 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar.

Nokta	İşlem Gören Böcek			Nematod Varlığı	Nematod Cinsi
	Takım	Familya	Tür		
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Histeridae	Teşhis edilemedi	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Histeridae	<i>Paromalus parallelepipedus</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Zopheridae	<i>Colydium elongatum</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Buprestidae	Teşhis edilemedi	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Pityophthorus</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Trogositidae	<i>Temnochila caerulea</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Colydiidae	<i>Bitoma</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Staphylinidae	Teşhis edilemedi	-	
Burdur	COLEOPTERA	Staphylinidae	<i>Paederus</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cucujidae	<i>Uleiota</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i> sp.	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus minor</i>	+	Farklı cins
Denizli	COLEOPTERA	Cleridae	<i>Thanasimus formicarius</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus</i> sp.	-	
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus</i> sp.	+	Farklı cins

**Çizelge 3.1 (devam)**

İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Hylurgus ligniperda</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Pityogenes pennides</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Crypturgus</i> sp.	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Paraphloeus</i> sp.	-	
İzmir	COLEOPTERA	Buprestidae	<i>Chalcophora detrita</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Zopheridae	<i>Aulonium ruficorne</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Anthocoridae	Teshis edilemedi	-	
İzmir	COLEOPTERA	Tenebrionidae	<i>Corticeus linearis</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Xyleborus</i> sp.	-	
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus</i> sp.	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus minor</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus</i> sp.	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus minor</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.

**Çizelge 3.1 (devam)**

Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus sp.</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	

### 3.1.2. 2013 Yılına Ait Veriler

Tez çalışmasının ikinci yılı olan 2013 yılında arazi çalışmalarında potansiyel vektör böceklerin toplanmasında ilk yılda kullanılan tuzak ağaçları yerine feromon tuzakları kullanılmıştır. İşlem gören böcekler ve bu böceklerden izole edilen nematodlar Çizelge 3.2`de verilmiştir. Feromon tuzakları ile toplanan ve laboratuvarında nematod çıkarımı yapılan böcekler COLEOPTERA takımına aittir. İkinci yıldaki çalışmalarda da, Cerambycidae ve Curculionidae familyalarına ait böcekler toplanmıştır. Isparta bölgesi sahip olduğu 6 farklı tür ile en fazla türün işlem gördüğü bölge olmuştur. Onu sırasıyla Burdur (5), Denizli (5), Muğla (4) ve İzmir (3) izlemiştir. *M. galloprovincialis*'in, (Avrupa'da *Bursaphelenchus xylophilus*'un en yaygın vektörü) çalışmanın yapıldığı tüm bölgelerde varlığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda tüm bölgelerde farklı *Bursaphelenchus* türlerinin varlığına da rastlanmıştır.

*Bursaphelenchus* cinsi nematodların bölgelere göre dağılışları analiz edildiğinde, Burdur bölgesinden 5, Denizli bölgesinden 1, İzmir bölgesinden 2, Isparta bölgesinden 2 ve Muğla bölgesinden ise 3 farklı örnekte *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar izole edilmiştir. *Bursaphelenchus* türlerinin izole edildiği böcek türleri arasında

genellikle *O. erosus*, *Ips sexdentatus* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) *M. galloprovincialis*, *Acanthocinus aedilis*, *Arhopalus rusticus* ve *Spondylis buprestoides* (COLEOPTERA: Cerambycidae) bulunmaktadır.

**Çizelge 3.2.** 2013 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar.

Nokta	İşlem Gören Böcek			Nematod Varlığı	Nematod Cinsi
	Takım	Familya	Tür		
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Acanthocinus aedilis</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Acanthocinus aedilis</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus sp.</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.



**Çizelge 3.2 (devam)**

İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Spondylis buprestoides</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus minor</i>	-	
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Muğla	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Muğla	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	

### 3.1.3. 2014 Yılına Ait Veriler

Tezin üçüncü yılında arazi çalışmaları Balıkesir, Burdur, Denizli, İzmir, Isparta, Kütahya ve Manisa bölgelerinde yürütülmüştür. Bu yılda da böceklerin yakalanması için feromon tuzakları kullanılmıştır. Toplanan ve laboratuvarında işlem gören böcekler ve bu böceklerden izole edilen nematodlara dair bilgiler Çizelge 3.3`de verilmiştir.

Çizelge 3.3 incelendiğinde işlem gören böceklerin ilk iki yılda olduğu gibi COLEOPTERA takımının Curculionidae ve Cerambycidae familyalarına mensup oldukları görülmektedir. Bu dönemde *O. erosus*, *A. aedilis*, *I. sexdentatus*, *R. inquisitor*, *T. piniperda*, *A. rusticus*, *M. galloprovincialis* ve *S. buprestoides* feromon tuzaklarından toplanmıştır. Böcek tür zenginliğinin en fazla olduğu (7) bölge Kütahya olup onu İzmir (6), Manisa (5), Denizli (4), Balıkesir (3) ve Burdur (2) izlemiştir. En fazla nematod

izole edilen böcekler, Manisa ve İzmir bölgelerinden toplanmıştır.

Çalışmanın ilk iki yılında olduğu gibi *O. erosus*, en yoğun olarak toplanan ve işlem gören böcek türü olmuştur. *Bursaphelenchus* türleri *O. erosus* (Balıkesir, İzmir ve Manisa), *M. galloprovincialis* (İzmir), *T. piniperda* (Kütahya ve Manisa), *Pissodes* sp. (Kütahya) ve *I. sexdentatus* (Manisa) böcek türleri ile ilişkili olarak izole edilmiştir. *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodların bölgelere göre dağılımlarında, Manisa'dan 8, İzmir'den 5, Kütahya'dan 2 ve Balıkesir'den 1 böcek örneğinden *Bursaphelenchus* türleri izole edilmiştir. Manisa, çalışmanın yapıldığı diğer bölgelere göre *Bursaphelenchus* türlerinin daha yoğun olarak izole edildiği bir bölgedir.

**Çizelge 3.3.** 2014 yılında işlem gören böcekler ve izole edilen nematodlar.

Nokta	İşlem Gören Böcek			Nematod Varlığı	Nematod Cinsi
	Takım	Familya	Tür		
Balıkesir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Balıkesir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Balıkesir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Balıkesir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>B. mucronatus</i>
Balıkesir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Burdur	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Burdur	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomiscus piniperda</i>	+	Farklı cins
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Denizli	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Denizli	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Arhopalus rusticus</i>	+	
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins

**Çizelge 3.3 (devam)**

Nokta	İşlem Gören Böcek			Nematod Varlığı	Nematod Cinsi
	Takım	Familiya	Tür		
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
İzmir	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Isparta	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
Kütahya	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Kütahya	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Rhagium inquisitor</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	

**Çizelge 3.3 (devam)**

Kütahya	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Spondylis buprestoides</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	-	
Kütahya	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Pissodes</i> sp.	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>B. mucronatus</i> ve <i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Pityokteines</i> sp.	-	
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	-	
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	-	
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins

**Çizelge 3.3 (devam)**

Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Aconthocinus aedilis</i>	-	
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Orthotomicus erosus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Ips sexdentatus</i>	+	Farklı cins
Manisa	COLEOPTERA	Curculionidae	<i>Tomicus piniperda</i>	+	Farklı cins

### 3.2. BÖCEKLERDEN İZOLE EDİLEN NEMATODLARIN TEŞHİSLERİ

Böceklerden izole edilen nematodların tür teşhislerinde, ilk iki yılın teşhisleri birlikte yapılmış, son yılın teşhisleri ise ayrı yapılmıştır. Teşhis işlemlerinde kullanılan NCBI veri bankası sorgu sonuçları ekler kısmında verilmiştir.

#### 3.2.1. 2012 ve 2013 Yıllarına Ait Teşhisler

Çalışmanın ilk iki yılında toplanan böceklerde vücut ölçüleri küçük olan böcekler (özellikle de kabuk böcekleri) ortalama 100`erli gruplar haline ayrılıp beraber olmak üzere ve diğer familyalara (Cerambycidae, Buprestidae gibi) (büyük böcekler) ait böcekler teker teker işleme tabi tutulduğunda 2012 yılında 80 böcek grubu elde edilmiş ve bu gruplardan 26`sında farklı cinse ait nematodlar tespit edilirken 4 örnekte *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar bulunmuştur (Çizelge 3.4). Geriye kalan 50 örnek grubunda nematode rastlanmamıştır.

Diğer taraftan 14 adet böceğin 1 tanesinde *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar tespit edilirken, 2 tanesinde ise farklı cins nematodlar tespit edilmiştir (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4.** 2012 ve 2013 yıllarında işlem gören böcekler ve nematod bulunan örnek sayısı.

Yıl	İşlem Gören Örnek Sayısı	<i>Bursaphelenchus</i> Bulunan Örnek Sayısı	Farklı cins nematod Bulunan Örnek Sayısı
2012	80 (grup)	4	26
2012	14 (adet)	1	2
2013	30 (grup)	13	-
2013	11(adet)	1	-

Çalışmanın ikinci yılında ise 30 böcek grubu (kabuk böceklerinde) elde edilmiş olup bu grupların 13`ünde *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar tespit edilirken farklı cinse ait nematodlar tespit edilmemiştir. Aynı zamanda, 11 adet böcekten 1 tanesinde *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar tespit edilmiş olup farklı cinse ait nematodlar tespit edilmemiştir.

Morfolojik teşhisler sonucunda ilk iki yılda izole edilen nematodların *Xylophilus* ve *Sexdentati* grubuna ait oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



**Şekil 3.1.** *Xylophilus* grubuna ait bir *Bursaphelenchus* türü.



**Şekil 3.2.** *Sexdentati* grubuna ait bir *Bursaphelenchus* türü.

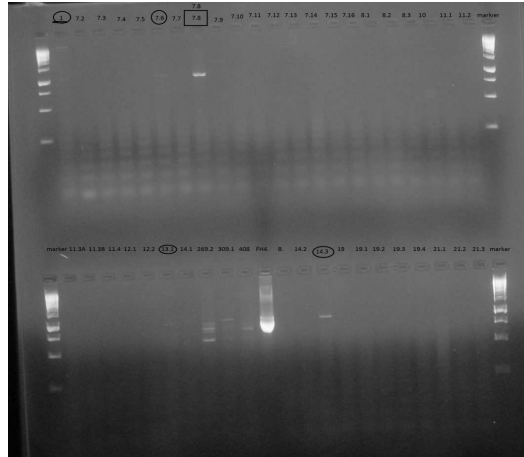
Nematodlar gruplara göre ayrıldıktan sonra morfometrik ölçümleri yapılmış ve Çizelge 3.5`te verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** 2012 ve 2013 yıllarına ait böceklerden izole edilen ve kesin teşhisleri yapılan *Bursaphelenchus* türleri.

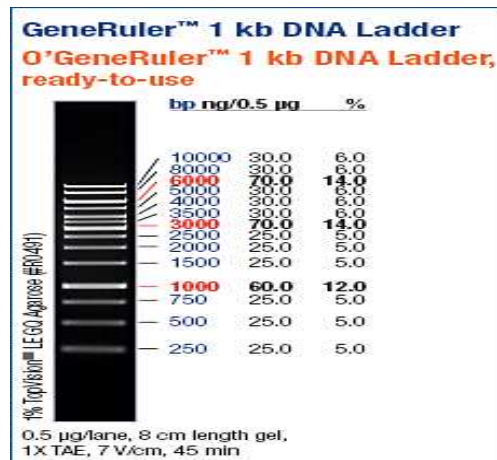
Karakter / N	<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> ( <i>Orthotomicus erosus</i> ) İzmir		<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> ( <i>Acanthocinus aedilis</i> ) İzmir		<i>Bursaphelenchus mucronatus</i> ( <i>Ips sexdentatus</i> ) Isparta		<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> ( <i>Acanthocinus aedilis</i> ) İzmir		<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> ( <i>Arhopalus rusticus</i> ) Denizli	
	Dişi	Erkek	Dişi	Erkek	Erkek	Erkek	Dişi	Erkek		
	15	1	1	1	1	2	1	3		
<b>L</b>	985±60 (1032-854)	1029	1103		991		1018±13 (1031-1005)	875	753±28,8 (794-728)	
<b>a</b>	37,8±2,62 (41,8-32)	39,1	38,7		40,4		37±0,4 (37,5-36,6)	37,2	31,5±2 (33,4-28,6)	
<b>c</b>	34±3,3 (29,8-23,1)	35	39,1		34,9		35±2,8 (37,9-32,2)	33,3	16,7±0,6 (38,7-24,6)	
<b>c'</b>	2,4±0,2 (2-2,8)	2,2	2,5		2,3		2,7±0,3 (3,1-2,4)	2,1	2,5±0,2 (2,9-2,2)	
<b>Head to medium bulb</b>	50,9±6,3 (60,4-35,8)	55,7	56,2		49,5		54,45±0,8 (55,3-53,6)	33,7	34,3±1,6 (36,4-32,4)	
<b>Max. body lenght</b>	26±1,5 (28,8-24,3)	26,3	28,5		24,5		27,5±0,7 (28,2-26,8)	22,6	24±1,3 (25,8-22,4)	
<b>Anal body lenght</b>	15,7±1 (18,3-14,3)	14,3	16,4		17,2		16,8±1,5 (18,4-15,3)	14,3	15,5±1,5 (17,5-13,6)	
<b>Tail lenght</b>	29,1±2,5 (34,2-24,8)	29,4	28,2		28,5		31,8±4,6 (36,4-27,2)	26,3	19,4±0,5 (30,1-28,2)	
<b>Median bulb lenght</b>	15,9±1 (17,2-14,3)	18,4	18,2		15,3		14,7±0,1 (14,8-14,6)	16,4	13,9±0,4 (14,3-13,2)	
<b>Median bulb width</b>	13,4±0,9 (15,3-12,4)	14,2	15,4		14,8		15,7±0,0 (15,8-15,7)	15,2	15,4±0,6 (16,3-14,7)	
<b>Tail diameter at anus</b>	11,8±0,3 (12,4-11,3)	13,2	11,4		12,6		11,5±0,2 (11,7-11,3)	12,6	12,2±0,5 (12,9-11,5)	

N=birey sayısı; L = Tüm vücut uzunluğu; a = vücut uzunluğu/ en büyük vücut çapı; c = vücut uzunluğu / kuyruk uzunluğu; c' =kuyruk uzunluğu / anüste kuyruk çapı

Çizelge 3.5 incelendiğinde, böceklerden izole edilen tüm *Bursaphelenchus* örneklerinin ergin halde olduğu ve bazı böceklerden sadece erkek, bazı böceklerden ise sadece dişi *Bursaphelenchus* bireylerinin izole edildiği görülmektedir. *B. sexdentati*'nin *Aconthocinus aedilis* ve *Arhopalus rusticus* böcek türlerinden izole edilmesi ile *B. mucronatus*'un *O. erosus*'tan izole edilmesi literature yeni bilgi olarak kazandırılmıştır. Her bir *Bursaphelenchus* bireyi için yapılan ITS bölgelerinin çoğaltılmasında, Denizli (34 nolu örnek) ve İzmir (7 ve 29 ile başlayan örnekler) bölgelerinden izole edilen *B. sexdentati*'nin 981 bp (base pair) Isparta bölgesinden (13 ile başlayan örnek) izole edilen *B. mucronatus*'un 920 bp uzunluğunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Burdur'dan izole edilen iki *Bursaphelenchus* örneğinin aynı gen bölgelerinin çoğaltılmasında başarılı olunamadığı için kesin tür teşhisleri yapılamamıştır (Şekil 3.5). Böceklerden izole edilen ve kesin teşhisleri yapılan *Bursaphelenchus* türlerinin böcek türleri ve örnekleme noktalarına göre dağılımları Şekil 3.6'da verilmiştir.

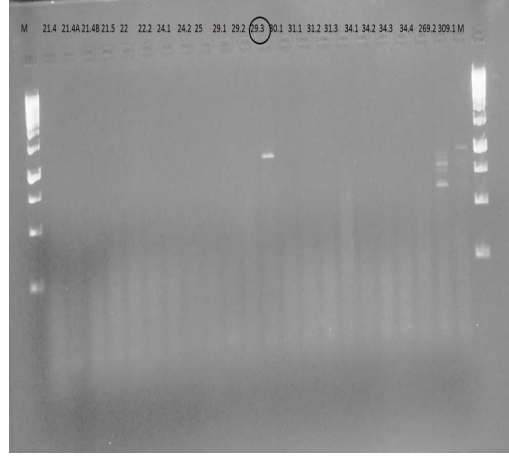


Şekil 3.3. PCR'dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesi (M=marker, 1kb).

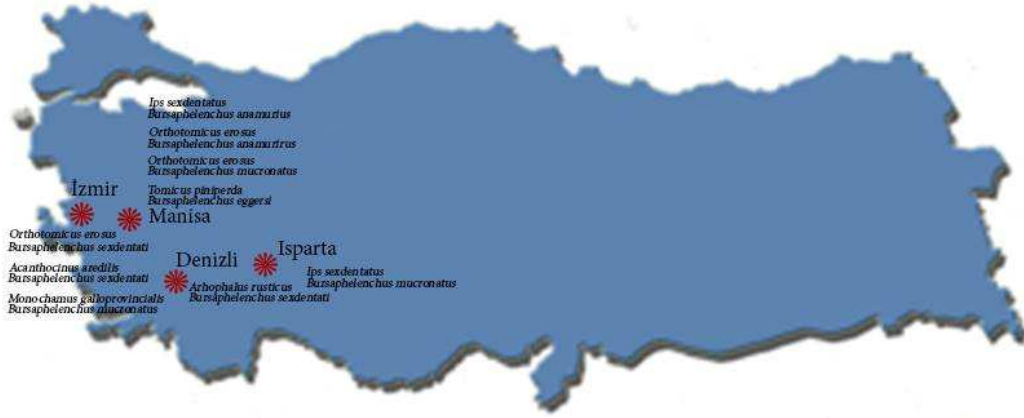


Şekil 3.4. PCR'dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesinde kullanılan Marker.





**Şekil 3.5.** PCR`dan sonra örneklerin jelde görüntülenmesi (M=marker, 1kb).



**Şekil 3.6.** *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böcekler ve noktalara göre dağılışları.

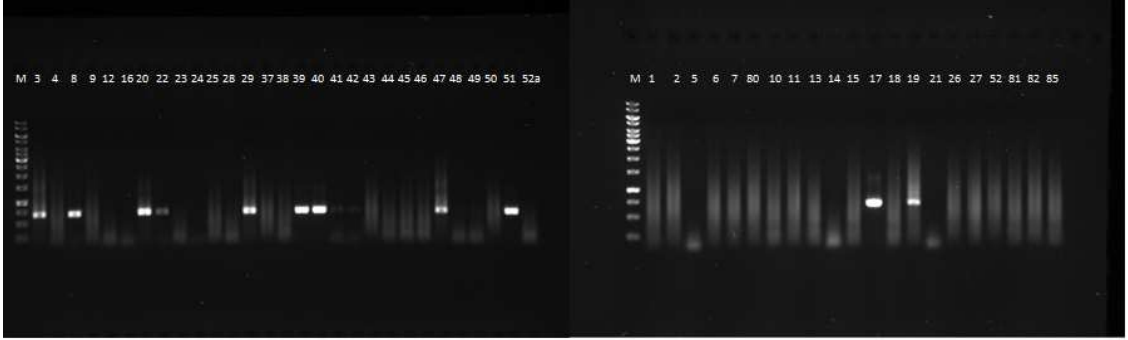
### 3.2.2. 2014 Yılına Ait Teşhisler

Tezin son yılı olan 2014 yılında ise, toplamda 77 böcek grubu elde edilmiş ve bu grupların 40'ında *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar tespit edilirken 16'sında farklı cinse ait nematodlar tespit edilmiştir. Aynı zamanda 20 adet böceğin 4'ünde *Bursaphelenchus* bireyleri tespit edilirken 4'ünde ise farklı cins nematod bireyleri tespit edilmiştir (Çizelge 3.6).

**Çizelge 3.6** 2014 yılında işlem gören böcekler ve nematod bulunan örnek sayısı.

İşlem Gören Örnek Sayısı	<i>Bursaphelenchus</i> Bulunan Örnek Sayısı	Farklı Cins Nematod Bulunan Örnek Sayısı
77 (grup)	40	16
20 (adet)	4	4

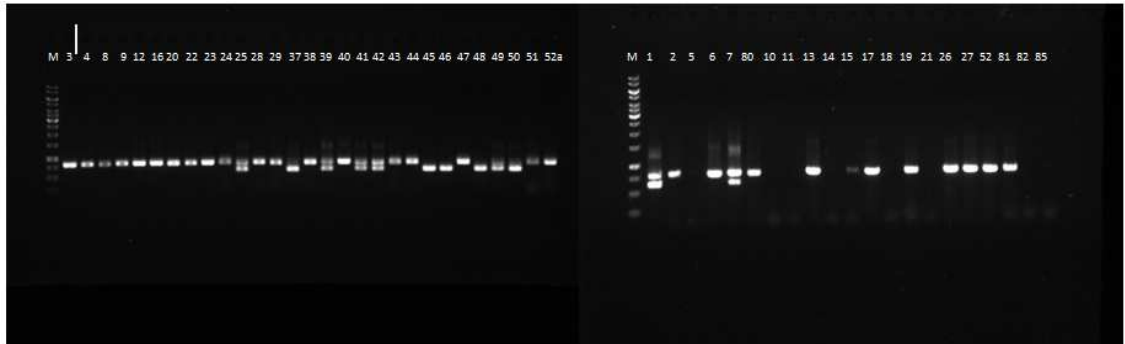
Çizelge 3.6`da belirtilen *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlardan PCR ile DNA bölgeleri (18S, 28S, ITS1, ITS2 ve COX1) başarıyla çoğaltılan nematod örnekleri (Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9) jelde görüntülenmiş ve DNA bölgelerinin baz uzunlukları belirlenmesinde Şekil 3.4'teki DNA ladder kullanılmıştır. Kesin teşhis sonuçları Çizelge 3.7`de verilmiştir.



**Şekil 3.7.** 18S rDNA bölgesinin PCR sonuçları (M=marker, 1kb).

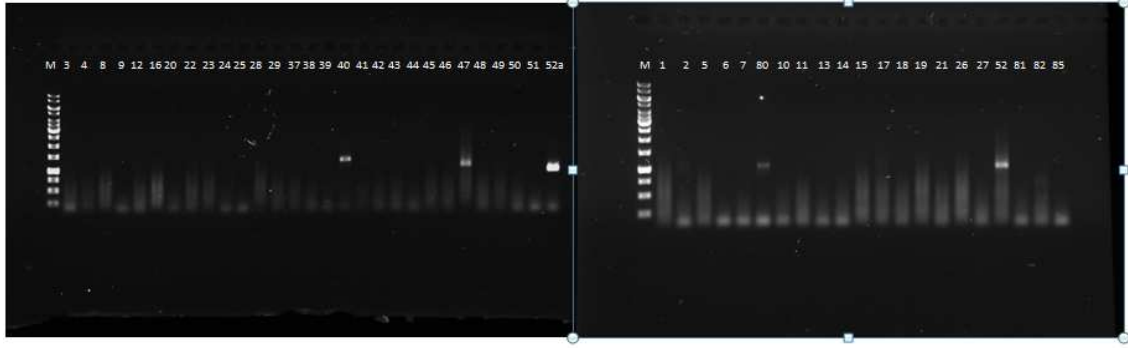
Şekil 3.7 incelendiğinde 18S bölgesinin PCR ile çoğaltılmasında tüm nematod örnekleri için başarılı olunamamıştır.

Başarıyla çoğaltılan örneklerin ise ilgili gen bölgesinin sekans analizleri yapılarak tür teşhisleri tamamlanmıştır (Çizelge 3.7).



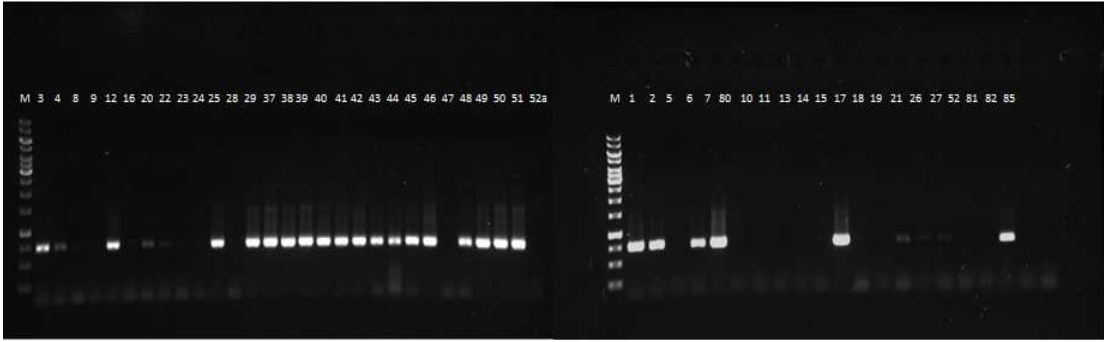
**Şekil 3.8.** 28S rDNA bölgesinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb).

Şekil 3.8 incelendiğinde 28S bölgesinin çoğaltılması konusunda daha başarılı olunmuştur.



**Şekil 3.9.** ITS bölgelerinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb).

Şekil 3.9'da ITS bölgelerinin çoğaltılmasında 5 örneğin ilgili bölgesi başarılı ile çoğaltıldığı görülmektedir.



**Şekil 3.10.** Nematodların COX1 genlerinin PCR ile çoğaltılması (M=marker, 1kb).

Şekil 3.10 incelendiğinde, COX1 geninin de başarıyla çoğaltıldığı görülmektedir.

**Çizelge 3.7.** 2014 yılında kesin teşhisi yapılan nematodların bölge ve vektör böcek türüne göre dağılışları.

Nokta	Vektör Böcek	Böcekten İzole Edilen Nematod Türü
Manisa	<i>Tomicus piniperda</i>	<i>Bursaphelenchus eggersi</i>
Manisa	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus mucronatus</i>
Manisa	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus anamurius</i>
Manisa	<i>Tomicus piniperda</i>	<i>Ektaphelenchus</i> sp.
Balıkesir	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Ektaphelenchus</i> sp.
Manisa	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Ektaphelenchus</i> sp.
Manisa	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Aphelenchoides composticola</i>
İzmir	<i>Monochamus galloprovincialis</i>	<i>Bursaphelenchus mucronatus</i>
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Isparta	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.

**Çizelge 3.7 (devam)**

Burdur	<i>Tomicus</i> sp.	<i>Ektaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Kütahya	<i>Pissodes</i> sp.	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Manisa	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Bursaphelenchus anamurius</i>
Manisa	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus anamurius</i>
Manisa	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Ektaphelenchus</i> sp.
İzmir	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
İzmir	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
İzmir	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Devibursaphelenchus</i> sp.
Denizli	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Parasitorhabditis</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Kütahya	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Deladenus</i> sp.
Balıkesir	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Contortylenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Parasitorhabditis</i> sp.
Balıkesir	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Kütahya	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Isparta	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Aphelenchoides stammeri</i>
İzmir	<i>Tomicus piniperda</i>	<i>Bursaphelenchus eggersi</i>
Kütahya	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Parasitorhabditis</i> sp.
Kütahya	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Parasitorhabditis</i> sp.
Kütahya	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Bursaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Cryptaphelenchus</i> sp.
Burdur	<i>Orthotomicus erosus</i>	<i>Cryptaphelenchus</i> sp.
Isparta	<i>Tomicus piniperda</i>	<i>Deladanus siricidicola</i>
Burdur	<i>Tomicus</i> sp.	<i>Bursaphelenchus</i> sp.

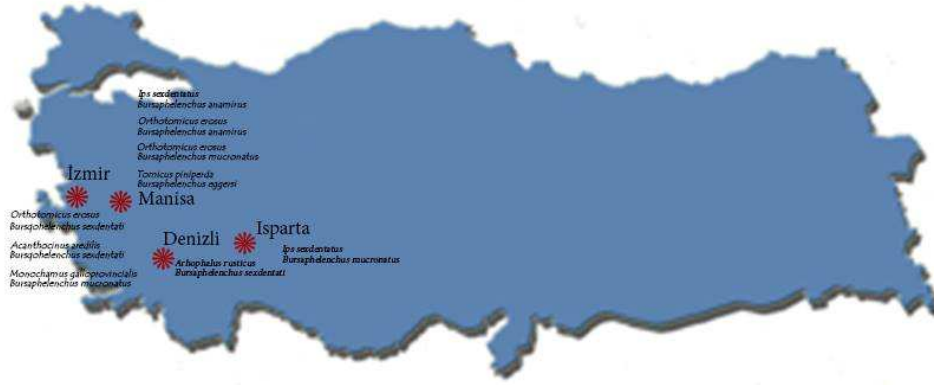
Çizelge 3.7 incelendiğinde, *B. mucronatus*'un potansiyel vektörü olarak İzmir bölgesinde *M.galloprovincialis*, Manisa bölgesinde ise, *O. erosus* tespit edilmiştir. *B. anamurius*'un potansiyel vektörleri olarak *O. erosus* ve *I. sexdentatus* tespit edilmiştir. *B. eggersi* Manisa ve İzmir'de yakalanan *T. piniperda* (COLEOPTERA: Curculionidae) örneklerinde bulunmuştur. *Bursaphelenchus* harici diğer cinslere ait bazı nematod

türleri de teşhis edilmiştir. *Deladanus siricidicola*, (Tylenchida: Neotylenchidae) Isparta bölgesinde *T. piniperda* ile, *Aphelenchoides composticola* (Tylenchida: Aphelenchoididae) Manisa bölgesinde *I. sexdentatus* ile, *Aphelenchoides stammeri* (Aphelenchida: Aphelenchoididae) Isparta bölgesinde *I. sexdentatus* ile ilişkilendirilmiştir. Diğer nematodlar ise, sadece cins bazında teşhis edilebilmiştir. Çalışmada tespit edilen böcek-nematod ilişkileri Türkiye için yeni kayıt niteliğindedir. *B. anamurius*'un potansiyel vektörleri dünya literatürü için yeni bulgulardır. *B. eggersi*'nin yeni bir potansiyel vektörü (*T. piniperda*) bu çalışma ile tespit edilmiştir. Ayrıca, *B. mucronatus*'un yeni bir vektörü olarak *O. erosus* literatüre kazandırılmıştır. İzmir'de *Acanthocinus aedilis* (COLEOPTERA: Cerambycidae) böcek türünden izole edilen *Ektaphelenchoides pini* (Tylenchida: Aphelenchoididae) Türkiye nematod faunası için yeni kayıt özelliği taşımaktadır. *E. pini*'ye ait morfometrik ölçümler Çizelge 3.8'de verilmiştir.

**Çizelge 3.8.** *Ektaphelenchoides pini*'nin morfometrik ölçüm sonuçları (Tüm değerler  $\mu\text{m}$  cinsinden olup standart ortalamalarıyla verilmiştir).

Parametreler	Dişi	Erkek
n	10	10
L	887.3 $\pm$ 71.2 (787.2-1008.0)	759.2 $\pm$ 38.6 (723.2-816)
a	39.2 $\pm$ 3.3 (33.1-42.7)	38.6 $\pm$ 2.6 (35.3-42.7)
b	6.2 $\pm$ 0.6 (5.1-7.1)	5.7 $\pm$ 0.4 (5.02-6.7)
c	12.9 $\pm$ 0.5 (11.6-14.7)	25.5 $\pm$ 1.1 (23.0-26.8)
c'	5.8 $\pm$ 0.5 (5.0-6.5)	1.9 $\pm$ 0.1 (1.8-2.3)
tail	70.2 $\pm$ 6.3 (64.0-86.4)	29.7 $\pm$ 1.7 (27.2-33.6)
V(%)	72.1 $\pm$ 1.3 (70.0-74.0)	-
Stylet	14.6 $\pm$ 0.3 (14.4-15.2)	13.5 $\pm$ 0.7 (12.8-14.6)
Vulva/anus distance	178.1 $\pm$ 14.5 (156.8-195.2)	-
Osefagus	142.5 $\pm$ 7.5 (128-153.6)	133.4 $\pm$ 8.7 (115.2-144.0)
Uterus sac	113.0 $\pm$ 13.3 (99.2-140.8)	-
Anterior end to bulbus	70.4 $\pm$ 3.3 (67.2-75.2)	65.7 $\pm$ 3.1 (64.0-70.4)
Testis(%)	-	59.5 $\pm$ 6.3 (54.0-68.0)
Spicule	-	17.9 $\pm$ 0.9 (17.6-19.2)

Tez çalışması sonucunda böceklerden izole edilen *Bursaphelenchus* türlerinin böcek türleriyle birlikte örnekleme noktalarına göre dağılışı Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.11. *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böceklerle ve noktalara göre dağılışı.

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çam kuruma hastalığının ülkeler arasındaki geçişi öncelikli olarak nematod tarafından enfekte edilen orman ürünlerinin ticareti ile meydana gelmektedir. Ülke içinde, bir bölgeden diğerine taşınmasında ise vektör böceklerin rolü de ön plana çıkmaktadır. Nematod, Japonya'da 1900'lü yılların başlarında sadece bir bölgeden rapor edilirken sonraki dönemlerde vektör böceğin de etkisiyle sadece kuzeydeki iki bölge hariç tüm ülkeye yayılmış durumdadır (Mota ve diğ. 2009). Hastalık etkeni nematod, bir konukçu ağaçtan diğerine vektör böcek olmaksızın taşınmamaktadır. Uygun bir vektör böceğin olması, hassas konukçu ve iklim şartlarının hastalığın başlaması ve ilerlemesi için uygun olduğu durumlarda çok kısa bir süre içerisinde tüm hastalıklı ağaçların ölmesine neden olmaktadır (Mota ve diğ. 2009). Türkiye, sahip olduğu hassas konukçu ağaç türleri, Avrupa'da etkin vektör olan *M. galloprovincialis*'in özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerindeki geniş alanda dağılışı ve bu bölgelerdeki iklim koşullarının hastalık için uygun olması gibi nedenlerden dolayı söz konusu hastalık için büyük bir risk altında bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile Türkiye'nin Marmara ve Ege bölgelerinde bulunan bazı iğne yapraklı ormanlarında yayılış gösteren *Bursaphelenchus* türlerinin potansiyel vektör böceklerine dair veriler elde edilmiştir. Yapılan üç yıllık çalışma süresince farklı tuzak yöntemleri kullanılarak yakalanan böceklerin % 100'e yakın oranda COLEOPTERA takımına ait olduğu ve genellikle de Curculionidae ve Cerambycidae familyalarına mensup türlerden oluştuğu görülmektedir. Yıllara göre tuzaklarla yakalanan böcek türü sayılarına bakıldığında, 2012 yılında Burdur bölgesinden 10 familya ve 17 tür yakalanmış olup Burdur bölgesi en fazla böcek türüne sahip bölge olurken, 2 familya ve 5 tür ile Isparta bölgesi en az böcek türünün yakalandığı bölge konumundadır. Burdur bölgesinde iki farklı örnekleme noktasının olması ve örnekleme alanlarından birinin *A. cilicica*, *P. brutia* ve *C. libani* karışık meşceresinden oluşması tuzak ağaçlarına gelen böcek tür sayısının diğer noktalara göre daha fazla çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. İkinci yılda işlem gören böcekler de COLEOPTERA takımına ait Cerambycidae ve Curculionidae familyasına mensup böceklerdir. Isparta bölgesinde 6

farklı tür işlem görmüş olup bunu sırasıyla Burdur (5), Denizli (5), Muğla (4) ve İzmir (3) izlemiştir.

Son yılda ise, bir önceki yıllarda *Bursaphelenchus* türlerinin izole edildiği bölgelere daha az sayıda arazi gezileri düzenlenerek *Bursaphelenchus* türlerinin izole edilemediği veya yeterli miktarda nematod bireyinin olmadığı bölgelere yoğunluk verilmiştir. Kütahya bu bölgelerden biri olup, en fazla böcek türünün (7 tür) işlem gördüğü bölge olmuştur. Yıllara göre işlem gören böcek türü sayısına bakıldığında ise, ilk yılda diğer iki yıla göre daha fazla böcek türünün işlem gördüğü gözlenmektedir. İlk yılda tuzak ağaçları yöntemi kullanıldığından söz konusu ağaçlara gelen böcek türü sayısı daha fazla olmuştur. Son iki yılda ise sadece Curculionidae ve Cerambycidae familyasına ait türlere yönelik özel feromonların kullanılması, bu yıllardaki toplanan böcek türü sayısının azalmasına ancak yakalanan birey sayısının artmasına neden olmuştur. İlk yıldaki toplanan böceklerden yeterli sayıda birey toplanamaması ve elde edilen bireylerden de *Bursaphelenchus* cinsine ait nematodların az sayıda izole edilmesi nedeniyle çalışmanın başarı oranını arttırmak için feromon tuzakları kullanımına karar verilmiştir. Elde edilen sayısal verilerle de feromon tuzaklarının ve feromon preparatlarının bu familyalara özgün olduğu belirlenmiştir.

Literatürde feromon tuzakları kullanılarak yapılan çalışmalarda da, *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böcekleri olarak genellikle Curculionidae ve Cerambycidae familyalarına ait böcek türleri yoğun olarak yakalanmıştır (Jurc ve diğ. 2012, Francardi ve diğ. 2009). Bu sonuçlar, tez çalışması ile örtüşmektedir. Feromon tuzakları yönteminde özellikle türe özgü feromonların kullanılmasının, yakalanan böcek sayısı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle de  $\alpha$ -pinene, ipsdienol ve MBO (2-Methyl-1-butanol) `nin aynı tuzakta birlikte kullanılması, hem Curculionidae hem de Cerambycidae familyasına ait türler üzerinde yüksek yakalama oranı sağlamıştır. *Bursaphelenchus* türlerinden *Sexdentati* grubuna ait türler (*B. sexdentati*, *B. vallesianus* gibi) genellikle Curculionidae familyasının Scolytinae alt familyasına ait böceklerle yerleşmiş nematod-vektör ilişkisi bulunmaktadır. Ayrıca, *Xylophilus* grubuna ait *Bursaphelenchus* türlerinin de Cerambycidae familyasına ait böceklerle özelleşmiş vektör-nematod ilişkisi günümüze kadar yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Brassch ve diğ. 2009, Ryss ve diğ. 2005).

Türkiye`de iğne yapraklı ormanlardan rapor edilen *Bursaphelenchus* türlerinin bu iki



gruba ait olmasından dolayı, hedeflenen böcek türleri bu iki familyaya mensup türler olmuştur. Bu nedenle, feromon tuzakları ve feromon preparatları bu iki familyaya ait böcekleri yakalamak için özellikle seçilmiştir. Bu seçimin doğal bir sonucu olarak çalışmanın son iki yılında yakalanan böcekler Curculionidae ve Cerambycidae familyasına mensup türlerden oluşmuştur.

Tuzaklar vasıtasıyla yakalanan böcek türleri arasında *O. erosus*'un en yaygın ve yoğun tür olduğu görülmektedir. Örnekleme alanlarının (özellikle Burdur, Muğla, İzmir ve Manisa) *P. brutia* ormanlarından oluşması, rakımlarının düşük olması ve böceğin doğal yayılış alanları içerisinde olması gibi nedenlerden dolayı *O. erosus*'un daha fazla yakalanmış olması doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. *P. nigra*'nın hakim olduğu yerlerde genellikle *I. sexdentatus* en çok yakalanan böcek türü olmaktadır. İki böcek türü arasındaki yakalanma farklılıkları bölgenin ağaç türü ile de ilişkilendirilebilir. Sarıkaya ve Avcı (2011) Antalya, Burdur, Denizli, Isparta, Muğla ve Afyonkarahisar illerinde Scolytinae alt familyasına ait türlere yönelik ormanlık alanda böcekli orman materyali kullanarak yaptıkları çalışmada *O. erosus*, *I. sexdentatus* ve *T. minor* türlerinin söz konusu illerdeki *P. brutia* ve *P. nigra* ormanlarında geniş bir dağılışa sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuç, tez çalışmasının sonuçları ile örtüşmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda terpenoid bileşenlerinin multi-funnel, funnel ve cros-vane tipi tuzaklarla kullanıldığında Curculionidae ve Cerambycidae türleri üzerinde çekici etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Miller ve diğ. 2011, Francardi ve diğ. 2009). Bir monoterpen olan  $\alpha$ -pinene, konukçu ağaç tarafından salgılanır ve Curculionidae ve Cerambycidae familyalarına ait böcekler için çekici özellige sahiptir. Bunun sonucunda da feromon tuzaklarında söz konusu böceklerin yakalanması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ipsdienol ve MBO ise, Curculionidae familyasına ait Scolytinae alt familyasında bulunan kabuk böcekleri için toplanma feromonu olarak bilinmektedir. Toplanma feromonları, genellikle bir türün bir cinsiyeti tarafından salgılanıp diğer cinsiyete ait bireyleri çekmek için kullanılmaktadır. Bir kabuk böceği olan *Ips* türlerinde, erkek bireyler bir konukçu ağaca ulaştıklarında, dişi bireyleri aynı ağaca çekebilmek için toplanma feromonları salgılamaktadırlar. Diğer taraftan kabuk böcekleri tarafından üretilen toplanma feromonlarının Cerambycidae familyasına ait türleri de çektiği tespit edilmiştir (Miller ve diğ. 2013, Blomquist ve diğ. 2010). Tez çalışmasında

kullanılan toplanma feromonlar ile hem Curculionidae hem de Cerambycidae familyasına ait böcekler yakalanabilmiştir.

*Bursaphelenchus* türleri, vektör böcekleriyle beraber pek çok ülkeden rapor edilmiştir (Ryss ve diğ. 2005). Tez çalışması ile, *B. sexdentati*, *B. eggersi*, *B. anamurius* ve *B. mucronatus*'un potansiyel vektör böcekleri farklı bölgelerden tespit edilmiştir. *B. sexdentati*'nin, şu ana kadar, *I. sexdentatus* ve *T. piniperda* türleri ile taşındığı belirlenmiştir (Ryss ve diğ. 2005). Tez çalışmasının sonuçlarına göre *B. sexdentati*'nin mevcut vektör böceklerine, potansiyel vektör türler olarak *O. erosus* (İzmir), *Aconthocinus aedilis* (İzmir) ve *Arhopalus rusticus* (Denizli) eklenmiştir. Literatürde genel olarak, Cerambycidae türlerinin *Sexdentati* grubu nematodlar yerine *Xylophilus* grubu nematodların vektörü olduğu bilinmektedir (Braasch ve diğ. 2009, Ryss ve diğ. 2005). *Sexdentati* grubunda yer alan *B. sexdentati*'nin Cerambycidae familyasına mensup türler olan *Aconthocinus edilis* ve *Arhopalus rusticus*'tan izole edilmesi literatür için yeni bir bulgu özelliği taşımaktadır. *B. eggersi*'nin vektörü olarak *Hylurgops palliatus* (COLEOPTERA: Curculionidae: Scolytinae) rapor edilmiştir (Ryss ve diğ. 2005). Bu çalışma ile, *T. piniperda*'nın da *B. eggersi*'yi taşıdığı tespit edilmiştir. *B. anamurius*, Mersin-Anamur'da *P. brutia* ağaçlarından izole edilerek rapor edilen yeni bir türdür (Akbulut ve diğ. 2007a) ve potansiyel vektörleri hakkında literatürde bilgi bulunmamaktadır. Manisa bölgesinde yakalanan *O. erosus* ve *I. sexdentatus* türlerine ait bazı bireylerden *B. anamurius* izole edilmiştir. *B. anamurius*'un potansiyel vektör böceklerinin tespit edilmesi önemli bir sonuçtur. *B. xylophilus*'a pek çok yönden (morfolojik, biyolojik, genetik, ekolojik vs.) en yakın tür olarak görülen *B. mucronatus*'un vektör böcekleri olarak şu ana kadar *Monochamus galloprovincialis*, *M. alternatus*, *M. saltuarius*, *S. buprestoides* *A. rusticus* türleri rapor edilmiştir (Ryss ve diğ. 2005). *B. mucronatus*'un vektör böceklerinin ilgili literatüre göre tamamının Cerambycidae familyasına ait olduğu görülmektedir. Tez çalışması ile Curculionidae familyasına ait olan *O. erosus*'un da (Isparta ve Manisa) *B. mucronatus*'un potansiyel vektörü olabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, İzmir bölgesinde yakalanan *M. galloprovincialis* bireylerinde de *B. mucronatus* bulunmuştur.

*Bursaphelenchus* cinsine ait nematodlar dauer larva (D4) evresindeyken vektör boceğin pupa beşiği etrafında toplanmakta, ergin böcek pupa beşiğini terk etmeden önce boceğin özellikle trake sistemine girmekte ve pupa beşiğini ergin olarak terk eden böcek ile

birlikte yeni bir konukçu ağaca taşınmaktadır. Bu nedenle, yeni çıkan ergin vektör böceklerde *Bursaphelenchus* türlerinin dauer larva olarak tanımlanan 4. larva evresinin olması gerekir (Ryss ve diğ. 2005, Linit 1988). Ancak çalışma kapsamında yakalanan böceklerden ölü ya da canlı olarak çıkarımı yapılan *Bursaphelenchus* bireylerinin önemli bir bölümünün ergin evrede oldukları gözlemlenmiştir. Bu zamana kadar elde edilen bulgularda, böceklerin 4. larva evresine ait olan *Bursaphelenchus* türlerini taşıdığı görülmüştür (Ryss ve diğ. 2005). Fakat tez çalışmasıyla elde edilen bulgularla, böceklerin ergin *Bursaphelenchus* bireylerini de taşıyabileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, literatürde nematod-vektör böcek arasındaki ilişkiler açısından yeni bir bilgidir. Nematodun vektör böcek içerisinde araziden laboratuvara nakil sürecinde erginleşebilme olasılığı konusunun da değerlendirilmesi gerekmektedir.

*B. xylophilus*, *Monochamus* cinsi böceklerle bir konukçudan diğerine taşınabilen bir tür olup Avrupa'da (Portekiz) vektörü olarak *M. galloprovincialis* rapor edilmiştir (Sousa ve diğ. 2001). En etkin vektör böcekleri ise, *M. carolinensis*, *M. alternatus* ve *M. galloprovincialis* olarak bildirilmiştir (Akbulut ve Stamps 2012). Diğer *Monochamus* türlerinden de vektör olarak rapor edilenler bulunmaktadır. Bu türlere ek olarak *Arhopalus rusticus*, *Spondylus buprestoides*, *Aconthocinus aedilis* ve *Aconthocinus griseus* türlerinin de *B. xylophilus*'u taşıdığı tespit edilmiştir (Ryss ve diğ. 2005, Linit 1988). Arazi çalışmaları sırasında, *A. aedilis* ve *S. buprestoides* türleri de farklı bölgelerden yakalanmıştır. Elde edilen veriler, olası bir *B. xylophilus* bulaşması durumunda Türkiye ormanlarında potansiyel vektör olabilecek böceklerin varlığı hakkında bilgiler sunmaktadır.

Orman ürünlerinin global ölçekte artan ticareti, orman zararlılarının ülkeler ve ekosistemler arasında yayılma riskini de beraberinde getirmektedir. Anavatanından diğer ülke ormanlarına enfekte orman ürünleriyle taşınan önemli bir orman zararlısı olan Çam odun nematodu (*B. xylophilus*) ve neden olduğu Çam kuruma hastalığı, bunun en güzel örneklerinden biridir. *B. xylophilus*, Kuzey Amerika'nın doğal bir türü olup bulunduğu anavatanında egzotik çam türleri hariç doğal türler üzerinde herhangi bir zararı bulunmamasına karşın Asya kıtasında (Japonya, Çin, Kore ve Tayvan) ve son olarak Avrupa'da (Portekiz) ciddi orman kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca yayılış alanını da arttırmaktadır. Bunun en son örneği nematodun ve hastalığın İspanya'ya sıçramasıdır (Abelleiria ve diğ. 2011).

*B. xylophilus*, hem fitofag hem de mikofag beslenme özelliği olan bir nematoddur ve enfekte ettiği hassas çam ağaçlarının hızlı bir şekilde kuruyarak ölmesine neden olmaktadır. Söz konusu nematod, bir konukçu ağaçtan diğer konukçuya vektör böcek ile taşınmakta ve yeni konukçusunda kolayca populasyon kurabilmektedir (Linit 1988, Mamiya ve Enda 1972). Nematodun bir konukçudan diğerine taşınması, vektör böceğin olgunluk yiyimi veya bu böceklerin dişilerinin yumurta bırakması sırasında meydana gelmektedir. En önemli vektör böcekler *Monochamus* cinsine ait türlerdir (Akbulut ve Stamps 2012).

Avrupa kıtasında ilk defa Portekiz'in *P. pinaster* ormanlarında bu nematoda rastlanılmasından sonra (Mota ve diğ. 1999), Avrupa çam ormanları için ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Özellikle hassas konukçular arasında bulunan *P. pinaster*, *P. sylvestris* (Suzuki 2002, Mota ve diğ. 2009) ve son olarak yine Portekiz'de *P. nigra* ormanlarında da bu nematoda rastlanması (Inacio ve diğ. 2014) hem Avrupa hem de Türkiye'nin çam ormanları için en önemli tehdit olduğunu tekrar göstermiştir. Türkiye'de, bu nematodun varlığının araştırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda *B. mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. pinophilus*, *B. hellenicus*, *B. anamurius*, *B. vallesianus* ve *B. andrassyi* türleri kuruyan veya kurumakta olan çam ağaçlarından izole edilmiştir (Dayı ve diğ. 2014, Akbulut ve diğ. 2013, Akbulut ve diğ. 2008a, 2007a, 2006). Bu türlerin izole edilmesini takiben bazı çam türlerinin fidanları üzerinde patojenlik testleri yapılmış (Akbulut ve diğ. 2014, Dayı ve Akbulut 2012, Akbulut ve diğ. 2007b) ve değişen oranlarda nematodların patojen oldukları gözlenmiştir.

Tüm bu çalışmalar sonrasında, bulunan *Bursaphelenchus* türlerinin potansiyel vektör böcek türlerinin özellikle hem iklim verileri hem de konukçu ağaç türleri açısından *B. xylophilus*'un etkin tehdit oluşturabileceği Ege ve Marmara bölgesi ormanlarında araştırılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Tez çalışmasıyla söz konusu bölgeler içinde olan ve daha önceki çalışmalarda *Bursaphelenchus* türlerinin tespit edildiği Balıkesir, İzmir, Manisa, Kütahya, Denizli, Muğla ile Akdeniz bölgesinden Isparta ve Burdur illerinde *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böceklerinin tespit edilmesine yönelik üç yıllık bir arazi çalışması yapılmıştır.

*Bursaphelenchus* türleri dışında farklı bazı nematod türleri de yakalanan böceklerden elde edilmiştir. *E. pini*, İzmir bölgesinde *P. brutia*'da tuzak ağaçlarından çıkan

*Aconthocinus aedilis* vektör böceğinden izole edilerek gerekli morfolojik çalışmaları tamamlanmıştır. Diğer taraftan bulgular kısmında da belirtildiği gibi *A. stammeri*, *D. siricidicola* ve *A. composticola* türlerinin de vektör böcekleri tespit edilmiştir. Bazı nematod örneklerinin sadece cins bazında teşhisleri mümkün olabilmiştir. *Devibursaphelenchus* sp., *Ektaphelenchus* sp., *Parasitorhabditis* sp., *Deladenus* sp., *Cryptaphelenchus* sp., nematod cinsleri ilk defa böceklerle tespit edilerek rapor edilmiştir. Tez çalışmasıyla elde edilen bu tespitler, Türkiye için yeni bulgu niteliğindedir.

*B. xylophilus*'un Portekiz'de vektörü olan ve bu nematodun Türkiye'ye giriş yapması durumunda da en güçlü vektör adayı olan *M. galloprovincialis*'in de *Bursaphelenchus* türlerinin dağılışı gösterdiği alanlarda yaygın olarak bulunması ve İzmir bölgesinde *B. mucronatus*'un vektörü olarak tespit edilmesi de önemli bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. *Monochamus* türlerinin yanısıra diğer Cerambycidae türleri de yakından takip edilmelidir. Japonya'da *Arhopalus fesus* (COLEOPTERA: Cerambycidae) türünün *B. xylophilus*'u taşıdığı tespit edilmiştir (Kondo ve diğ. 1982, Mamiya ve Endo 1972). Yine bir Cerambycidae türü olan *Spondylis buprestoides*'in Japonya'da *B. xylophilus*'u taşıdığına dair bilgiler mevcuttur (Kobayashi ve diğ. 1984).

Tespit edilen pek çok vektör böcek türü, aynı zamanda çam türleri üzerinde sekonder zararlı olarak etkide bulunabilmektedir. Bazı koşullar altında özellikle de kabuk böceklerinin populasyon seviyelerinin artması ya da biyotik ve abiyotik faktörlerin ağaçların savunma mekanizmalarını zayıflatması halinde sekonder zararlı olan kabuk böcekleri primer zararlı konumuna geçebilmektedirler. *Bursaphelenchus* türlerinin, belirli yaş gruplarındaki çam fidanları üzerine yapılan patojenlik sonuçları dikkate alındığında *B. sexdentati*'nin *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* ve *P. sylvestris*, (Dayı ve Akbulut 2012, Skarmoutsos ve Michaloppoulo-Skarmoutsos 2000), *B. fungivorus*'un *P. sylvestris* (Caroppo ve diğ. 2000), *B. leoni*'nin *P. brutia* (Skarmoutsos ve Michaloppoulo-Skarmoutsos 2000), *B. mucronatus*'un *P. nigra*, *P. brutia*, *P. pinea* ve *P. sylvestris* türlerinde (Akbulut ve diğ. 2014, Dayı ve Akbulut 2012, Akbulut ve diğ. 2007b) önemli ölçüde kurumlara neden olduğu tespit edilmiştir. Orman ekosistemlerinde, *Bursaphelenchus* türleri ve bu türleri taşıyan vektör böceklerin bilinmesi, herhangi bir epidemi durumunda etkin önlemlerin alınabilmesi ve mücadelenin yapılabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Nematod ve çam kuruma

hastalığı ile mücadele edebilmek için o hastalığın iyi tanımlanması, meydana gelmesine ve yayılışına etki eden faktörlerin önceden belirlenmiş olması, hastalık nedeniyle meydana gelecek kaybı en aza indirebilecek unsurlar olarak bilinmektedir.

Türkiye`de Çam kuruma hastalığı ve bu hastalığı oluşturan etmenler üzerine yapılan çalışmalar içerisinde *Bursaphelenchus* türlerinin vektör böceklerinin belirlenmesi önemli bir yere sahiptir. Bu bilgilerle meydana gelebilecek nematod kaynaklı ağaç kurumalarında, nematod türü ve potansiyel vektörlerin belirlenmiş olması sayesinde mücadelede başarı oranı artacaktır. Gelecekte yapılması gereken çalışmaların özellikle vektör böceklerin kontrol edilmesine yönelik mücadele yöntemlerine odaklanması, ormanlarımızın çam kuruma hastalığı ve *B. xylophilus*'a karşı korunması açısından son derece önemlidir. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilere göre potansiyel vektör böceklerin taşıma kapasitelerinin ve etkin vektör olup olmadıklarının araştırılması da öncelikli konular arasında yer almaktadır. Ayrıca, tespit edilen vektör böcek türlerinin biyolojik, ekolojik özellikleri ve doğada mevcut olan doğal düşmanlarının belirlenmesi de etkin bir mücadelede ihtiyaç duyulacak önemli verilerdir ve en kısa sürede kapsamlı olarak çalışılması gerekmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Abelleira A., Picoaga A., Mansilla J. P., Aguin O., Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, causal agent of pine wilt disease on *Pinus pinaster* in Northwestern Spain, *Plant Disease*. 95 (2011) 776-776.
- Akbulut S., Yüksel, B., Serin M., Erdem, M., Comparison of pathogenic potential of *Bursaphelenchus* species on conifer seedlings between greenhouse and outdoor conditions, *Phytoparasitica*, 43 (2), (2014) 209-214.
- Akbulut S., Braasch H., Cebeci H.H., First report of *Bursaphelenchus hellenicus* Skarmoutsos, Braasch, Michalopoulou (Nematoda: Aphelenchoididae) from Turkey, *Forest Pathology*, 43 (5), (2013) 402-406.
- Akbulut S., Stamps W. T., Insect vectors of the pine- wood nematode: a review of the biology and ecology of *Monochamus* species. *Forest Pathology*, 42 (2) (2012) 89-99.
- Akbulut S., Yüksel B., Cebeci H. H., Baysal I., Serin M., Erdem M., Çam odun nematodu, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) ve diğer *Bursaphelenchus* türlerinin Türkiye çam ormanlarında vektör Böceklerinin araştırılması ve patojenliklerinin belirlenmesi. TÜBİTAK Proje Raporu No:107O088, Ankara, (2010).
- Akbulut S., Comparison of the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* on two pine species under laboratory conditions, *Phytoparasitica*, 37 (2) (2009) 125-135.
- Akbulut S., Elekçioğlu İ.H., Keten A., First record of *Bursaphelenchus vallesianus* Braasch, Schönfeld, Polomski, and Burgermeister in Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32 (4) (2008a) 273- 279.
- Akbulut S., Baysal İ., Yüksel, B., Effect of log seasonality on reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* reared in scots pine logs under laboratory conditions, *Phytoparasitica*, 36 (2) (2008b) 187-198.
- Akbulut S., Vieira P., Ryss A., Valadas V., Keten A., Mota M., *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) species associated with *Pinus* species in northern Turkey, *Helminthologia*, 45 (2), (2008c)89-95.
- Akbulut S., Keten A., Stamps W.T., Population dynamics of *Monochamus*

- galloprovincialis* Oliver (COLEOPTERA: Cerambycidae) in two pine species under laboratory conditions, *Journal of Pest Science*, 81 (2) **(2008d)** 115-121.
- Akbulut S., Braasch H., Brandstetter M., Burgermeister W., Description of *Bursaphelenchus anamurius* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from *Pinus brutia* in Turkey, *Nematology*, 9 (6) **(2007a)** 859-867.
- Akbulut S., Yüksel B., Serin M., Baysal İ., Erdem, M., Pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus* in pine seedlings under greenhouse conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (3) **(2007b)**.
- Akbulut S., Keten A., Baysal İ., Yüksel B., The effect of log seasonality on the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* Oliver (COLEOPTERA: Cerambycidae) reared in black pine logs under laboratory conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (6) **(2007c)** 413-422.
- Akbulut S., Vieira P., Ryss A., Yüksel B., Keten A., Mota M., Valadas V., Preliminary survey of the pinewood nematode in Turkey, *EPPO Bulletin*, 36 (3)**(2006)** 538-542.
- Ayberk H., Özdikmen H., Cebeci H., A serious pest alert for Turkey: a newly introduced invasive longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae: Lamiinae), *Florida Entomologist*, 97 (4) **(2014)**1852-1855.
- Bergdahl, D.R., Impact of pinewood nematode on North America: Present and future, *Journal of Nematology*, 20 (2) **(1988)** 260-265.
- Birler A., *Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları*. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Yayinevi, İstanbul, **(2009)**.
- Blomquist, G.J., Figueroa-Teran, R., Aw M., Song M., Gorzalski A., Abbott N.I., Chang E., Tittiger C., Pheromone production in bark beetles, *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **40** (10) **(2010)** 699-712.
- Braasch H., Burgermeister W., Gu j., Revised intra-generic grouping of *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Aphelenchoididae). *Journal Nematode Morphology and Systematics*, 12(1) **(2009)** 65- 88.
- Caroppo S., Cavalli M., Coniglio D., Ambrogioni L., Pathogenicity studies with various *Bursaphelenchus* populations on conifer seedlings under controlled and open air conditions, *Redia*, 83 **(2000)** 61–75.



- Cheng H.R., Lin M., Li W., Fang Z., The occurrence of a pine wilting disease caused by a nematode found in Nanjing, *Forest Pest and Disease*, 4 (1983) 1–5.
- Dayı M., Calin M., Akbulut S., Gu J., Schröder T., Vieira P., Braasch H., Morphological and molecular characterization of *Bursaphelenchus andrassyi* sp. n. (Nematoda: Aphelenchoididae) from Romania and Turkey, *Nematology*, 16 (2) (2014) 207-218.
- Dayı M., Akbulut S., Pathogenicity testing of four *Bursaphelenchus* species on conifer seedlings under greenhouse conditions, *Forest Pathology*, 42 (3)(2012) 213-219.
- Dwinell L.D., Nickle W.R., An overview of the pine wood nematode ban in North America, *USDA Forest Service General Technique Report*, SE-55, (1989).
- Evans H., McNamara D., Braasch H., Chadouef J., Magnusson, C., Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*, *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 26, (1996)199–249.
- FAO., State of the World`s Forests, Rome, (2012).
- FAO.,Global forest resources assessment, Rome,(2010).
- Ferris VR., Ferris JM., Faghihi, J., Variation in spacer ribosomal DNA in some cyst-forming species of plant parasitic nematodes, *Fundamental and Applied Nematology* (1) 6, (1993) 177-184.
- Fielding N.J., Evans H.F. The pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle (*B. lignicolus* Mamiya and Kiyohara): an assessment of the current position,*Forestry*, 69 (1) (1996) 35–46.
- Fonseca L., Cardoso J.M.S., Lopes A., Pestana M., Abreu F., Nunes N., Mota M., Abrantes I., The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Madeira Island, *Helminthologia*, 49 (2) (2012) 96-103.
- Francardi V., De Silva J., Pennacchio F., Roversi P.F., Pine volatiles and terpenoid compounds attractive to European *xylophagous* species, vectors of *Bursaphelenchus* spp. nematodes, *Phytoparasitica*, 37 (4) (2009) 295–303.
- Giblin-Davis R.M., Hazır S., Center B.J., Ye W., Keskin N., Thorp R.W., Thomas, K.,*Bursaphelenchus anatolius* n. sp. (Nematoda: Parasitaphelenchidae), an associate

- of bees in the genus *Halictus*, *Journal of Nematology*, 37 (3)(2005)336-342.
- Gibbs J.N., Wainhouse, D., Spread of forest pests and pathogens in the Northern hemisphere, *Forestry*, 59 (1986) 141-153.
- Gibbs J.N., Intercontinental epidemiology of Dutch elm disease, *Annual Review Phytopathology*, 16 (1978) 287-307.
- Gu J., Braasch H., Burgermeister W., Zhang, J., Records of *Bursaphelenchus* spp. intercepted in imported packaging wood at Ningbo, China, *Forest Pathology*, 36 (5)(2006)323–333.
- Hawksworth D., Kalin-Arroyo, M., Magnitude and distribution of biodiversity, Editor: V.Heywood, *Global Biodiversity Assessment*, Cambridge, Cambridge University Press, (1995)107-192.
- Hızel E., Arslangündoğdu Z., Göç A., Ak M., Türkiye istilacı yabancı Böcek faunası yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (COLEOPTERA: Cerambycidae), *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 65 (1)(2015)7-10.
- Inacio M.L., Nobrega F., Vieira P., Bonifacio L., Naves P., Sousa E., Mota M., First detection of *Bursaphelenchus xylophilus* associated with *Pinus nigra* in Portugal and in Europe, *Forest Pathology*, 45 (3) (2014)235-238.
- Jackson R.B., Jobba E.G., Avissar R., Baidya R.S., Barrett D., et al., Trading water for carbon with biological carbon sequestration, *Science* 310 (5756) (2005)1944–1947.
- Jurc M., Bojovic S., Fernandes M.F., Jurc D., The attraction of cerambycids and other *xylophagous* beetles, potential vectors of *Bursaphelenchus xylophilus*, to semiochemicals in Slovenia, *Pytoparasitica*, 40(4) (2012)337-349.
- Kiyohara T., Bolla R.I., Pathogenic variability among populations of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Forest Science*, 36 (41) (1990) 1061–1076.
- Kiyohara T., Tokushige Y., Inoculation experiments of a nematode, *Bursaphelenchus* sp., onto pine trees, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 53(7) (1971)210–218.
- Kobayashi F., Yamane A., Ikeda T., The Japanese pine sawyer beetles as the vector of pine wilt disease, *Annual Review of Entomology*, 29(1984)115-135.
- Kondo E., Foudin A., Linit M., Bolla R., Winter R., Dropkin V., Pinewilt disease- Nematological, entomological and biochemical investigations. University of

- Missouri, *Bulletin SR*, (1982) 282.
- Kuhlman E.G., The devastation of American chestnut by blight. P. 1-3 Editorler: MacDonald, W.L. F.C. Cech, J. Luchor and H.C. Smith, *Processing American Chestnut Symposuim*, West Virginia Univ. Books, Morgantown, (1978) 122.
- Linit M.J., Transmission of pinewood nematode through feeding wounds of *Monochamus carolinensis* (COLEOPTERA: Cerambycidae), *Journal of Nematology*, 22 (2) (1990) 231–236.
- Linit M.J., Nematode-Vector Relationships in the Pine Wilt Disease System, *Journal of Nematology*, 20 (2) (1988) 227-235.
- Liebhold A.M., Macdonald W.L., Bergdahl, D., Mastro V.C., Invasion by exotic forest pests: a threat to forest ecosystems, *Forest Science Monographs* 30 (1995) 49.
- Mamiya Y., Pine wilt disease in Japan, Editorler: Mota, M., Vieira, P., The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Nematology Monographs and Perspectives 1 Leiden: Brill Academic Publishers, (2004) 9-20.
- Mamiya Y., The pine wood nematode. Editor: Nickle, W.R., Plant and insect nematodes New York and Basel, *Marcel Dekker, Inc.* (1984) 589–627.
- Mamiya Y., Enda N., Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (COLEOPTERA: Cerambycidae). *Nematologica*, 18 (1972) 159-162.
- McKinley D.C., Ryan M.G., Birdsey R.A, Giardina C.P., Harmon M.E, et al. A synthesis of current knowledge on forests and carbon storage in the United States, *Ecological Applications*, 21 (6) (2011) 1902–1924.
- MEA., *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-Being – A Framework for Assessment*, (2003).
- Miller R.D., Asaro C., Crowe C.N., Duerr D.A., Bark beetle pheromones and pine volatiles: attractant kairomone lure blend for longhorn beetles (Cerambycidae) in pine stands of the southeastern United States, *Journal of Economic Entomology*, 104 (4) (2011) 1245-1257.
- Miller R.D., Doods K.J., Eglitis A., Fettig C.J., Hofstetter R.W., et al., Trap lure blend of

pine volatiles and bark beetle pheromones for *Monochamus* spp. (COLEOPTERA:Cerambycidae) in pine forests of Canada and the United States, *Journal of Economic Entomology*, 106 (4) (2013)1684-1692.

Mota M., Futai K., Vieira, P., Pine wilt disease and the pinewood nematode. Editorler: Ciancio A., Mukerji K.G., Mukerji, *Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes*, Springer, 4 (2009)253–274).

Mota M., Braasch H., Bravo M.A., Penas A.C., Burgermeister W., Metge K., et al., First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe, *Nematology*, 1 (7) (1999).727– 734.

Official Journal of The European Communities Commission Decision. (2001) (2001/219/EC).

OGM., Orman varlığımız, Orman Genel Müdürlüğü yayınları, (2006).

Pimentel D., Biological invasions of plants and animals in agriculture and forestry, Editorler: Mooney, H.A., J.A. Drake, *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*, Ecological Studies 58. Springer-Verlag, New York, (1986)149-162.

Ryss A., Vieira P., Mota M., Kulinich O., A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species, *Nematology*, 7, (2005) 393–458.

Robertson L., Cobacho Arcos S., Escuer M., Santiago Merinos R., Esparrago G., Abelleira A., et al. Incidence of the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner & Buhner, 1934 (Nickle, 1970) in Spain, *Nematology*, 13 (6)(2011)755–757.

Rodrigues J. National eradication programme for the pinewood nematode in Portugal, Editorler: Mota M., Vieira P., *Pine wilt disease: a worldwide threat to forest ecosystems* Dordrecht: Springer, (2008) 5–14.

Sanger F., Coulson AR., A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase, *Journal Molecular Biology*, 94 (3)(1975) 441–448.

Sarikaya O., Avcı M., Bark beetle fauna (COLEOPTERA: Scolytinae) of the coniferous forests in the Mediterranean region of Western Turkey, with a new record for Turkish fauna, *Turk Journal Zoology*, 35 (1) (2011)33-47.

- SCBD., *Global Biodiversity Outlook 3*. Montreal: SCBD. (2010) 94.
- Sjoman H., Ostberg J., Nilsson J., Reiew of Host trees for the wood-boring pests *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophorachinensis*: An urban forest perspective, *Arboriculture & Urban Forestry*, 40 (3)(2014)143-164.
- Shimazu M., Current status on research and management of pine wilt disease in Japan, *Current status on research and management of pine wilt disease*, Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea, (2006).
- Shin S., Han, H., Current status on research and management of pine wilt disease in Korea, *In Current status on research and management of pine wilt disease*, Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea, October (2006).
- Skarmoutsos G., Michalopoulos-Skarmoutsos H., Pathogenicity of *Bursaphelenchus sexdentati*, *Bursaphelenchus leoni*, and *Bursaphelenchus hellenicus* on European pine seedlings, *Forest Pathology*, 30 (2000) 149–156.
- Sousa E., Bravo M.A., Pires J., Naves P., Penas A.C., Bonifácio L., et al. *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) associated with *Monochamus galloprovincialis* (COLEOPTERA: Cerambycidae) in Portugal, *Nematology*, 3 (1) (2001) 89–91.
- Stork N., The magnitude of global biodiversity and its decline, Editorler: Cracraft, J., Grifo, F., *The Living Planet in Crisis: Biodiversity Science and Policy*, New York: Columbia University Press, (1999) 3-32.
- Suzuki K. Pine wilt disease - a threat to pine forest in Europe, *Dendrobiology*, 48, (2002)71–74.
- Tjean S., Jan S., The occurrence of pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Taiwan, *In Proceedings 6th ROC Symposium of Electron Microscopy*, (1985a) 38–39.
- Tjean S., Jan S., Pine wilt disease caused by pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) and its occurrence in Taiwan, *Phytopathologist and Entomologist*, NTU, 12, (1985b)1–19.
- Vieira P., Valadas V., Akbulut S., Mota M., Ryss A., First report of *Bursaphelenchus mucronatus* from Turkey, associated with *Pinus nigra*. *XXVII ESN International Symposium, Rome*, 14-18 June 2004, (2004).

- Vrain, T.C., Restriction fragment length polymorphism separates species of the *Xiphinema americanum* group, *Journal of Nematology* 25 (1993) 361-364.
- Yano M., Investigation on the cause of pine mortality in Nagasaki Prefecture. *Sanrinkoho*, 4, (1913)1-14.
- Yoder M., De Ley IT., King IW., Ocampo-Mundo M., Mann J., Blaxter M., Poiras L., De Ley P., DESS: A versatile solution for preserving morphology and extractable DNA of nematodes, *Nematology* (8) 3 (2006) 367-376.

## 6. EKLER

### 6.1. EK-1. *BURSAPHELENCHUS* TÜRLERİ SEKANS VE NCBI (BLASTN) SORGU SONUÇLARI

*Bursaphelenchus anamurius*, 28S rDNA sekans sonuçları.

```
GCCGACTCTGATGGTTCGATTAGTCTTGCGCCCCTATACCAATATCAGACGA  
TCGATTTGCACGTCAGAACCGCTTCGGACTTCCACCAGAGTTTCCTCTGGCT  
TCATCCTGTACAGGCATAGTTCACCATCTTTTCGGGTCTCATAGCATAACGCTC  
AACCTCCGCAACAGGACAAGTCCTCGAAACGGGGCAATGTTGCGCGGCTGT  
CGTCGAAACAGCAACCGCTCACATTCAAACCAATACGGTCTCACTTTCATTA  
CGCCTTTTGGTTTCGCAAACCCAATGACTCGCGTATACCATAAACTCCTTGG  
TCCGTGTTTCAAGACGGGTCAAATGGGTCAACCGACTATACACCGAGAAGAA  
CGCTGTGCACACCCACACATCGACCGAACCCATAAGCGCCGCACGCATGCG  
TACAACACGAACCGGCCAACCAACATGCAAGCACGCGAACGTACCAGCGT  
CTCCACAAGACCGCGCACCCAGCAACCAACCTCCACCGCCCAAGGTTTCACG  
ACCGAAGCCATGTCCTCTCGAGCGGCTTCGACAGGCGCCAGCACACGACTC  
GGCGCACTCCGCACGCAAATGCATCGCCGAACGCCGCAACAATACCGAACG  
GGCAACCTTGCGGAATACCACACCCAGCAATCACGACGCCCAACGACTGAA  
TACGTACCAGATACGTCCGCTCCATATGCTTCCATTACACCGGTTTCACGTT  
CTCTTGCACTCTCTTTTCAAAGTACTTTTCAACTTTCCCTCACGGTACTTGTA  
CTGCGCGAATTTTTTTTACAAA
```

# BLAST®

## Basic Local Alignment Search Tool

NCBI/BLAST/blastn.suite/ Formatting Results - 2U2FG9E4015

- [Formatting options](#)
- [Download](#)
- [Blast record description](#)

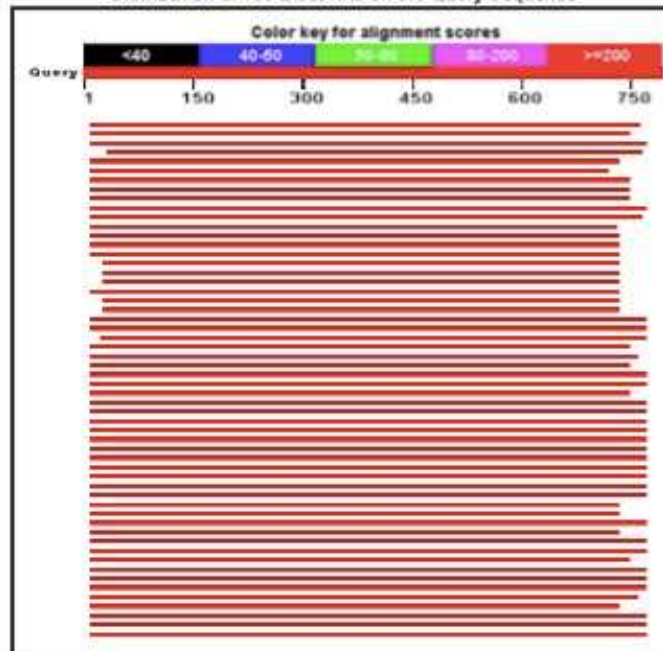
### Nucleotide Sequence (794 letters)

RID: [2U2FG9E4015](#) (Expires on 10-27 00:57 am)

Query ID	ici Query_152709	Database Name	nr
Description	None	Description	Nucleotide collection (nr)
Molecule type	nucleic acid	Program	BLASTN 2.2.32+
Query Length	794		

### Graphic Summary

Distribution of 100 Blast Hits on the Query Sequence





## Descriptions

Sequences producing significant alignments:

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<i>Bursaphelenchus anemurus</i> isolate M4 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1391	1391	94%	0.0	100%	<a href="#">FJ663488.1</a>
<i>Bursaphelenchus anemurus</i> strain BA-1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1367	1367	93%	0.0	100%	<a href="#">FJ768848.1</a>
<i>Bursaphelenchus hofmanni</i> clone M7 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1075	1075	96%	0.0	92%	<a href="#">KF496310.1</a>
<i>Bursaphelenchus umophilus</i> isolate CO1706 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1024	1024	92%	0.0	92%	<a href="#">KP331048.1</a>
<i>Bursaphelenchus hofmanni</i> isolate 155 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1013	1013	91%	0.0	92%	<a href="#">AY308084.1</a>
<i>Bursaphelenchus pinastri</i> partial 28S rRNA gene, strain DE32w	1005	1005	89%	0.0	92%	<a href="#">AM396574.1</a>
<i>Bursaphelenchus rufipennis</i> gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	894	894	93%	0.0	89%	<a href="#">AB368530.1</a>
<i>Bursaphelenchus chengii</i> voucher H. Li 104111 (UGMO) 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	893	893	93%	0.0	88%	<a href="#">EU167398.1</a>
<i>Bursaphelenchus parvispicularis</i> gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	876	876	92%	0.0	86%	<a href="#">AB368537.1</a>
<i>Bursaphelenchus paraparvispicularis</i> isolate 38717 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	848	848	96%	0.0	87%	<a href="#">GQ423010.1</a>
<i>Bursaphelenchus hileogardae</i> partial 28S rRNA gene, strain DE32w	848	848	95%	0.0	87%	<a href="#">AM396588.1</a>
<i>Bursaphelenchus antonioi</i> partial 28S rRNA gene	837	837	91%	0.0	88%	<a href="#">AM279710.1</a>
<i>Bursaphelenchus paracomaeus</i> isolate 172 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	830	830	91%	0.0	87%	<a href="#">AY308095.1</a>
<i>Bursaphelenchus getterae</i> isolate 169 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	830	830	91%	0.0	87%	<a href="#">AY308092.1</a>
<i>Bursaphelenchus tusciae</i> isolate 183 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	819	819	91%	0.0	87%	<a href="#">AY308104.1</a>
<i>Bursaphelenchus hylcibianum</i> isolate 160 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	809	809	89%	0.0	87%	<a href="#">AY308095.2</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. BnFFPR1 gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	809	809	89%	0.0	87%	<a href="#">AB849479.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. NK220 gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	809	809	89%	0.0	87%	<a href="#">AB849477.1</a>
<i>Bursaphelenchus eggerti</i> isolate 145 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	808	808	91%	0.0	87%	<a href="#">AY308078.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. NK207 gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	798	798	89%	0.0	87%	<a href="#">AB849478.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. NK203 gene for 28S ribosomal RNA, partial sequence	798	798	89%	0.0	87%	<a href="#">AB849475.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. JH-2013 strain 002 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	787	787	96%	0.0	85%	<a href="#">KF154832.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. JH-2013 strain NE 9'12 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	787	787	96%	0.0	85%	<a href="#">KF154832.1</a>

*Bursaphelenchus eggersi*, 18S rDNA sekans sonuçları.

CCCTAGTTCTGACCGTAAACGATGCCAACTGTCGATCCGCTCTTGGATCTAA  
 TTCTTGAGCGGGGAGATTCCCGGAAACGAAAGTTTTTCGGTTTCGGGGGAA  
 GTATGGTTGCAAAGCTGAAACTTAAAGGAATTGACGGAAGGGCACCACCAG  
 GAGTGGAGCTTGCGGCTTAATTTGACTCAACACGGGAAATCTCACCCGGCC  
 AGTACATCGTGAGGATTGACAGACTGACAGCTCTTTCATGATTCGGTGAATG  
 GTGGTGCATGGCCGTTCTTAGTTCGTGGATTGATTTGTCTGGTTTATTCCGAT  
 AACGAGCGAGACTTTAACTATTAATAGTGCACCTGTTGCTTTGCTGCGAGT  
 GAACACTTCTTAAAGGAATTTGTGGTTTCCAACCTCAAGAAATTGAGCAATA  
 ACAGGTCTGTGATGCCCTTAGATGTTCCGGGGCCGCACGCGTGCTACAATGGT  
 GGTAACAGCGTGATTGTCCTTTCCGACAGGAATTGGCAAACAGTTGAGAT  
 ATTATTATGGCTGGAATTGAGTGTTGAAATTTTCTCTCATGAACGAGGAATT  
 CCAAGTAAATGTGAGTCATTAACCTGCATTGATTACGTCCCTGCCCTTTGTA

BLAST®

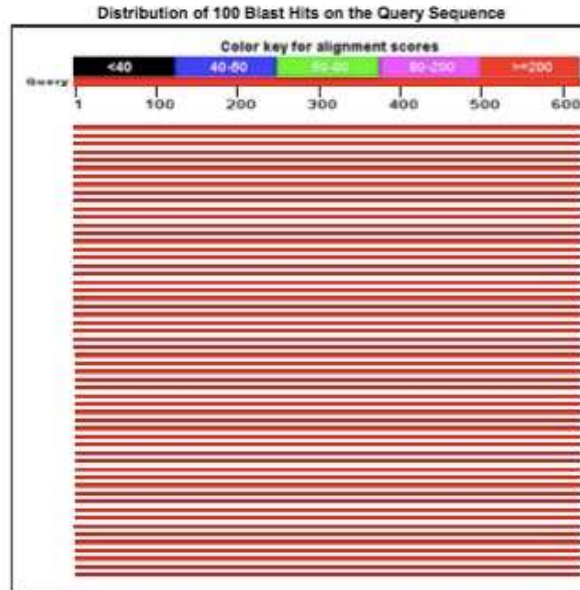
Basic Local Alignment Search Tool

NCBI/BLAST/blast suite/ Formatting Results - 2U1KCXR015  
• Formatting options  
• Download  
Blast record description

CCCTAGTTCTGACCGTAAACGATGCCAACTGTCGATCCGCTCTTGGATCTAATTCTTGAGCGGGGAGATTCCCGAAACGAAAGTTTTTCGGTTTCGGGGGAAGTATGGTTG

**RID** 2U1KCXR015 (Expires on 10-27 00:42 am)  
**Query ID** idlQuery\_78543  
**Description** None  
**Molecule type** nucleic acid  
**Query Length** 621  
**Database Name** nr  
**Description** Nucleotide collection (nr)  
**Program** BLASTN 2.2.32+

Graphic Summary



## Descriptions

Sequences producing significant alignments:

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<i>Bursaphelenchus egginsi</i> isolate 146 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1147	1147	100%	0.0	100%	<a href="#">AY358913.1</a>
<i>Bursaphelenchus hilegarcae</i> partial 18S rRNA gene, strain DE24w	1131	1131	100%	0.0	99%	<a href="#">AM387513.1</a>
<i>Iluraphelenchus davicauda</i> genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	1125	1125	100%	0.0	99%	<a href="#">AB29821.1</a>
<i>Bursaphelenchus yongensis</i> partial 18S rRNA gene, strain Ne14/G4	1122	1122	100%	0.0	99%	<a href="#">AM387523.1</a>
<i>Bursaphelenchus luxiae</i> isolate 163 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1118	1118	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358923.1</a>
<i>Bursaphelenchus rufipennis</i> gene for 18S ribosomal RNA, partial sequence	1098	1098	100%	0.0	99%	<a href="#">AB358828.1</a>
<i>Aphelenchoides compositicola</i> strain AChoCom1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1092	1092	100%	0.0	98%	<a href="#">KJ536363.1</a>
<i>Bursaphelenchus hofmanni</i> clone M4 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1092	1092	100%	0.0	98%	<a href="#">KF498907.1</a>
<i>Bursaphelenchus pinastri</i> partial 18S rRNA gene, strain DE32w	1092	1092	100%	0.0	98%	<a href="#">AM387516.1</a>
<i>Bursaphelenchus hofmanni</i> isolate 155 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1092	1092	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358925.1</a>
<i>Bursaphelenchus paracomelous</i> isolate 172 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1086	1086	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358927.1</a>
<i>Bursaphelenchus gerberae</i> isolate 169 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1086	1086	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358924.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. JH-2004 isolate BursSp1 18S small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence	1085	1085	100%	0.0	98%	<a href="#">AT29466.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1085	1085	100%	0.0	98%	<a href="#">AF617368.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. JH-2013 strain 002 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">KF154829.1</a>
<i>Bursaphelenchus valesianus</i> partial 18S rRNA gene, strain CH-1w	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">AM387525.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> isolate 180 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358922.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> isolate 179 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358921.1</a>
<i>Bursaphelenchus poligrphi</i> isolate 173 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358928.1</a>
<i>Bursaphelenchus borealis</i> isolate 136 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1083	1083	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358926.1</a>
<i>Bursaphelenchus panparvispicularis</i> isolate 38717 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1081	1081	100%	0.0	98%	<a href="#">GQ421482.1</a>
<i>Bursaphelenchus antoniae</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial)	1081	1081	100%	0.0	98%	<a href="#">AM279709.1</a>
<i>Bursaphelenchus panvispicularis</i> genes for SSU RNA, ITS1, 5.8S RNA, ITS2, LSU RNA, partial sequence	1077	1077	100%	0.0	98%	<a href="#">AB218829.1</a>
<i>Bursaphelenchus sakshimanus</i> gene for 18S ribosomal RNA, partial sequence	1075	1075	100%	0.0	98%	<a href="#">LC017461.1</a>
<i>Iluraphelenchus osumiana</i> genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	1075	1075	100%	0.0	98%	<a href="#">AB916706.1</a>
<i>Iluraphelenchus</i> sp. MK203 gene for 18S ribosomal RNA, partial sequence	1075	1075	100%	0.0	98%	<a href="#">AB849455.1</a>
<i>Bursaphelenchus hylobianum</i> isolate 160 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1075	1075	100%	0.0	98%	<a href="#">AY358919.1</a>
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> isolate FCP-32 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence	1064	1064	100%	0.0	98%	<a href="#">AY911928.1</a>
<i>Bursaphelenchus mucronatus</i> kolymensis genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">AB932858.1</a>
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> strain BursXyl1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">KJ536366.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. ZLR 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">KJ633442.1</a>
<i>Bursaphelenchus koreanus</i> isolate 47426 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">JX154685.1</a>
<i>Iluraphelenchus firmae</i> gene for 18S ribosomal RNA, partial sequence	1061	1061	98%	0.0	98%	<a href="#">AB659015.1</a>
<i>Iluraphelenchus</i> sp. JG-2011c 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">JN377228.1</a>
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> strain MBX-1 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	1061	1061	99%	0.0	98%	<a href="#">FJ788947.1</a>

*Bursaphelenchus mucronatus*, COX1 geni sekans sonuçları.

```
GGCAATGCCGTGTGTCTAGGTCTATACCAACTGTATACATATGATGAGCTCA
AACTACACAACCAATTAATCCAATTCTTAAAATAGCGTAAACTATTCCTAAA
GAACCAAAAACCTCTTTTTTACCAGTCAAATATAAGGTA CTTTGACTTACAA
TACCAAAAAGCTGGTAAAATTAGAATATACACTTCAGGATGACCAAAAATC
AAAATAAATGTTGATAAATTAAGGATTTCCCTCCTATTCTAGGATCAAAAA
AGAAGTATTAATATTTTCGATCAGTTAATAATATAGTAATAGCTCCAGCTAAA
ACAGGTAAAGAAAGAACTAACAAAAATACTGTAACAAAGATAGTTCATAC
AAATAATCTTATATGTTCTAAAGAAATAGATCTACTACGTAAATTTTTAGTA
GTACATATAAAATTAATACCACCTAAAATTGATCTAGCTCCTGCACAATGTA
ATCTAAAAATAGCTAAATCTACTCTACCACCTGGATGACCTAAAGTTCTTAA
AGGAGGATACACAGTTCAACTAGTCCCAGTACCAGTATCAACAAAACATGC
ATCCAAAAGTAATATTAATGAAGTAGGTAATAACCAAAATCTTAAATTATTT
AAACGAGGAAATCTTATATCAGGAGCTCCTAATATTAAGGA ACTATTCAA
TTACCAAAAACCACCAATCATAGTAGGACTGGCGCCCGTTTTTATCAAAGTT
TTTTCCGTTTCTTTTAACCGATCTTATTATCACTTTCCCCCCTTTCCCACG
TGCGTTTGTAGTTCCGTTCCGTAATGTATGG
```

# BLAST®

## Basic Local Alignment Search Tool

NCBI/BLAST/blast.aux/Formatting Results - 2UD07C14015

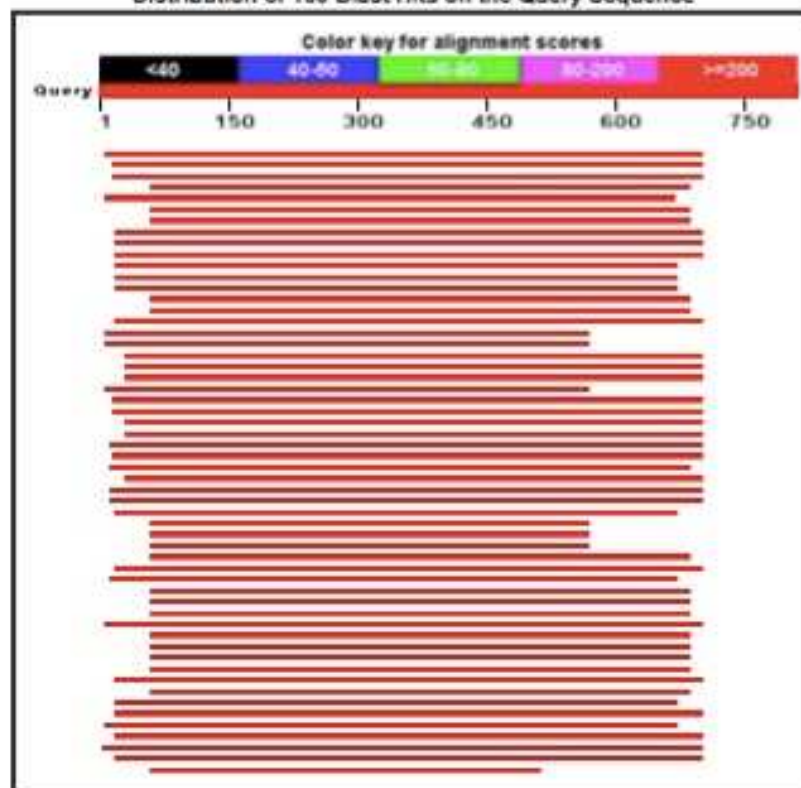
- [Formatting options](#)
- [Download](#)
- [Blast report description](#)

### Nucleotide Sequence (809 letters)

<b>RID</b>	2UD07C14015 (Expires on 10-27 03:36 am)	<b>Database Name</b>	nr
<b>Query ID</b>	lcl Query_75057	<b>Description</b>	Nucleotide collection (nr)
<b>Description</b>	None	<b>Program</b>	BLASTN 2.2.32+
<b>Molecule type</b>	nucleic acid		
<b>Query Length</b>	809		

### Graphic Summary

Distribution of 100 Blast Hits on the Query Sequence



## Descriptions

Sequences producing significant alignments:

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Bursaphelenchus mucronatus isolate 800A cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1206	1206	85%	0.0	98%	<a href="#">JF317282.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 4228 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1188	1188	84%	0.0	98%	<a href="#">JF317281.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 38624 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1146	1146	84%	0.0	97%	<a href="#">JF317298.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 164 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1109	1109	77%	0.0	99%	<a href="#">AY308059.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial cox1 gene for cytochrome oxidase subunit 1, partial cds	1101	1101	81%	0.0	97%	<a href="#">AB067783.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 165 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1075	1075	77%	0.0	98%	<a href="#">AY308051.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 166 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1064	1064	77%	0.0	97%	<a href="#">AY308052.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 4248 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1062	1062	83%	0.0	95%	<a href="#">JF317289.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 38571 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	1057	1057	83%	0.0	95%	<a href="#">JF317281.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial, complete genome	1035	1035	83%	0.0	94%	<a href="#">GU177885.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial COI gene for cytochrome oxidase subunit 1, partial cds, strain: A85	1009	1009	80%	0.0	95%	<a href="#">AB034830.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial COI gene for cytochrome oxidase subunit 1, partial cds, strain: NG1	1000	1000	80%	0.0	94%	<a href="#">AB034848.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial COI gene for cytochrome oxidase subunit 1, partial cds, strain: Ioujima	998	998	80%	0.0	94%	<a href="#">AB034848.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 167 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	981	981	77%	0.0	95%	<a href="#">AY308053.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus isolate 163 cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	970	970	77%	0.0	95%	<a href="#">AY308049.1</a>
Bursaphelenchus doui cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial	935	935	83%	0.0	92%	<a href="#">FJ520728.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial COI gene for cytochrome oxidase subunit 1, partial cds, isolate: TBm119	929	929	69%	0.0	97%	<a href="#">AB395194.1</a>
Bursaphelenchus mucronatus mitochondrial COI gene for cytochrome oxidase subunit 1	926	926	69%	0.0	97%	<a href="#">AB395193.1</a>

*Bursaphelenchus sexdentati*, ITS bölgesi sekans sonuçları.

TTAATTAAGGGAATAAGGGATACATTGTAGTGACCTTCCTGTGCTTACTCA  
 TTGTTTAAGTCAGCAGGTATCATAGGGACTAAGGTGGTTATCACCGAAGCC  
 AACGTGTTACCCTTTTAACCGAGCAGCAATGCCAGAAAGCAAAGGTACCCC  
 CACACATTATAGACCCAATATCCCCCGCCGACACCAACACGCAAACAACC  
 TGTTATAACAATATCAAAAGCACGAGGACATTCGACCGCTCAAACGACA  
 GCATCTCAATTGTTTAGCGCAAAAACAAAGGCCGAAACCAATCTTTTCGCA  
 CATAACATCAACCAATTCACACAAGTGTCCGAATAGCCGTTGCCGACCATT

TTGACCACAAAAAGACAACAGCACAGCAGCACGAAGCCGCCGCAACTGC  
 CATCAGTCTATGAAACAGTAGTTCCTATAAAAACTTCACCAACGGAAGAT  
 AAGCATAGAACTCTGTGTCGTGTGAAACACACCCTGAATCACATATGCCGA  
 AGAGCAAAACCCAACGGCGCAATATGCATTCAAAAACATGGTACTCGTAAT  
 ATCTGTAATTCGTACTTCTTATCGCAATTCCTGCGTTTTTCATCGACCCGCG  
 AACCGAGTGATCCACCGACGTAACCTAATAGTTACATAAATTCAAATAAAC  
 GAAATAATAGGCGTTTTGTTTGGCGCCCGCTCGGGGTCATTGATTCTCACCCG  
 ACAGCACGAAGCGTCAGGCTATCGGTCAGTATCATGCGCAGCCACGGACGT  
 GAAACACAACCTGTTTGGTCTTCAACCTTCGCACATGTAAAGCCAAACCAA  
 GTCCTGGTAAGGTTATTCAACTTGCCGGTTATAAAGGCACAATAGAGTAC  
 GCTTGTTAAGGATAACGCCATTGCTACGGCCAGAAAAACGTACGAGGCTAC  
 CTTGCGCCAAGAGCCGTCTTCAATATAGTATCGTTTTTCGAAATAATGTCATA  
 AGATCGTTAATGATCCAGCCGAAGGTTACCTACAGTACCCTTTGTTACGAA  
 TTT

consensus29.3ITS

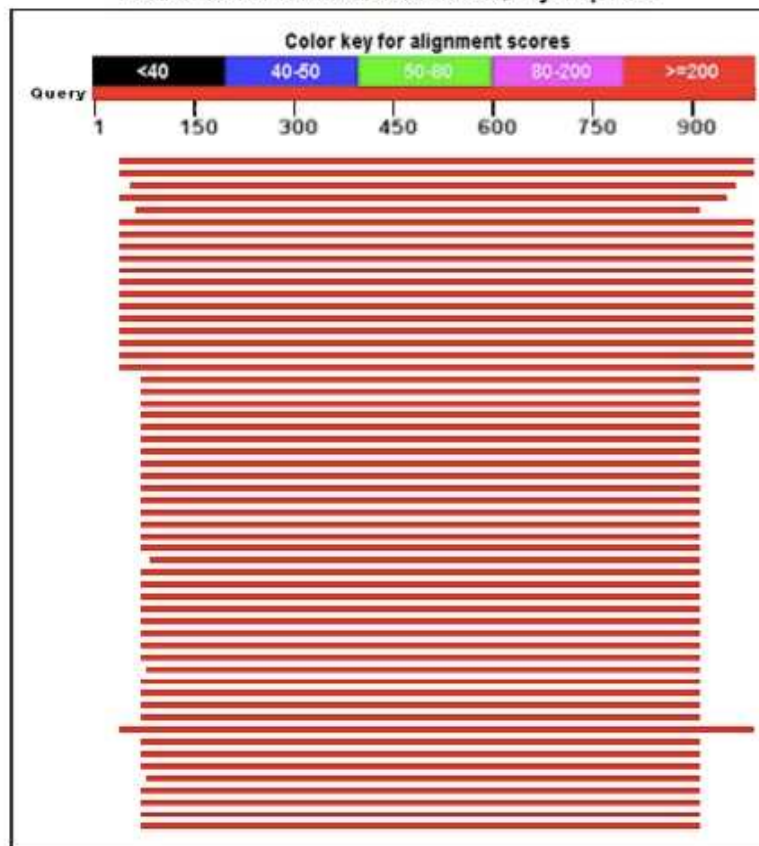
RID 3GRKSJST014 (Expires on 11-04 14:12 pm)

Query ID |cl|Query\_118287  
 Description consensus29.3ITS  
 Molecule type nucleic acid  
 Query Length 998

Database Name nr  
 Description Nucleotide collection (nt)  
 Program BLASTN 2.2.32+

[Graphic Summary](#)

Distribution of 108 Blast Hits on the Query Sequence



## Descriptions

Sequences producing significant alignments:

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain GR10w	1530	1530	95%	0.0	96%	<a href="#">AM269915.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain IT2w	1523	1523	95%	0.0	96%	<a href="#">AM269916.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> genomic DNA sequence contains 18S rRNA gene, ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene, isolate V460	1498	1498	91%	0.0	97%	<a href="#">LN713292.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), isolate PT68	1456	1456	91%	0.0	96%	<a href="#">AM269917.1</a>
<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> isolate CH-VS25_B153 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence; and internal transcribed spacer 2, partial sequence	1402	1402	85%	0.0	97%	<a href="#">KP292885.1</a>
<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1388	1388	95%	0.0	93%	<a href="#">HM756288.1</a>
<i>Bursaphelenchus</i> sp. JH-2013 strain NE 9/12 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	1375	1375	95%	0.0	93%	<a href="#">KF164830.1</a>
<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain H272	1375	1375	95%	0.0	93%	<a href="#">AM269922.1</a>
<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain CH2w	1375	1375	95%	0.0	93%	<a href="#">AM269919.1</a>
<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain GR7w	1375	1375	95%	0.0	93%	<a href="#">AM269918.1</a>
<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2 and 28S rRNA gene (partial), strain CH1w	1375	1375	95%	0.0	93%	<a href="#">AM160662.1</a>

## 7. ÖZGEÇMİŞ

### *Kişisel Bilgiler*

Soyadı, adı :DAYI Mehmet  
Uyruğu :T.C  
Doğum tarihi ve yeri :SINDIRGI, 15.07.1983  
Telefon: 0 533 552 7038  
Faks :  
E-posta : mehmetdayi@duzce.edu.tr

### *Eğitim*

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2009
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2006
Lise	Manisa-Akhisar Sağlık Meslek Lisesi	2001

### *İş Deneyimi*

Yıl	Yer	Görev
2009-	Düzce Üniversitesi	Uzman

### *Yabancı Dil*

İngilizce	ÜDS/KPDS/TOEFL : .....)	66.250 (ÜDS)
-----------	-------------------------	--------------

### *Yayınlar*

1. Dayı M., Tanaka R., Kanzaki N., Kikuchi T., Genome comparisons of *Bursaphelenchus* species, The 23<sup>rd</sup> Annual Nematology Meeting, Nagoya, Japan, (2015).
2. Dayı M., Calin M., Akbulut S., Gu J., Schröder T., Vieira P., Braasch H., Morphological and molecular characterisation of *Bursaphelenchus andrassyi* sp. n. (Nematoda: Aphelenchoididae) from Romania and Turkey, *Nematology*, 6 (2) (2014) 207-218.
3. Dayı M., Henriques J., Alves M., Henriques I., Mota M., Akbulut S., Correia A., Preliminary genetic analysis of the bacteria associated with *Monochamus*



*galloprovincialis* from Turkey, UFRO JOINT MEETING, 7-03-01 Cone and Seed Insects, 7-03-06 Integrated Management of Forest Defoliating Insects, 7-03-14 Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems, MEDINSECT, Antalya, TURKEY; **(2014)**.

4. Dayı M., Akbulut S., Preliminary results of potential vector species of *Bursaphelenchus* spp. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) in Turkey, IUFRO unit 7.02.10 and FP7 EU-Research Project REPHRAME, IUFRO / REPHRAME International Conference on Pine Wilt Disease 2013, Braunschweig, GERMANY **(2013)**.

5. Dayı M., Akbulut S., Pathogenicity testing of four *Bursaphelenchus* species on conifer seedlings under greenhouse conditions, *Forest Pathology*, 42 (3) **(2009)** 213-219.

6. Takeuchi T., Yamaguchi M., Tanaka R., Dayı M., Ogura N., Kikuchi T., Development and validation of SSR markers for the plant-parasitic nematode *Subanguina moxae* using genome assembly of Illumina pair-end reads, *Nematology*, 17 (5) **(2015)** 515-522.