



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

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DÜZCE ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA BAZI  
*BURSAPHELENCHUS* TÜRLERİNİN FARKLI ÇAM TÜRLERİNDE  
PATOJENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NURAY ÖZTÜRK**

**ARALIK 2016**

**DÜZCE**

## KABUL VE ONAY BELGESİ

Nuray Öztürk tarafından hazırlanan “Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Ormanlarında Bazı *Bursaphelenchus* Türlerinin Farklı Çam Türlerinde Patojenliklerinin Belirlenmesi” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 12.12.2016 tarih ve 2016/1064 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye  
(Tez Danışmanı)  
Prof. Dr., Süleyman AKBULUT  
Düzce Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Serap MUTUN  
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Barış GÜLCÜ  
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih : 23.12.2016

### ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu .....’ın Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Doç. Dr. Resul KARA  
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.

23 Aralık 2016

Nuray ÖZTÜRK



*Sevgili Aileme*

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanmasında süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Süleyman AKBULUT'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca katkılarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail BAYSAL'a da şükranlarımı sunarım.

Tezimin arazi çalışmaları kısmında yardımını esirgemeyen sevgili kardeşim Abdulmutalip ÖZTÜRK'e, her zaman beni destekleyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Proje çalışmalarının gerçekleştirilmesinde gerekli izinin alınması konusunda ve çalışma alanlarının temin edilmesi sırasında her türlü yardımda bulunan Orman Genel Müdürlüğü'ne ve ayrıca Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2015.02.02.338 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

**Aralık 2016**

**Nuray Öztürk**

<b>TEŞEKKÜR SAYFASI .....</b>	<b>İ</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>İİ</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>	<b>İV</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>	<b>VI</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>	<b>Vİİ</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>6</b>
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 PATOJENLİK ÇALIŞMALARININ YÜRÜTÜLECEĞİ UYGUN</b>	
<b>ÖZELLİK VE NİTELİKTE MEŞCERELERİN BELİRLENMESİ .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. PATOJENLİK ÇALIŞMASI YAPILACAK NEMATOD TÜRLERİNİN</b>	
<b>YETERLİ SAYIYA ULAŞTIRILMASI AMAÇLI <i>BURSAPHELENCHUS</i></b>	
<b>ÜRETİM ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. BELİRLENEN MEŞCERELERDE AŞILAMA ÖNCESİ ÖLÇÜM</b>	
<b>VE NEMATOD KONTROLÜ İÇİN ÖRNEKLEME İŞLEMLERİ .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. AŞILAMA İÇİN SEÇİLEN AĞAÇLARDAN ALINAN ÖRNEK</b>	
<b>NUMUNELERDE NEMATOD KONTROLÜ ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5. AŞILAMA İŞLEMİNDE KULLANILACAK</b>	
<b><i>BURSAPHELENCHUS</i> SOLÜSYONLARININ HAZIRLANMASI VE</b>	
<b>AĞAÇLARA AŞILAMA ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>27</b>
<b>2.6. AŞILAMANIN YAPILDIĞI AĞAÇLARIN İZLENMESİ VE REÇİNE</b>	
<b>AKIŞININ BELİRLENMESİ .....</b>	<b>28</b>

<b>2.7. ÇALIŞMA SONUNDA AŞILAMANIN YAPILDIĞI AĞAÇLARDA NEMATOD KONTROLÜ ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>29</b>
<b>2.8. VERİLERİN ANALİZİ .....</b>	<b>30</b>
<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>31</b>
<b>4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>61</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>70</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>84</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	<i>B. xylophilus</i> 'un yaşam döngüsü.....9
Şekil 2.1	Çalışma alanının Bolu OBM sınırları içerisinde yer alan OİM ve OİŞ idari sınırlarını gösterir haritası.....20
Şekil 2.2	Potansiyel çalışma alanları dağılımı haritası.....21
Şekil 2.3	Her bir ağaç türü için belirlenen çalışma alanları a) <i>P. pinaster</i> , b) <i>P. nigra</i> , c) <i>P. sylvestris</i> .....22
Şekil 2.4	Patates agarından oluşan besi ortamları ve nematodların beslendiği gri küf çürüklüğü mantarı.....23
Şekil 2.5	Tepe çapı ve yaş ölçümlerinin gerçekleştirilmesi.....24
Şekil 2.6	Data logger cihazının ağaç üzerine asılması.....25
Şekil 2.7	Baermann huni tekniği ve tray yöntemi.....26
Şekil 2.8.	Nematod kontrolü çalışmaları.....27
Şekil 2.9	Nematod aşılama işleminin gerçekleştirilmesi.....28
Şekil 2.10	Reçine akışının kontrol edilmesi.....29
Şekil 2.11	Talaş örneklerinin alınması ve kilitli buzdolabı poşetlerine yerleştirilmesi.....30
Şekil 3.1	<i>P. pinaster</i> meşceresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.....48
Şekil 3.2	<i>P. nigra</i> meşceresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.....49
Şekil 3.3	<i>P. sylvestris</i> meşceresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.....50
Şekil 3.4.	<i>Bursaphelenchus mucronatus</i> 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....54
Şekil 3.5	<i>Bursaphelenchus mucronatus</i> 'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....54
Şekil 3.6	<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....55
Şekil 3.7	<i>Bursaphelenchus vallesianus</i> 'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....55
Şekil 3.8	<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> 'nin düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....56
Şekil 3.9	<i>Bursaphelenchus sexdentati</i> 'nin yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....56
Şekil 3.10	<i>Bursaphelenchus hellenicus</i> 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....57
Şekil 3.11	<i>Bursaphelenchus hellenicus</i> 'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....57
Şekil 3.12	<i>Bursaphelenchus andrassyi</i> 'nin düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....58
Şekil 3.13	<i>Bursaphelenchus andrassyi</i> 'nin yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....58
Şekil 3.14	<i>Bursaphelenchus anamurius</i> 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....59
Şekil 3.15	<i>Bursaphelenchus anamurius</i> 'un yüksek doz olarak aşılandığı



ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.....59



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Çizelge 1.1</b>	Reçine akışı sınıflandırma sistemi.....14
<b>Çizelge 3.1</b>	Aşılama da kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.....31
<b>Çizelge 3.2</b>	Çalışmanın yürütüldüğü meşcerelere ait ortalama çap, boy yaş, tepe çapı, kabuk kalınlığı, ve gövde sını n değerleri.....38
<b>Çizelge 3.3</b>	Çalışmanın yürütüldüğü meşcereleri tanıtıcı bazı değerler.....39
<b>Çizelge 3.4</b>	Arazi çalışmaları iş akışı takvimi.....39
<b>Çizelge 3.5</b>	Çalışma alanlarına ait bazı iklim verileri.....40
<b>Çizelge 3.6</b>	Aşılama n ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.....40
<b>Çizelge 3.7</b>	Çalışma sonunda talaş örneklerinden elde edilen nematod sayıları.....50
<b>Çizelge 3.8</b>	Nematod türlerinin reçine akışı üzerine etkisi.....52
<b>Çizelge 3.9</b>	Reçine akışı ölçümlerinin analiz sonuçları.....52
<b>Çizelge 3.10</b>	İki farklı nematod dozunun reçine akışı üzerine etkisi.....53

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Çk	<i>P. nigra</i>
Çm	<i>P. pinaster</i>
ÇON	Çam Odun Nematodu
Çs	<i>P. sylvestris</i>
ÇSH	Çam Solgunluk Hastalığı
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
Ha	Hektar
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefi

## ÖZET

### DÜZCE ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ ORMANLARINDA BAZI *BURSAPHELENCHUS* TÜRLERİNİN FARKLI ÇAM TÜRLERİNDE PATOJENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Nuray Öztürk  
Düzce Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT  
Aralık 2016, 95 sayfa

Çam odun nematodu, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner ve Buhner) Nickle, (Nematoda: Parasitaphelenchidae) iğne yapraklı orman ağacı türlerinde zararlı olan bir türdür. Bulaştığı çam ağaçlarında ani ölümlere neden olmaktadır. Bu çalışma ile ülkemiz ormanlarında yayılış gösteren altı farklı *Bursaphelenchus* türü (*B. mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. anamurius*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* ve *B. hellenicus*) ve üç farklı çam türü (*Pinus sylvestris*, *P. nigra* ve *P. pinaster*) için doğal ortam koşullarında patojenlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Aşılama düşük ve yüksek iki farklı nematod yoğunluğu kullanılmıştır. Her ağaç türünden (6 nematod türüx8 ağaçx2 aşılama dozu) 96 ağaçta aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir ağaç türü için 8 adet ağaç kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Aşılama ağaçları ve kontrol grubu ağaçları aşılama işleminden itibaren bir yıl süre ile takip edilmiştir. Ağaçlardaki reçine akışı ve diğer dış belirtiler (yapraklardaki renk değişikliği ve *Monochamus* cinsi teke böceklerinin aktiviteleri) takip edilmiştir. Çalışmanın sonunda aşılamanın yapıldığı ağaçlardan talaş örnekleri alınmıştır. Laboratuara getirilen örneklerden usulüne uygun yöntemlerle nematod çıkarımı yapılmış ve daha sonra nematod sayımları gerçekleştirilmiştir. Patojenlik testi sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Nematod aşılama ağaçlarında aşılama tarihinden bir yıl sonra nematod aşılama kaynaklı bir kuruma meydana gelmediği gözlemlenmiştir. Ayrıca nematod aşılama ağaçlarının aylık kontrollerinde, böcek istilasına ait belirtilere (özellikle Cerambycidae ve Scolytinae familyalarına ait türler) rastlanılmamıştır. Reçine akışı ölçüm değerlerinde ağaç türleri arasında anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Nematod türlerinden sadece *B. sexdentati* ve *B. anamurius* reçine akışı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. Nematod dozlarının ise reçine akışı üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar neticesinde, doğal ekosistem koşulları altında ve belirli yaştaki üç farklı ağaç türüne aşılama altı farklı nematod türünün patojen etkiye sahip olmadıkları görülmüştür.

**Anahtar sözcükler:** *Bursaphelenchus*, Çam odun nematodu, Patojenlik, *Pinus* spp.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF PATHOGENICITY OF SOME *BURSAPHELENCHUS* SPECIES ON DIFFERENT PINE SPECIES IN DUZCE FOREST DISTRICT

#### DIRECTORATE

Nuray ÖZTÜRK

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT

December 2016, 95 pages

The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer) Nickle, (Nematoda: Parasitaphelenchidae) is a pest of conifer forest trees. This pest is characterized by the sudden death of infected pine trees. In this study, pathogenicity tests of six native *Bursaphelenchus* species (*B. mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. anamurius*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* and *B. hellenicus*) on three pine species (*Pinus sylvestris*, *P. nigra* and *P. pinaster*) under natural conditions were conducted. For each nematode species 8 trees were inoculated. In total for each tree species 96 trees (6 nematode species x 8 trees x 2 doses) were inoculated with nematodes. Also 8 trees for each tree species were used as control groups. Nematode inoculated trees were monitored for a year after inoculation. Monthly oleoresin flow of each tree and other external symptoms (foliage coloration and *Monochamus* species activity) were followed. At the end of the study, wood chip samples were taken from trees for extraction of the nematode and nematodes were counted in the laboratory. The results of pathogenicity tests were analyzed statistically. Nematode inoculated trees did not die a year after the date of inoculation. In addition no signs of insect infestations (especially species belonging to the family Cerambycidae and subfamily Scolytinae) were noticed on trees. The amount of oleoresin flow differed significantly among tree species. There was a significant difference on the oleoresin flow between *B. sexdentati* and *B. anamurius* inoculated tree species. However nematode doses did not affect the oleoresin flow significantly. According to the results of this study, inoculated *Bursaphelenchus* species into tree species under natural ecosystem conditions did not cause pathogenic effects.

**Keywords:** *Bursaphelenchus*, Pathogenicity, Pine wood nematode, *Pinus* spp

## EXTENDED ABSTRACT

### DETERMINATION OF PATHOGENICITY OF SOME *BURSAPHELENCHUS* SPECIES ON DIFFERENT PINE SPECIES IN DUZCE FOREST DISTRICT

Nuray ÖZTÜRK

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman AKBULUT

December 2016, 84 pages

#### 1. INTRODUCTION:

The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer) Nickle, (Nematoda: Parasitaphelenchidae) is a pest of conifer forest trees. This pest, known as the causal agent of pine wilt disease which is characterized by the sudden death of infected pine trees, is one of the serious exotic pest around the world. Being an exotic pest outside of the North America, this species cause considerable losses in eastern Asia countries such as Japan, China, South Korea, Taiwan. In 1999 and 2010, it was detected forest lands of Portugal and Spain respectively. Recently, detection of the nematode in *P. nigra* trees in addition to *P. pinaster* in Portugal indicates that the nematode increases both its distribution and host richness. Potential of introduction and invasion of the nematode into our country is very high due to the considerable amount of wood importation from different countries. Turkey's half of forest land is conifer tree species and also has a very suitable climatic conditions for the nematode damages. It is very important for country's forestry to survey the presence of the nematode and the other components of pine wilt disease. The goal of this study is to investigate the pathogenic potential of six *Bursaphelenchus* species on three pine species under natural stand conditions.

#### 2. MATERIAL AND METHODS:

Pathogenicity tests of six native *Bursaphelenchus* species (*Bursaphelenchus mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. anamurius*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* and *B. hellenicus*) on three pine species (*Pinus sylvestris*, *P. nigra* and *P. pinaster*) under natural conditions were

conducted. Two doses of nematodes (low and high) were used for inoculation tests.

Pathogenicity studies consisted of two phases; laboratory and field studies. In the laboratory, the adequate number of nematodes for *Bursaphelenchus* species used in the pathogenicity studies was produced and suspensions of two doses (2000, 20000) were prepared. Inoculation of nematodes was carried out on June 2015. In total for each tree species 96 trees (6 nematode speciesx8 treesx2 doses) were inoculated with nematodes. Also 8 trees for each tree species were assigned as a control group and inoculated with the same amount of water without nematode. Inoculated trees were monitored for five months after inoculation. Monthly oleoresin flow of each tree and other external symptoms (foliage coloration and *Monochamus* species activity) were followed. At the end of the study, the last oleoresin flow measurement was carried out and wood chip samples were taken from trees to check the presence of nematodes in the laboratory. The data were analyzed by SAS.

### **3. RESULTS AND DISCUSSIONS:**

In this study, oleoresin flow was used to determine the pathogenicity of nematodes. Effects of nematode species on the oleoresin flow was significant in the first and second measurements. However third, fourth, fifth and sixth measurements were not significant. In both measurements a significant difference was found between inoculated trees with *B. sexdentati* and *B. anamurius*. Oleoresin flow was significantly differed among tree species. The lowest oleoresin flow was observed in scotch pine trees. The use of different nematode doses for inoculation did not affect significantly the amount of oleoresin flow among both tree species and nematode species.

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

No wilting cases were observed in both nematode inoculated and control groups of tree species. In addition, insect activities on inoculated trees were not noticed. Limited number of nematodes were re-isolated from wood chips samples taken from trees at the end of the study. We assumed that nematode species were not able to increase their populations in all tree species used in this study. We concluded that six different nematode species which were inoculated into trees under natural ecosystem conditions were not pathogenic. This result may be explained by nativeness of *Bursaphelenchus*

species used in this study. However, it is important to study the componets of pine wilt disease and to continue periodical surveys of *Bursaphelenchus* species in Turkey.



# 1.GİRİŞ

Milyonlarca yıldır dünya üzerindeki canlı varlıkların dağılımı doğal engeller tarafından sınırlanmıştır. Özellikle son yüzyılda küreselleşmenin artması, doğal engellerin kolaylıkla aşılabilir hale gelmesine neden olmuş ve çok sayıda yabancı orijinli (egzotik türler) istilacı organizmaların farklı coğrafik bölgelere taşınma yoluyla bulaşmasına neden olmuştur. Yabancı orijinli istilacı türler, yeni girdikleri ekosistemlerde çok ciddi ekonomik ve ekolojik kayıplar ile birlikte şiddetli salgınlara neden olarak küresel bir çevre sorunu haline gelmektedirler (Liebhold ve diğ. 1995, Sakai ve diğ. 2001). Küreselleşmenin bir sonucu olarak insanoğlunun ve ihtiyaç duyduğu her türlü ürünün taşınmasının yanı sıra bitki, hayvan v.b. canlı organizmalar dünya genelinde taşınmaktadır. Çoğunlukla, kendi ana vatanlarından yeni alanlara taşınan bu canlılar besin kaynağının eksik olması, rekabet ve uygun olmayan iklim koşulları gibi nedenlerden dolayı gelişimlerini devam ettirmekte zorlanırlar. Ancak bazı türler geldikleri yeni habitatlarda gelişimlerini tamamlayarak başarılı bir şekilde çoğalırlar. Yeni habitatlarda çok fazla zarar meydana getiren bu bitki ve hayvan türleri istilacı tür olarak tanımlanmaktadır.

Orman ekosistemlerinde zarar yapan yabancı orijinli türlere pek çok örnek verilebilir. Örneğin *Agrius planipennis* (Fairmaire 1888) (Coleoptera: Buprestidae) Doğu Asya kökenli olup, Amerika ve Kanada'da *Fraxinus* (Linnaeus) türleri üzerinde ciddi hasarlara neden olan istilacı bir türdür. *A. planipennis* Amerika ve Kanada'ya yakacak odun ve diğer orman ürünlerinin taşınması sırasında giriş yapmıştır. Kuzey Amerika'da milyonlarca *Fraxinus*'u öldürdüğü düşünülmektedir (Poland 2007, Knight ve diğ. 2013). Bu zararlı Avrupa'da EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) karantina listesinde yer almaktadır (EPPO 2013). Bir diğer istilacı tür ise *Lymantria dispar* (Linnaeus) (Lepidoptera: Lymantridae)'dır. Doğal yayılış alanlarından biri olan Avrupa'dan 1869 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ne ve 1912 yılında Kanada'ya giriş yapmıştır. Bazı raporlara göre, 1924 yılından itibaren Kuzey Amerika'da yaklaşık 36 milyon ha ormanlık alanda zarar meydana getirmiştir (Gypsy Moth Digest 2008). Ayrıca, olumsuz ekolojik ve sosyo-ekonomik etkileri de yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bazı zarar yaptığı meşcerelerde neredeyse %100'e yakın yaprak kayıpları gerçekleşmiştir (Cameron 1986, Hart 1990). Özellikle meşe türlerinin yayılış gösterdiği alanlarda (A.B.D.'nde) halen güneye doğru ilerleyişini

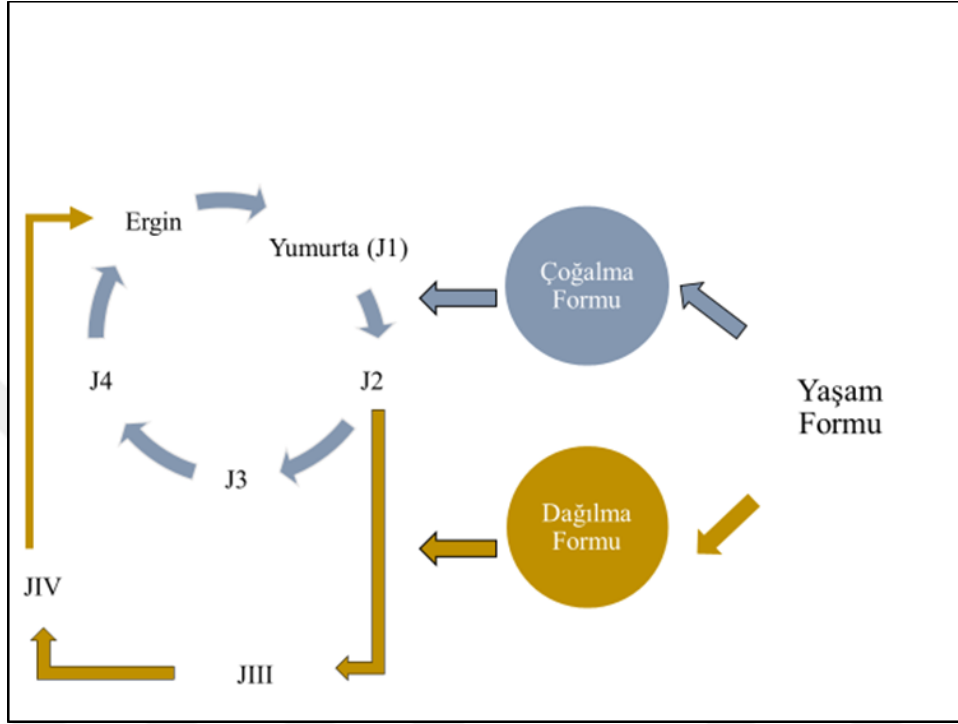
sürdürmektedir. *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae) son yıllarda Avrupa ülkelerini tehdit eden ve EPPO'nun A1 karantina listesinde yer alan Çin, Kore ve Japonya'da doğal yayılış alanına sahip ve yapraklı ağaçlarda zararlı olan istilacı böcek türlerindedir (Li ve Wu 1993, Luo ve Lee 1999). Son yıllarda Çin ile batı ülkeleri arasında ticaretin artmasıyla birlikte larva evresindeki *A. glabripennis* işlenmemiş veya uygunsuz bir şekilde işlenmiş odun hammaddesinin ithal edilmesiyle Avrupa ve Kuzey Amerika'ya giriş yapmıştır (Herard ve diğ. 2009). İtalya'da ve diğer bazı Avrupa ülkelerinde bu zararlının tespiti, yakalanması ve mücadelesi konusunda çalışmalar yürütülmektedir (Maspero ve diğ. 2007, Favaro ve diğ. 2013, Faccoli ve diğ. 2015, Faccoli ve Gatto 2016).

Orman ekosistemlerinde son derece zararlı olan canlılardan biri de Çam Odun Nematodu (ÇON) *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner ve Buhner 1934; Nickle 1970)'tur. *B. xylophilus*, özellikle *Pinus* (L.) cinsinden iğne yapraklı türlerde zarar yapan ve Çam Solgunluk Hastalığına (ÇSH) neden olan organizma olarak kabul edilmektedir. ÇSH'nin epidemi meydana getirmesi için hassas bir konukçu, etkin vektör bir böcek, uygun iklim koşulları ve ÇON'nun bir arada bulunması gerekmektedir. Kuzey Amerika'nın yerli türü olarak bilinen *B. xylophilus*, Kuzey Amerika'nın doğal çam türlerinde yaşamakta ve genellikle bir zarara neden olmamaktadır (Sutherland ve Peterson 1999). ÇSH'nin Kuzey Amerika'daki etkisi süs bitkisi olarak veya ticari amaçla kullanılan egzotik ve hassas çam türlerinde görülmüştür (Dwinell ve Nickle 1989). *B. xylophilus* ilk defa 1905 yılında Japonya'nın Kyushu adasında tespit edilmiştir (Yano 1913). *Bursaphelenchus* sp.'nin ÇSH'na neden olan organizma olduğu 1971'de *Pinus* spp. ile yapılan patojenlik testi çalışmalarında ispat edilmiştir (Kiyohara ve Tokushige 1971). Tarihsel süreç içerisinde *B. xylophilus* 1982 yılında Çin'in Nanjing şehrinde *Pinus thunbergii* Parl. türünde bulunmuştur (Cheng ve diğ. 1983). Bir sonraki yıl *Monochamus* (Megerle in Dejean 1821) cinsi böceğin yumurta koymasında *B. xylophilus*'un konukçu ağaca bulaştığı rapor edilmiştir (Wingfield ve Blanchette 1983). Amerika ve Kanada'dan Finlandiya'ya ithal edilen çam odunlarında da 1984 yılında *B. xylophilus* bulunmuştur (Rautapää 1986). Tayvan'da 1985'de *Pinus luchuensis* (Mayr) ve *P. thunbergii* türlerinde tespit edilmiştir (Tzean ve Jan 1985a, Tzean ve Jan 1985b). *B. xylophilus* Güney Kore'nin Busan şehrinde 1989 yılında *Pinus densiflora* (Siebold & Zucc.) ve *P. thunbergii* türlerinden rapor edilmiştir (Yi ve diğ. 1989). Meksika'da 1993 yılında *Pinus estevezii* (Martínez J. P.) Perry türünde bulunmuştur (Dwinell 1993).

Amerika ve Asya kıtasındaki varlığına ilave olarak ÇON'nun Avrupa kıtasından ilk kaydı, Portekiz'deki Setubal Yarımadasında bulunan *Pinus pinaster* (Aiton 1789)'lerde tespit edilerek gerçekleştirilmiştir (Mota ve diğ. 1999). Son olarak, Portekiz'de 2013 yılında yapılan sörvey çalışması sırasında kurumakta olan *Pinus nigra* (J. F. Arnold) ağaçlarında yoğun bir şekilde *B. xylophilus* (10gr odun talaşı içinde 5000 adet) bulunmuştur. Aynı ağaçlardan *Monochamus galloprovincialis* (Olivier)'in çıkış delikleri de tespit edilmiştir (Inacio ve diğ. 2014). Bu kayıt ile nematod Avrupa kıtasında ilk defa *P. nigra*'dan izole edilmiştir. Nematodun ve hastalığın Portekiz'de yaygın olarak bulunması, sınır komşusu olan İspanya'da da sörvey çalışmalarının yapılmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalar neticesinde Galiçya bölgesinde ülke yüzölçümünün %40'ından fazlasını oluşturan *P. pinaster* sahalarında *B. xylophilus*'un varlığı tespit edilmiştir (Abelleira ve diğ. 2011). Bir başka çalışmada, Portekiz'e sınır üç farklı bölgede *P. pinaster* ve *P. nigra* sahalarında nematod zararı olduğu belirlenmiştir. İspanya'nın Portekiz sınırına 30 km uzaklıkta bulunan Kastilya bölgesinde yaklaşık 67 ha alanda yayılış gösteren 40 yaşındaki *P. pinaster* ve *Pinus radiata* (D. Don) ağaçlarında ÇON'nun varlığına rastlanılmıştır. Böylelikle *B. xylophilus* İspanya'dan *P. radiata* türü üzerinde ilk defa rapor edilmiştir (Zamora ve diğ. 2015).

ÇSH'nın ana bileşeni *B. xylophilus*'un biyolojisi, vektör böcek olan *Monochamus* türlerinin gelişimi ile eş zamanlıdır. Nematodlar genellikle böceğin trake sisteminde taşınmaktadır (Enda 1994, Aikawa ve Togashi 2000). Nematod uygun şartlar altında uygun konukçuya yerleştiğinde, ağacın birkaç ay içerisinde ölümü gerçekleşebilir. ÇON'nun sebep olduğu konukçu ölümü, son derece hassas konukçu türlerin var olması ve yüksek sıcaklık koşullarına bağlıdır (Yang 2004). Konukçu ağacın ölümünden sonra nematodlar ağaçta yaşayan çeşitli funguslar ile beslenir ve üremeye devam ederler (Kobayashi ve diğ. 1974, Kobayashi ve diğ. 1975, Fukushige 1991, Kuroda ve Ito 1992). Laboratuarda fungus kültürlerinde saklanabilen *B. xylophilus*'un üremesi 15°C de 12 günde, 20°C 6 günde, 30°C ise 3 günde gerçekleşir (Futai 1980). Nematodun, 25°C sıcaklıkta 26-32 saat sonra yumurtadan çıkan bireyleri 4 gün sonra yumurta koymaya başlarlar. Nematodun gelişmesi için alt sınır sıcaklık değeri ise 9,5°C'dir (Futai 1980). *B. xylophilus* çoğalma ve dağılma formu olmak üzere iki farklı yaşam döngüsüne sahiptir (Wingfield 1983). Her iki durumda da nematodlar bir konukçudan diğerine *Monochamus* türleri ile taşınır ve her iki formda da, J1 ve J2 evreleri ortaktır. Çoğalma formu diri odunda meydana gelir. Nematod; yumurta, dört larva (juvenil) ve

ergin evre olmak üzere toplamda altı yaşam evresine sahiptir. Uygun sıcaklık, nem ve besin bulunması durumunda yumurtadan ergin oluncaya kadar geçen süre yaklaşık 4-5 gündür. İlk evre yumurta içerisinde tamamlanır ve yumurtadan çıkan larvalar (J2) deri değiştirerek sırasıyla diğer aşamaları tamamlarlar (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. *B. xylophilus*'un yaşam döngüsü.

Üçüncü evrede iki durum söz konusudur. Birinci durumda, üçüncü dönem (J3) larvaları deri değiştirerek dördüncü döneme (J4) geçer ve buldukları konukçu ağaç içerisinde kalarak birer ergine dönüşürler. Ancak nematodun bulunduğu konukçudaki koşullar popülasyonun gelişimi ve çoğalması için elverişli değil ise (yüksek/düşük nem, besin eksikliği gibi) nematod, JIII ve JIV olarak sembolize edilen dağılma formunu tercih eder

Dağılma formunda *Monochamus* larvaları kambiyumda gelişir ve pupa beşiği yapmak için odunun içine doğru tüneller açar. Pupa gelişirken dağılma formundaki üçüncü dönem larvalar (JIII) pupanın salgıladığı maddelerin etkisi altında pupa beşiği (odacığı) etrafında toplanmaya başlar (Mamiya 1983). Ergin böcek çıkacağı zaman nematodlar dördüncü larval (JIV) evreye geçmek için deri değiştirir ve pupa beşiğinin (odasının) etrafını saran fungusun ucunda toplanmaya başlarlar. Erginleşmeye başlayan böcek bu fungus ile temas ettiğinde nematodlar toplanır ve böceğin kanat örtüsü altına yerleşerek

trake sistemine girer (Enda 1994). Yeni konukçuya gelen nematod larvaları 48 saat içerisinde deri değiştirerek ergin hale gelirler. Daha sonra nematodlar yeni sağlıklı konukçuya böceğin beslenmek için tepe tacındaki sürgünlerin kabuklarında açmış olduğu yaralardan; (Mamiya ve Enda 1972, Linit 1988, Linit 1990, Yang ve diğ. 2002) sağlıklı, zayıf düşmüş, yeni kesilmiş konukçu ağaçlara ise kabukta yumurta koymak için açtığı yarıklardan girmek suretiyle bulaşırlar (Wingfield ve Blanchette 1983, Edwards ve Linit 1992, Arakawa ve Togashi 2002). Erginleşen böcekler sağlıklı çamlara giderek kabuk üzerinde beslenir. Böceğin olgunluk yiyimi yaptığı esnada DIV'ler böcekten ayrılarak bu yaralardan içeri doğru giriş yapar (Kobayashi ve diğ. 1984). Nematodların bu göçü 10 ile 40 gün arasında tamamlanır. Elverişli iklim şartlarında, uygun konukçu bitki türünde nematodlar hızlı bir şekilde bitkinin parankim hücrelerinde çoğalarak (Togashi ve Sekizuka 1982) kambiyum ve ksileme geçerler. ÇSH'nın oluşması ve yayılma potansiyeli açısından nematodun bu yolla yeni konukçu ağaçlara bulaştırılması önem arz etmektedir. Ölmüş ya da ölmekte olan ağaçlarda hem nematodun beslendiği hem de vektör böceğin yumurta koymak ya da beslenmek için cezbedildiği mavi çürüklük fungusu (genelde *Ceratocystis* (Ellis ve Halst. 1890) cinsine ait) kolonisi bulunur (Fauziah ve diğ. 1987, Togashi 1989).

*B. xylophilus*'un konukçuları arasında *Pinus bungeana* (Zucc. ex Endl.), *P. densiflora*, *Pinus echinata* (Mill.), *P. luchuensis*, *Pinus massoniana* (Lamb.) ve *P. thunbergii*, *P. nigra*, *Pinus palustris* (Mill.), *P. pinaster*, *Pinus strobus* (L.), *Pinus sylvestris* (L.) yer almaktadır (EPPO/CABI 1997, Diekmann ve diğ. 2002, Ryss ve diğ. 2005). *Pinus* cinsi dışındaki iğne yapraklı türlerden Atlas sediri, Himalaya sediri (*Cedrus* spp. Trew), Amerika melezi, Avrupa melezi (*Larix* spp. Philip Miller) ve Balsam göknarı (*Abies* spp. Mill.) *B. xylophilus*'un konukçu türleri arasında yer almaktadır (Robbins 1982, Bowers ve diğ. 1992). Ayrıca Amerika'da Mavi ladin (*Picea pungens* Engelm.) ve Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) türlerinin de nematod zararına maruz kaldığı rapor edilmiştir. (Malek ve Appleby 1984).

*B. xylophilus*'un yeni konukçulara taşınmasını sağlayan *Monochamus* cinsine ait vektör böcekler sadece yeni kesilmiş veya stres altındaki ağaçlara yumurta bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvaların odunun içinde galeriler açmak suretiyle meydana getirdikleri oluşumlar, odunda ekonomik kayba neden olur. *Monochamus* türlerinin *B. xylophilus*'un vektörü olması sadece Kuzey yarımkürede meydana gelen bir olaydır.

Doğu Asya ülkelerinde (Çin, Japonya, Güney Kore ve Tayvan) *B. xylophilus*'un asıl vektörü *Monochamus alternatus* (Hope 1842)'tur (Mamiya ve Enda 1972, Yi ve diğ. 1989, Chang ve diğ. 1995, Yang 2004). Avrupada ise *M. galloprovincialis* nematodun vektörü olarak tespit edilmiştir (Sousa ve diğ. 2001). Kuzey Amerika'da *B. xylophilus*'un vektör böcekleri *Monochamus carolinensis* (Olivier 1792), *Monochamus mutator* (Le Conte in Agassiz 1850), *Monochamus scutellatus* (Say 1824) ve *Monochamus titillator* (Fabricius 1775)'dur (Dropkin ve diğ. 1981, Linit 1988, Edwards ve Linit 1992, Akbulut ve Stamps 2012); bunların içerisinde en etkin olan *M. carolinensis*'tir. Coleoptera takımının Cerambycidae familyasına dahil bazı böcekler ile (*Acalolepta* (Pascoe 1858), *Acanthocinus* (Megerle in Dejean 1821), *Amniscus*, *Arhopalus* (Serville 1834), *Asemum* (Eschscholtz 1830), *Rhagium* (Fabricius 1775), *Spondylis* (Fabricius 1775), *Uraecha* (Thomson 1864), *Xylotrechus* (Chevrolat 1860) Buprestidae familyasından *Chrysobothris* (Eschscholtz 1829) cinsi ve Curculionidae familyasından da *Hylobius* (Germar 1817), *Pissodes* (Germar 1817) cinslerinin vücutlarında *B. xylophilus*'u taşıdığı rapor edilmiştir. Ancak vektör böcek olarak rollerinin araştırılması gerektiği de bu raporlarda vurgulanmaktadır (Ryss ve diğ. 2005).

*B. xylophilus*'un konukçu bitkiler arasındaki yayılması vektör böceğin aktivitelerine bağlıdır. Bazı *Monochamus* bireylerinin uzun mesafelere uçabildikleri ancak çoğunluğunun uçuş mesafesinin ortalama birkaç yüz metre ile sınırlı olduğu rapor edilmiştir (Kobayashi ve diğ. 1984). ÇSH'nın yayılma mesafesini; her yıl böcekli ve nematodlu odun materyallerinin farklı ülkelere taşınma durumu söz konusu olmadığı durumlarda, böceğin ilerleme mesafesi büyük oranda sınırlamaktadır (Takasu ve diğ. 2000). Nematod bulaşmış ambalajlı odun ürünleri, keresteler, yuvarlak odunlar, biçilmiş ahşap ürünler ve talaşların ülkeler arası taşınması *B. xylophilus*'un ülkeler ve kıtalar arasında yayılmasının en önemli yoludur (Rautapää 1986, Braasch ve diğ. 2001, Gu ve diğ. 2006).

ÇON'nun patojenliği üzerine yapılan pek çok çalışmada ÇSH'nın sadece *B. xylophilus*'tan kaynaklanmadığı ilave olarak enzimler, fitotoksinler, kimyasallar, nematod tarafından üretilen toksinler, konukçu ağaç veya bakterilerle ilişkili olabileceği de öne sürülmüştür (Li 2008). *Bacillus* (Cohn 1872) (Kawazu ve diğ. 1998), *Pseudomonas* (Migula 1894) (Oku ve diğ. 1980, Hong ve diğ. 2002, Han ve diğ. 2003), *Xanthomonas* (Dowson 1939) (Higgins ve diğ. 1999b) ve *Pantoea* (Gavini ve diğ. 1989)

(Hong ve diğ. 2002, Han ve diğ. 2003) gibi çeşitli bakteri cinslerinin *B. xylophilus* ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kusonoki 1987, Zhao ve diğ. 2000). Nematod bulaşmış ağaçlarda *Pseudomonas* ve *Pantoea* bakterileri mevcut iken, nematod bulaşmamış ağaçlarda bu bakterilerin bulunmadığı gözlemlenmiştir (Hong ve diğ. 2002, Han ve diğ. 2003). Rusya’da yapılan bir çalışmada 25 adet *Bursaphelenchus mucronatus* (Mamiya ve Enda 1979) izolatından 20 adet bakteri türü teşhis edilmiştir. Yukarıda adı geçen bakteri cinslerine ilave olarak *Serratia* (Bizio 1823), *Burkholderia* (Yabuuchi ve diğ. 1993) ve *Stenotrophomonas* (Palleroni ve Bradbury 1993) cinsleri de nematoddan izole edilen bakterilerdendir. Ayrıca *Pseudomonas brenneri* (Baida ve diğ. 2001) ve *Pseudomonas fluorescens* (Flügge 1886) türleri de *Monochamus urussovi* (Fischer 1806)’den izole edilen nematod larvalarında (JIV) bulunmuştur (Arbuzova ve diğ. 2016).

*B. xylophilus* tarafından üretilen selüloz enzimi, konukçu bitkinin hücre duvarını ve hücre çeperini yok ederek reçine akışını azaltır. Trake hücrelerinin içerisine giren nematod su iletimini bozar ve bitkinin ölmesine neden olur (Yamamoto ve diğ. 1986). Proteaz, peroksidaz ve amilaz enzimlerinin de *B. xylophilus* tarafından salgılandığı ve nematod bulaşmasından sonra hastalığın ilerlemesinde önemli rol oynadıkları tespit edilmiştir (Yan ve Yang 1997). *Bursaphelenchus* cinsleri tarafından salgılanan kitinaz enziminde nematodun patojenik özelliği üzerinde etkili olduğu ileri sürülmüştür (Higgins ve diğ. 1999a). Hastalığın gelişmesinde terpenlerin önemli rol oynadığı ileri sürülmüştür. *B. xylophilus* enfeksiyonundan sonra ksilemdeki uçucu terpen konsantrasyonunun artmasıyla beraber su iletimi kesilir ve kavitasyon (boşluklar) meydana gelir (Kuroda 1989, Kuroda ve diğ. 1991).

ÇSH’nın belirtilerini erken safha ve gelişmiş safha olmak üzere iki aşamada ele almak mümkündür. Erken evrede ksilem parankimasında hücrel değişimler meydana gelir. Birçok trakeid damarlarında tıkanma ve kavitasyon meydana gelir. Ayrıca vasküler sistemin iletiminde işlev bozukluğu meydana gelir. Gelişmiş safhada ise ÇSH’nın ağaç üzerindeki belirtilerinden biri olan reçine akışında azalma meydana gelir. *B. xylophilus* tasallutuna uğramış ağaçlara dışarıdan bakıldığında yaprakların sararması, solması veya reçine akışının azalması gibi belirtiler gözlemlenmeyebilir. Dolayısıyla sağlıklı ağaçlardan nematod bulaştığı halde hastalık semptomlarını göstermeyen ağaçları ayırt etmek için bireylerin fizyolojik durumları takip edilmelidir (Melakeberhan ve diğ.

1992).

Reçine, Pinaceae (Lindley 1836) familyası tarafından bol miktarda sentezlenen bir maddedir (Philips ve Croteau 1999). Uçucu bileşenlerin (monoterpenler ve seskiterpenler) değişken bir kısmı ile asidik ve nötr diterpenlerin bir karışımıdır (Langenheim 2003). Reçine ksilemde özelleşmiş epitel hücreler tarafından üretilir ve köklerde, gövdede, iğne yapraklı ağaçların kozalaklarında ve yapraklarında düşey reçine kanallarında depo edilir (Esau 1965). Bu bileşenler ise hem genetik hem de çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir (Koricheva ve diğ. 1998, Latta ve diğ. 2003). Reçine bileşenleri zararlı istilasına karşı iğne yapraklı türlerin savunma sisteminde son derece önemlidir (Philips ve Croteau 1999, Keeling ve Bohlmann 2006). Aynı zamanda yaralara karşı da savunma mekanizması görevi üstlenirler (Nault ve Alfaro 2001). Böcek saldırılarına veya fungal hastalıklara maruz kalan iğne yapraklı türlerin gövdelerinden sızan reçine, aslında ağaçların doğal savunma mekanizmasıdır. Hastalığın ilerleyen safhalarında reçine miktarındaki azalmaya ilave olarak kambiyum ölür, ksilemin dışındaki büyük bir kısımda kaviteasyon meydana gelir. Yapraklardaki fotosentez ve transpirasyon azalır. Yaprak dokularından elektrolit sızıntısı ve benzoik asit üretimi meydana gelir. Su stresinin başlamasıyla birlikte nematod popülasyonunda fark edilir bir artış meydana gelir. Özetle hastalığın ilk evresinde nematod reçine kanalları boyunca ilerler ve reçine kanallarının etrafındaki epitel hücreleri tahrip eder. Daha sonra nematodlar öz ışınlarından trakelere doğru hareket eder. Ağaçlarda savunma mekanizması olarak kullanılan reçine akışının azalması neticesinde, iğne yapraklardaki sararma ve solma yoğunluğu gözle görülür şekilde artar ve böylece ağaçlar ergin böcekler tarafından çiftleşmek amacıyla kullanılacak uygun bir konukçu haline gelir. Nematod bulaştıktan sonra çevre koşullarının uygun olması durumunda ağaç yaklaşık olarak 30-40 gün içerisinde ölür ve ağacın kök, gövde ve dallarının tamamında bulunan nematod sayısı milyonlarca olabilir (Mamiya 1972).

Yapılan patojenlik çalışmalarının bazılarında reçine miktarında zamana bağlı olarak meydana gelen değişimler ÇSH'ni değerlendirmek için kullanılan bir araç haline gelmiştir (Oda 1967). Yapılan çalışmalarda reçine akışının değerlendirilmesinde farklı yöntem ve sınıflandırma şekilleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerden birinde göğüs yüksekliği hizasında kabuğun içine yerleştirilen bir raptiye yardımıyla reçine akışı ölçülmüştür. Yapılan ölçümde reçine sızıntısı 0 ile 4 arasında sınıflandırılarak



değerlendirilmiştir (Futai 2003). Bir başka çalışmada ise reçine akışı 1 ile 4 arasında bir sınıflandırma yapılarak ölçülmüştür (Ikeda ve diğ. 1990). Reçine akış yöntemlerinden bir diğeri de 1994 yılında Lorio tarafından tanımlanan yöntemin değiştirilmesiyle geliştirilmiştir. Bu yöntemde, ağacın yerden 0,5 m kadar yüksekliğindeki dış kabuk kısmı traşlanarak etil alkolle sterilize edilmiştir. Ucu kare şeklinde, dişli ve yaklaşık 1 cm<sup>2</sup> alanı kaplayan metal tüp floeme doğru yerleştirilmiş ve altına reçinenin toplanacağı santrifüj tüp bağlanmıştır. Tüpler günlük toplanmış ve ağırlıkları ölçülerek reçine miktarları değerlendirilmiştir (Warren ve diğ. 1999). Oda (1967) tarafından geliştirilen, Mamiya (1972), Kobayashi (1978) ve Linit ve Tamura (1987) tarafından kullanılan reçine ölçüm yönteminde reçine akışı 5 kategoriye ayrılmıştır (Çizelge 1.1).

**Çizelge 1.1.** Reçine akışı sınıflandırma sistemi.

Reçine Akışı	Açıklaması
1	Reçine sızıntısı yok, diri odun kuru ve rengi değişmiş
2	Reçine damlacıkları yok ya da çok küçük reçine damlacıkları var, diri odun nemli
3	Diri odunda az miktarda reçine birikmesi var
4	Yaranın alt kısmında fazla miktarda reçine birikmesi var
5	Yaranın üzerinden fazla miktarda reçine akışı var

Oda'ya göre kategori 4 ve 5 normal reçine akışının göstergesi olarak kabul edilmiştir. Diğer 3 kategori normal olmayan reçine akışını göstermektedir. Bu da nematodun ağaç üzerinde etkili olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

*Bursaphelenchus* türlerinin patojenlikleri üzerine farklı ülkelerde yapılan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar özellikle belirli yaştaki fidanlarla gerçekleştirilmiştir. Kore'de sera koşullarında 3 ile 6 yaş arasında ki *P. densiflora*, *P. thunbergii*, *Pinus virginiana* (Mill.), *Pinus echinata* (Mill.), *Pinus koraiensis* (Siebold ve Zucc.) türlerinin ve *P. thunbergii* × *P. massoniana* (Lamb.) ve *Pinus* × *rigitaeda* (Kartesz ve Gandhi) hibritlerinin nematoda olan duyarlılıklarını değerlendirmek ve başlangıçta meydana gelen semptomları (hastalık belirtilerini) kıyaslamak için 100, 1000 ve 10000 adet *B. xylophilus* aşılantısı kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda fidanların ölümleri ile aşılantı sayısı arasında ilişki saptanmamıştır. Aşılantıdan 83 gün sonra aşılantı fidanların sadece 8 tanesi (4 er tane *P. echinata* ve *P. × rigitaeda*) canlı kalmıştır (Woo ve diğ. 2008). Yunanistan'da 3 yaşındaki *Pinus brutia* (Tenore), *Pinus*

*halepensis* (Miller), *P. nigra*, *P. pinaster* ve *P. sylvestris* fidanları üzerinde *Bursaphelenchus sexdentati* (Rühm 1960), *Bursaphelenchus leoni* Baujard ve *Bursaphelenchus hellenicus* Skarmoutsos ve diğ. 1998'un patojenliğini belirlemek için yapılan çalışmada her bir fidan için 6000 adet nematod kullanılmıştır. *B. sexdentati*'nin fidanların tamamında etkili olduğu görülmüştür (Skarmoutsos ve Michalopoulos 2000). Almanya'da *P. sylvestris* ve *Picea abies* (L. H. Karst.) fidanlarına *B. mucronatus* aşılansarak patojenlik testi gerçekleştirilmiştir. *P. sylvestris* fidanlarının yaklaşık %60'ının tepelerinin kuruduğu gözlemlenmiştir. Ortalama 1000 adet nematod kullanılarak gerçekleştirilen aşılama testi sonunda fidanların %10'u kurumuştur. *P. abies* fidanlarında nematod popülasyonunun aşılama yerine yakın bölgelerde geliştiği gözlemlenmiştir. Ladin fidanları nematod istilasını herhangi bir kuruma belirtisi göstermeden büyük ölçüde tolere edebilmişlerdir (Braasch 1996).

*B. xylophilus*'un patojenliğini belirlemeye yönelik doğal orman ekosistemlerinde yapılan çalışma sayısı son derece sınırlıdır (Oda 1967, Mamiya 1972, Kobayashi 1978, Linit ve Tamura 1987). Amerika'nın Missouri eyaletinde *P. sylvestris*'lerden izole edilen 25000 ve 34000 adet *B. xylophilus* yaklaşık 20 yaşındaki *P. echinata*, *Pinus banksiana* (Lamb.), *P. sylvestris* ve *P. strobus* türlerine doğal ortamda aşılansmıştır. Her bir tür için eşit sayıda ağaç kontrol grubu olarak ayrılmış ve saf su aşılansmıştır. Nematod aşılandıktan 4 ay sonra 15 adet *P. sylvestris*'in 9'u ölmüştür. *P. strobus* ve *P. echinata* türlerinden birer adet kuruma meydana gelmiştir. *P. banksiana*'larda ise kuruyan birey olmamıştır (Linit ve Tamura 1987). Bir başka çalışmada Japonya'da doğal koşullar altında 26 yaşındaki *P. densiflora* türüne *B. mucronatus* ve *B. xylophilus* aşılansmıştır. *B. mucronatus* konukçu üzerinde patojen değilken, *B. xylophilus*'un aşılansmış bireyler üzerindeki öldürme oranı yüksek çıkmıştır. Daha sonra *B. mucronatus* 6 aylık *P. thunbergii* fidanlarına aşılansmıştır. Aşılamanın ardından parankima hücrelerinin nematod tarafından şiddetli yıkıma uğratılması sonucu fidanların öldüğü gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda *B. mucronatus*'un canlı odun dokusu içindeki parankima hücreleriyle beslenebildiği ve 1 yaşın altındaki fidanları öldürebildiği görülmüştür (Mamiya 1998). Japonya'da 2006 yılında yapılan bir diğer çalışmada, on yaşındaki *P. thunbergii* bireyelerine 3 adet farklı *B. xylophilus* izolatu (*B. xylophilus* S10, *B. xylophilus* C14-5, *Bursaphelenchus* sp. NK224) ve *B. mucronatus*, *Bursaphelenchus doui* (Braasch ve diğ. 2005), *Bursaphelenchus luxuriosae* (Kanzaki ve Futai 2003) ve *Bursaphelenchus conicaudatus* (Kanzaki ve diğ. 2000) türleri

aşılacaktır. Çalışma kapsamında *Bursaphelenchus* sp. NK224 izolatından 10000 adet diğer izolatlardan ise 20000 adet kullanılmıştır. Aşılacak ağaçlarda 2007 yılına kadar yılda bir ya da iki kez olmak üzere toplamda 20 kez solgunluk belirtileri gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonunda ağaçlar kesilmiş ve bu kesilen yüzeylerden reçine akışı incelenmiştir. *B. xylophilus* S10 ile aşılacak üç *P. thunbergii* ağacında reçine akışı azalmış ve bir müddet sonra ağaçların ölümü gerçekleşmiştir. *B. xylophilus* C14-5 izolatı ile aşılacak üç ağaçta reçine akışı azalmış ancak bir süre sonra normale dönmüştür. *B. mucronatus*, *B. doui*, *B. luxuriosae* ve *B. conicaudatus* nematodları ile aşılacak ağaçlarda reçine akışında azalma olmamış ve hastalıkla ilgili herhangi bir dış belirtiler gözlemlenmemiştir (Maehara ve diğ. 2011).

*B. xylophilus*'un *Larix kaempferi* (Lamb. Carr.) türü üzerindeki patojenliği de fidanlık koşullarında test edilmiştir. *B. xylophilus* solüsyonları fidanlıkta 2 ve 3 yaşlarındaki *L. kaempferi* ve *P. thunbergii* fidanlarına aşılacaktır. Uygulama sonrasında her iki türün de *B. xylophilus*'a karşı hassas oldukları gözlemlenmiştir. Hastalığın gelişimi her iki türde de benzer şekilde ilerlemiştir. Ölen fidanlardan izole edilen nematod miktarı *L. kaempferi* türünde *P. thunbergii*'ye göre daha az olarak tespit edilmiştir. Histopatolojik gözlemler, ölen *Larix* fidanlarında nematodların dağılımının çoğunlukla kabuk, floem ve kambium bölgeleriyle sınırlı olduğunu ortaya koymuştur (Mamiya ve Shoji 2009).

Türkiye, coğrafik konumu, konukçu ağaç türlerinin yaygınlığı, vektör böceklerin varlığı ve iklim özellikleri açısından muhtemel bir bulaşma durumunda zararlının yayılması için son derece elverişli koşullara sahiptir. Ülkemizin özellikle Asya ve Avrupa arasında bir köprü konumunda olması nematodun ülkemize girme olasılığını artırmaktadır. Küresel ticaretin ve ülkeler arasında orman ürünleri ithalat ve ihracatının artması da Türkiye'ye ÇSH'nın bulaşma riskini artırmaktadır. Türkiye, eksik olan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak amacıyla Kuzey Amerika, Avrupa, Bağımsız Devletler Topluluğu ve bazı Uzakdoğu ülkeleriyle ithalat gerçekleştirmektedir. 1997 yılı rakamlarına göre ithal edilen odun hammaddesi miktarı 1,074,000m<sup>3</sup>'tür (DPT 2001). Ormanlarımızın yıllık toplam üretimi 16-17 milyon m<sup>3</sup> civarındadır (OGM 2006). Türkiye'nin odun hammaddesi talebinin 2020 yılında 40-50 milyon m<sup>3</sup>/yıl olacağı tahmin edilmektedir (Birler 2009). Üretim ile tüketim arasında yaklaşık 12 milyon m<sup>3</sup>/yıl açık olduğu ve bu açığı kavak plantasyonları ve ithalatla karşılandığı belirtilmektedir (Birler 2009). Odun hammaddesi arzı ve talebi arasındaki açık gün

geçtikçe büyümekte ve büyümeye de devam edecektir (Birler 1995). Türkiye'nin ithalat yapan bir ülke olması ÇON'nun ülkemize giriş riskini arttırmaktadır. Türkiye yaklaşık olarak 78 milyon hektar yüzölçümüyle ekocoğrafya bakımından zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Büyüklüğü 21 milyon ha olan ormanlar, ülke yüzölçümünün %27,6'sını oluşturmaktadır (OGM 2014). İğne yapraklı türler ise bu alanın %54'ünü kaplamaktadır. Türkiye'de doğal çam türlerinden *P. brutia*, *P. nigra* ve *P. sylvestris* yaklaşık 10,9 milyon ha alanda yayılış göstermektedir. Ülkemizde çam türlerinin bu kadar geniş alanda yayılış göstermesi ÇON'nun hassas konukçu sayısını artırmaktadır. *B. xylophilus*'un ülkemiz için tehlike arz etmesinin bir diğer nedeni de vektör böcek *M. galloprovincialis*'in varlığıdır. Daha önce Türkiye'nin farklı bölgelerinden rapor edilen bu türün (Çanakçıoğlu ve Mol 1998, Özdikmen ve diğ. 2005) sadece ülkemizdeki genel dağılımı ve bazı morfolojik özellikleri hakkında bilgiler bulunmaktadır.

*B. xylophilus*'un ülkemiz için bir tehdit unsuru olma nedenlerinden biri de iklim şartlarının nematodun gelişmesi için oldukça elverişli olmasıdır. Ülkemizde 1970 ve 2015 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık değerleri Haziran ve Eylül ayları arasında 20°C'nin üzerinde olmuştur (Taştan ve Yılmaz 2015). Yüksek sıcaklıklar (20°C'nin üzerinde) ÇSH'nin gelişmesi için son derece önemlidir. Sıcaklıkların en az 8 hafta süreyle 20°C'nin üzerine çıkmasıyla nematoda karşı savunmasız olan çam ağaçlarının sayılarının artacağı ifade edilmiştir (Braasch ve Enzian 2004).

Yukarıda ifade edilen gerekçeler ve riskler nedeniyle Türkiye'de ÇSH ve bileşenleri hakkındaki çalışmalar 2000'li yılların başında başlatılmıştır. Öncelikle, *B. xylophilus*'un varlığının tespitine yönelik sorveyler yürütülmüş ve halen devam etmektedir. Gümüze kadar yapılan çalışmalarda *B. xylophilus*'a rastlanılmamış ancak farklı *Bursaphelenchus* türlerinin varlığı belirlenmiştir. *P. nigra* ve *P. sylvestris* türlerinden *B. mucronatus*, *P. nigra*'dan *Bursaphelenchus pinophilus* (Brzeski ve Baujard 1997), *P. pinaster*'den *B. sexdentati*, *P. sylvestris*'ten *Bursaphelenchus vallesianus* (Braasch ve diğ. 2004), *P. brutia*'dan *Bursaphelenchus anamurius* (Akbulut ve diğ. 2007b) (Akbulut ve diğ. 2006, Akbulut ve diğ. 2007b, Akbulut ve diğ. 2008), *Abies cilicica* (Antoine et Kotschy Carriere) ve *P. brutia*'dan ise *Bursaphelenchus andrassyi* (Dayı ve diğ. 2014) izole edilmiştir (Dayı ve diğ. 2014).

Vektör böcek *M. galloprovincialis*'in üreme kapasitesi ve popülasyon dinamiğinin belirlenmesi konusunda bazı projeler laboratuvar koşullarında yürütülmüştür (Akbulut ve

Linit 1999a, Akbulut ve Linit 1999b, Akbulut ve Linit 1999c, Akbulut ve diğ. 2004, Akbulut ve diğ. 2007a, Akbulut ve diğ. 2008, Akbulut 2009).

Ülke genelinde yapılan sörvey çalışmalarında *B. mucronatus* türünün farklı bölgelerde yayılışı tespit edilmiştir. *B. mucronatus*, *B. xylophilus*'a hem morfolojik hem de biyolojik özellikler açısından en yakın türdür. *B. mucronatus*'un yayılış gösterdiği alanlar, *B. xylophilus*'un da gelişmesine ve yayılmasına uygun alanlar olarak kabul edilmelidir. Türkiye'de ilk defa 2005 yılında kurumuş olan bazı çam ağaçlarından izole edilen *B. mucronatus* türünün patojenliğini belirleyebilmek adına *P. brutia*, *P. nigra* ve *P. sylvestris* fidanları kullanılarak sera koşullarında patojenlik testi yapılmıştır (Akbulut ve diğ. 2007c). Aşılama 1000-1100 adet nematod kullanılmıştır. Kurumalar patojenlik testinin beşinci haftasından itibaren görülmeye başlamıştır. *Pinus sylvestris* fidanlarında kuruma oranı %83, *P. nigra* fidanlarında %47, *P. brutia* fidanlarında ise %7 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda *B. mucronatus*'a karşı en hassas tür olarak *P. sylvestris* belirlenmiştir (Akbulut ve diğ. 2007c). Türkiye'de yapılan bir başka çalışmada sera koşulları altında dört farklı *Bursaphelenchus* türünün (*B. mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. anamurius* ve *B. vallesianus*) üç yaşındaki *P. nigra*, *Pinus pinea* (L.), *P. brutia* ve bir yaşındaki *Cedrus libani* (A. Rich.) fidanları üzerindeki patojenlikleri incelenmiştir. Her bir tür için 0,25 ml distile edilmiş su içerisinde yaklaşık 1000 ( $\pm 100$ ) nematod kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en hassas fidan türü *P. nigra*, en dirençli tür ise *C. libani* olmuştur (Dayı ve Akbulut 2012).

Ülkemizde patojenlik konusunda yapılan çalışmalarda belirli yaşta fidanlar kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Ancak orman ekosistemindeki doğal koşullar altında belirli yaştaki ağaçlar için ülkemizde böyle bir patojenlik çalışması bulunmamaktadır. Ayrıca diğer ülkelerde doğal koşullar altında yapılan çalışma sayısı da son derece sınırlıdır. Önceki yıllarda fidanlar kullanılarak yapılmış olan çalışmalar, nematod türlerinin patojenlik potansiyeli hakkında bizlere bir ön bilgi vermektedir. Fakat, doğal koşulların hakim olduğu ve pek çok değişkenin bulunduğu meşcerelerde nematodun etkisinin farklı olacağı ifade edilmektedir. Ayrıca fidanlarla yapılan patojenlik testlerinin doğal koşullarda hastalığın ortaya çıkışı ve etkisini açıklamada yetersiz kaldığı belirtilmektedir (McNamara 2004). Bu nedenle, patojenlik çalışmalarının tamamen doğal koşulların hakim olduğu orman ekosistemlerinde gerçekleştirilmesi nematodun gerçek patojenlik etkisinin ortaya çıkarılması açısından da önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amaçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür:

- 6 farklı *Bursaphelenchus* türünün seçilen *P. nigra*, *P. sylvestris* ve *P. pinaster* ağaçlarında orman ekosistemi koşulları altında patojenlik potansiyellerinin belirlenmesi
- Kullanılacak olan iki farklı nematod aşılama dozunun nematod türlerinin patojenlik potansiyellerine etkisinin olup olmadığının tespit edilmesi
- Ağaç türlerinden hangisinin nematod türlerine karşı daha dirençli olduğunun belirlenmesi
- Çalışmanın yapıldığı meşcerelerdeki karakteristik özellikler ve iklim faktörlerinin nematod türlerinin patojenlik potansiyeline ve ağaçların hassasiyetine olan etkilerinin araştırılması
- Çalışma ile, Avrupa Birliği'nin diğer ülkeleriyle bu konuda eşgüdümün sağlanması ve karşılıklı bilgi alışverişinin gerçekleştirilmesine devam edilmesi
- Türkiye'de bu konuda eksik olan literatür bilgisinin tamamlanmasına katkıda bulunmaya devam edilmesidir.

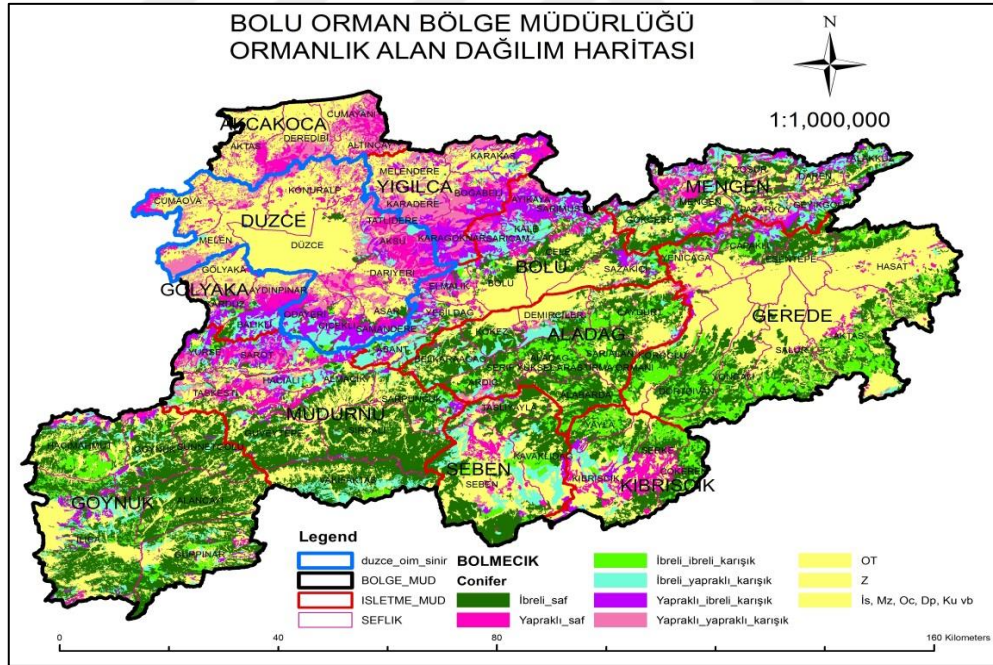
Önerilen bu çalışmada, ülkemiz ormanlarında yayılışı bulunan altı farklı *Bursaphelenchus* türünün (*B. mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. anamurius*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* ve *B. hellenicus*) patojenliklerinin belirlenmesi için, orta yaştaki bireylere (c çağı) sahip ve doğal orman ekosistemi koşullarının bulunduğu *P. nigra*, *P. sylvestris* ve *P. pinaster* meşcereleri kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Patojenlik testi çalışmalarına öncelikle patojenlik çalışmalarının yürütüleceği uygun özellik ve nitelikte meşcerelerin belirlenmesi ile başlanmıştır. Tez çalışması kapsamında yapılan çalışmalar sekiz aşamada gerçekleştirilmiştir.

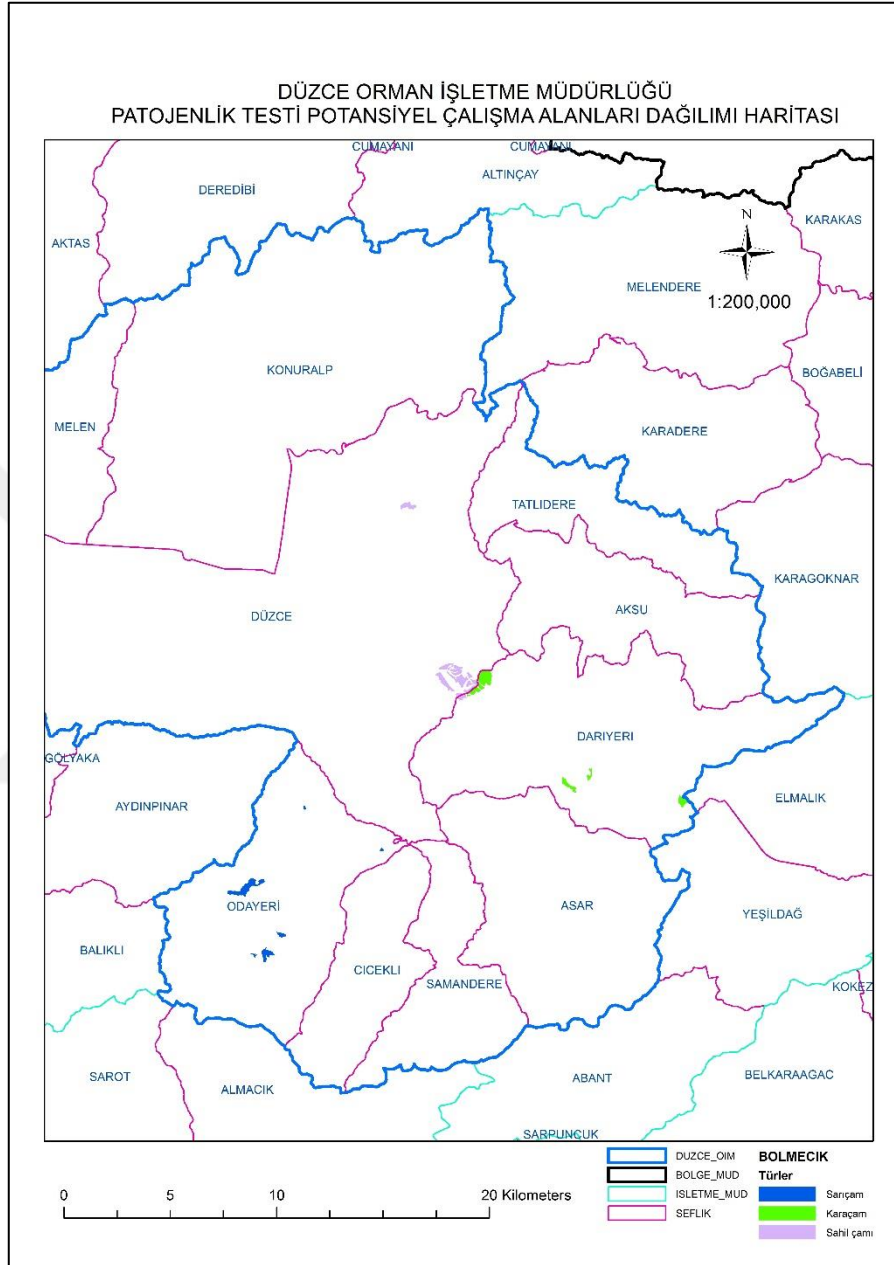
### 2.1. PATOJENLİK ÇALIŞMALARININ YÜRÜTÜLECEĞİ UYGUN ÖZELLİK VE NİTELİKTE MEŞCERELERİN BELİRLENMESİ

Çalışmalara 2015 yılının Mart ayında başlanmıştır. Patojenlik çalışmaları Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki (OİM) ormanlık alanlarda gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Düzce OİM sayısal meşcere tipleri haritası veri tabanı kullanılarak, çalışmanın yürütülmesi için istenilen özelliklere sahip (c gelişim çağında, %70 ve üzeri kapalılığa sahip saf çam meşcereleri) ormanlık alanların sorgulaması işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışma alanının Bolu OBM sınırları içinde yer alan OİM ve OİŞ idari sınırlarını gösterir haritası.

Yapılan bu sorgulama neticesinde, *P. pinaster* (sahilçamı) için Düzce, *P. nigra* (karaçam) için Darıyeri ve *P. sylvestris* (sarıçam) için Odayeri Orman İşletme Şeflikleri (OİŞ) sınırları içinde potansiyel çalışma alanları belirlenmiştir (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** Potansiyel çalışma alanları dağılımı haritası.

Seçilmiş alanların mümkün olduğunca düz veya düze yakın alanlar olmasına özen gösterilmiştir. Böylelikle bakı, eğim ve güneşlenme gibi yetiştirme ortamı özelliklerinden kaynaklanabilecek farklılıkların en aza indirilmesi sağlanmıştır. Seçilen çalışma alanlarının periyodik kontrollerinin düzenli olarak gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlaması amacıyla Düzce il merkezine yakın olan ormanlık alanlardan olmasına özen



gösterilmiştir. Seçilen meşcerelere gününbirlik arazi gezileri düzenlenerek her bir ağaç türü için uygun olan bir meşcere çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 2.3).



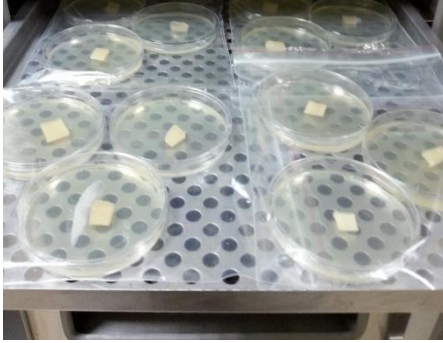
Şekil 2.3. Her bir ağaç türü için belirlenen çalışma alanları a) *P. pinaster*, b) *P. nigra*, c) *P. sylvestris*.

## 2.2. PATOJENLİK ÇALIŞMASI YAPILACAK NEMATOD TÜRLERİNİN YETERLİ SAYIYA ULAŞTIRILMASI AMAÇLI *BURSAPHELENCHUS* ÜRETİM ÇALIŞMALARI

Çalışma kapsamında patojenlik testlerinde kullanılacak altı nematod türü için (*Bursaphelenchus mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. hellenicus*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* ve *B. anamurius*) laboratuarda kültüre alım işlemleri yapılmıştır. Belirlenen iki farklı dozdaki ( $2000 \pm 100/2.5\text{ml}$  ve  $20000 \pm 500/2.5\text{ml}$ ) aşılama solüsyonunun elde edilebilmesi için nematod popülasyonlarının istenilen düzeye ulaştırılması çalışmaları yapılmıştır. Öncelikle laboratuarda mevcut olan *Bursaphelenchus* türlerine ait kültürlerden birer adet petri kap alınarak, nematod çıkarımı yapılmış (Tray yöntemi) ve mikroskop altında nematod sayımı gerçekleştirilmiştir. Böylece her bir türün bir petri

kaptaki ortalama birey sayısı tahmin edilmiştir. Patojenlik çalışmalarında kullanılacak olan iki farklı doz ve aşılacak ağaç sayısına göre her nematod türünden toplam ihtiyaç duyulan birey sayısı ve petri kaptaki kültür sayısı tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ve içinde nematod kültürlerinin bulunduğu petri kap sayısına ulaşmak için laboratuarda steril koşullar altında nematod kültürlerinin arttırılması çalışmalarına başlanılmıştır.

Birinci aşamada patates agarından oluşan besi ortamları petri kaplarda hazırlanmıştır. İkinci aşamada bu besi ortamlarına nematodların beslendiği gri küf çürüklüğü mantarı (*Botrytis cinerea* Pers 1794) aşılansmış ve mantarın gelişmesi için iklimlendirme dolabında sabit koşullar altında beklenmiştir (Şekil 2.4). Üçüncü aşamada mantarın tamamen geliştiği petri kaplara aşılama çalışmalarında kullanılacak olan 6 farklı *Bursaphelenchus* türüne ait laboratuvar kültürlerinden yeterli miktarda nematod alınarak aşılansmış ve iklimlendirme dolabında (25°C sıcaklık, %55 nem) inkübasyona tabi tutulmuştur. Bu işlemler herbir nematod türünden yeterli sayıda (100 adet ve üzeri sayıda petri kap, nematod türüne göre farklılık göstermiştir.) petri kaplarda nematod kültürü elde edilinceye kadar tekrarlanmıştır.



**Şekil 2.4.** Patates agarından oluşan besi ortamları ve nematodların beslendiği gri küf çürüklüğü mantarı.

Petri kaplarda gelişimini tamamlayan nematodlar aşılama için gerekli çıkarım (izole) ve aşılama dozunun ayarlanması işlemlerine kadar buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir. Nematod kültürlerinin çoğaltılması işlemi 2015 yılının Nisan ayı içerisinde tamamlanmıştır.

### 2.3. BELİRLENEN MEŞCERELERDE AŞILAMA ÖNCESİ ÖLÇÜM VE NEMATOD KONTROLÜ İÇİN ÖRNEKLEME İŞLEMLERİ

Bilgisayar ortamında seçimleri yapılan potansiyel çalışma alanlarının arazide görülmesi ve belirlenmesinden sonra meşçereye yönelik genel bir değerlendirme yapıp bir merkez noktası seçilmiştir. Bu merkez noktadan hareketle her bir nematod türü için aşulamaya uygun ağaçlar tespit edilmiştir. Ağaçların belirlenmesinde her nematod türünün aşılacağı ağaçlar yaklaşık merkez noktadan dışa doğru bir doğrultuda seçilmiştir. Altı farklı nematod türü ve 2 farklı doz için ağaçların belirlenmesinde benzer yöntem takip edilmiş ve deneme alanı bir daire şeklini almıştır. Belirlenen ağaçlar spreyci boya ile numaralandırılmıştır. Numaralar etiketlenirken ilk numara nematod türünü, ikinci numara dozu ve üçüncü numara tekrarı ifade edecek şekilde (1-1-1, 1-1-2, 1-2-1, 1-2-8..... şeklinde) bir numaralandırma sistemi kullanılmıştır. Her bir ağaç için yaş, çap, boy, tepe çapı, tepe altı yüksekliği, kabuk kalınlığı ölçülmüştür (Şekil 2.5). Ağaçların yaşı, artım burgusu ile alınan artım kalemindeki yıllık halkaların sayılması ile belirlenmiştir. Ağaçların çapı, bir çap ölçerle göğüs yüksekliği seviyesinden birbirine dik iki ölçüm yapılarak ortalaması alınarak gerçekleştirilmiştir. Ağaç boyu ve tepe altı yüksekliği boy ölçerle belirlenmiştir. Ağaçların tepe çapı, yerden şerit metre ile ağaç tepelerinin yerdeki izdüşümünün birbirine dik iki ölçümünün ortalaması alınarak belirlenmiştir. Kabuk kalınlığı da kabuk ölçerle göğüs yüksekliği seviyesinden birbirine dik iki ölçüm yapılarak ortalaması alınarak ölçülmüştür. Ayrıca çalışmaya konu edilen ağaçların gövde sınıflarında Kraft'ın ağaç sınıfları ayırımına göre belirlenmiştir.



Şekil 2.5. Tepe çapı ve yaş ölçümlerinin gerçekleştirilmesi.

Çalışma alanı olarak belirlenen meşcerelerde hava hallerindeki değişimin (sıcaklık ve nem) izlenmesi amacıyla data logger cihazları (her bir ağaçtürü için çalışılacak meşcerede bir meteorolojik kayıt istasyonu) kurulmuştur (Şekil 2.6). Cihazlar merkez noktasında veya merkez noktasına yakın bir yerde ki ağaç üzerine görülmeyecek şekilde asılmıştır.

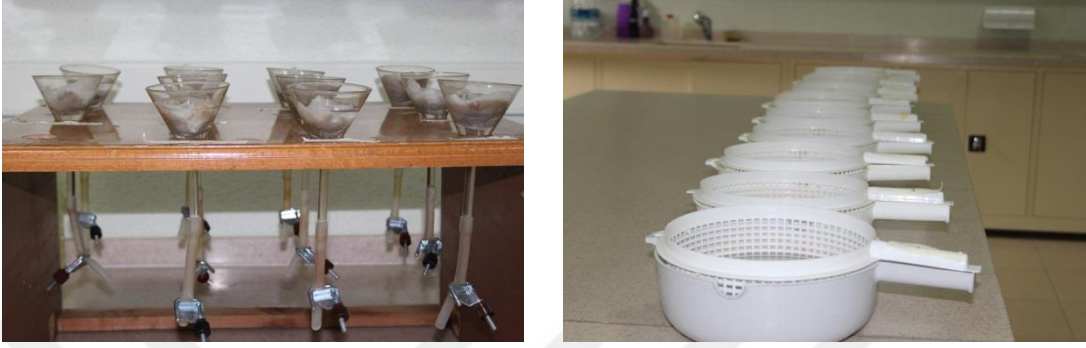


**Şekil 2.6.** Data logger cihazının ağaç üzerine asılması.

Patojenlik çalışmalarına başlanmadan önce, çalışmaların yürütüleceği alanlarda nematod örnekleme çalışması da yapılmıştır. Örneklemede seçilen ağaçların göğüs yüksekliği (1,30 m) veya rahat çalışılabilecek bir yükseklikten artım burgusuyla yaş kalemleri alınmıştır. Alınan örnekler, rutubet kaybını önlemek amacıyla kilitli buzdolabı saklama poşetlerine konularak saklama kabına yerleştirilmiştir. Örneğin konduğu poşet üzerine örnek kod numarası ile ağaçtan alındığı yeri tanımlayıcı bilgilerin yazıldığı yapışkan etiket yapıştırılmıştır. Örneklemenin gerçekleştirildiği arazinin yetiştirme ortamına ilişkin bakı, yükselti, bitki örtüsü, kapalılık, eğim gibi alanı tanımlayıcı özellikler her bir meşcere için ayrıca belirlenmiştir. Kapalılık, ağaçların tepe çatısının toprağı örtme derecesi (%) olarak belirlenmiştir. Örneklerin bakı, yükselti ve coğrafi koordinat değerleri küresel konumlama aleti (GPS), arazi eğimi ise eğim ölçer ile belirlenmiştir. Örneklemenin yapıldığı ormanın meşcere tipi rumuzu belirlenerek arazi envanter karnesine her bir örnek için kayıt edilmiştir. Alınan yaş kalemleri nematod kontrolü için laboratuara getirilmiştir.

## 2.4. AŞILAMA İÇİN SEÇİLEN AĞAÇLARDAN ALINAN ÖRNEK NUMUNELERDE NEMATOD KONTROLÜ ÇALIŞMALARI

Aşılama yapılacak olan ağaçlardan alınan örneklerden laboratuvarında Baermann huni tekniği ve tray yöntemi kullanılarak nematod çıkarımı yapılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Baermann huni tekniği ve tray yöntemi.

Örnekler bir kâğıt peçete ile sarılarak huninin içerisine ya da tray yönteminde süzgecin içerisine yerleştirilerek su içinde 48 saat bekletilmiştir. Huni örneklerinde ise bu süre 24 saat olarak uygulanmıştır (su miktarının azlığı ve oksijen miktarının düşüklüğü nedeniyle). Süre bitiminde huninin uç kısmındaki (kilit mekanizması açılarak) suyun bir bölümü alınarak örnek numarası verilmiş olan ağzı kapaklı plastik bir kaba boşaltılmıştır. Tray yönteminde ise süre bitiminde makarna süzgeçlerinde bulunan su özel bir elekten geçirilmiştir (Baz Makine, 0,038 mm gözenekli). Elek üzerinde kalan nematodlar distile su yardımıyla üzerinde örnek numarası bulunan aynı numara ile numaralandırılmış plastik kap içerisine alınmıştır. Süzme işlemlerinden sonra plastik kaplardaki sulu örnekler teker teker petri kaba boşaltılarak OLYMPUS marka stereozoom (SZX-12) mikroskopta nematod kontrolü için dikkatli bir şekilde incelenmiştir (Şekil 2.8). Yapılan örnekleme işlemlerinde patojenlik testi için seçilen ağaçlarda nematod türlerine rastlanılmamıştır.



**Şekil 2.8.** Nematod kontrolü çalışmaları.

## **2.5. AŞILAMA İŞLEMİNDE KULLANILACAK *BURSAPHELENCHUS* SOLÜSYONLARININ HAZIRLANMASI VE AĞAÇLARA AŞILAMA ÇALIŞMALARI**

Arazideki aşılama işlemlerinden 10 gün önce laboratuvarımızda bulunan 6 *Bursaphelenchus* türünün kültürlerinin mantara aşılanmış olan petri kaplardan çıkarımı tray yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ölçekli ve kapaklı plastik kaplara konulmuştur. Her bir *Bursaphelenchus* türüne ait nematodlar toplu olarak beher içerisine konularak manyetik karıştırıcı yardımıyla homojen bir dağılım elde edilmiştir. Beher içerisinden plastik pipet yardımıyla alınan 0,5ml'lik nematodlu 5 adet sulu örnek mikroskop altında üzerinde ölçekli kareler bulunan (1cmx1cm) petri kap içerisine konularak nematod sayımı yapılmıştır. Her karedeki nematodlar sayıldıktan sonra solüsyondaki (süspansiyonun ml olarak miktarı bilinmektedir) nematod miktarı bulunmuştur. Sayım ve süspansiyon işlemleri her iki yoğunluk için (2000±100/2,5ml, 20000±500/2,5ml) ayrı ayrı yapılarak aşılama için 6 tür de hazır hale getirilmiştir. Patojenlik çalışmalarındaki asıl değişkenler: nematod türü, ağaç türü ve nematod dozudur. Her bir çam türünden, her bir nematod türü ve her bir doz için 8 ağaca nematod aşılanmıştır. Kontrol grubu olarak, 8 ağaç kullanılmıştır. Buna göre, çalışmada her çam türünden (8x6x2+8) 104 adet ağaç aşılama işlemi için kullanılmıştır. Patojenlik çalışmasında 3 çam türü (*P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*) için toplam kullanılan ağaç sayısı (104x3=312) 312'dir. Nematod aşılama işleminde düşük doz için 2000 ve yüksek doz için 20000 adet nematod kullanılmıştır. Kontrol grubu ağaçlara, içinde nematod

bulunmayan eşit miktarda steril su aşılanmıştır. Nematodların aşılanması işlemi 2015 yılının Haziran ayında gerçekleştirilmiştir.

Aşılama işlemlerinde standart bir yöntem kullanılmıştır. Aşılama noktasının hazırlanması için önce göğüs yüksekliğinde ağaca zarar vermeden küçük bir kabuk parçası kaldırılarak el burgusu ile 4-5 cm odun kısmına girecek şekilde delik açılmıştır. Daha sonra laboratuvarında hazırlanan nematodlu süspansiyondan 2,5 ml şırınga yardımıyla alınarak açılan deliğe boşaltılmıştır. Aşılamadan sonra bütün ağaçlarda açılan delikler strafor yardımı ile kapatılarak üzerine aşı macunu sürülmüştür. Bu işlemler her 3 çam türü ve 6 nematod türü için tekrar edilmiştir. Kontrol grubu için ise her ağaç türünden 8 ağaç ve toplamda 24 ağaca benzer şekilde işlem sadece steril su kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Nematod aşılama işleminin gerçekleştirilmesi.

## 2.6. AŞILAMANIN YAPILDIĞI AĞAÇLARIN İZLENMESİ VE REÇİNE AKIŞININ BELİRLENMESİ ÇALIŞMALARI

Aşılama işlemlerinin tamamlanmasından sonra Temmuz ayından itibaren 5 ay süre ile ayda bir olmak üzere ağaçlar takip edilmiştir. Kuruma belirtileri, reçine akışı, ibrelerdeki renk değişikliği ve vektör böcek varlığı kontrol edilerek arazi envanter

karnesine kayıt edilmiştir. Reçine akışının ölçümünde Giriş bölümünde anlatılan Oda (1967) tarafından geliştirilen, Mamiya (1972), Kobayashi (1978) ve Linit ve Tamura (1987) tarafından kullanılan yöntem uygulanmıştır.

Aşılamanın yapıldığı ağaçlarda reçine akışı her ay kontrol edilmiştir. Bu amaçla ağacın topraktan 1-2 m yükseklikteki bölümünde, ucu 13 mm yarıçapında olan bir kabuk delici yardımıyla yara açılmıştır. Yaranın açılacağı yerin kabuk kısmı çok derin olmayacak şekilde bir balta yardımıyla kaldırılmıştır. Daha sonra kabuk ölçerle 1 cm içeri girilerek açılacak yaranın derinliği belirlenmiştir. Böylelikle kabuk ve floem alanı açılmış olan yaradan reçine akışı kontrol edilmiştir (Şekil 2.10). Reçine sızıntısının miktarı yara açıldıktan bir saat sonra değerlendirilmiştir. Bu işlem, her ay yeni bir yara açılarak (5 ay süre ile) tekrarlanmıştır. Ayrıca projenin 12. ayında altıncı ölçüm için aynı işlemler yapılmıştır. Bütün açılan yaraların resimleri değerlendirmelerde kullanılmak üzere çekilmiştir. Açılan yaralar gözlem faaliyetinden sonra aşı macunu kullanılarak kapatılmıştır.



**Şekil 2.10.** Reçine akışının kontrol edilmesi.

## **2.7. ÇALIŞMA SONUNDA AŞILAMANIN YAPILDIĞI AĞAÇLARDA NEMATOD KONTROLÜ ÇALIŞMALARI**

Aşılması yapılan nematodların varlığını kontrol etmek için patojenlik çalışmalarının 12. ayında aşılamanın yapıldığı ağaçlardan el burgusu yardımıyla ve gövdenin iki farklı yönünden talaş örneği alınarak kodlanmış kilitli poşetlere konularak saklama kutusu içerisinde laboratuara getirilmiştir (Şekil 2.11).





**Şekil 2.11.** Talaş örneklerinin alınması ve kilitli buzdolabı poşetlerine yerleştirilmesi.

Alınan talaş örnekleri laboratuvarında bir kağıt havlu üzerine çıkarılıp içerisindeki kabuklar atıldıktan sonra hassas terazi ile ölçülmüştür. Daha sonra nematod çıkarımı diğer bölümlerde anlatıldığı gibi tray yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Süzgeçlerden elde edilen sulu örneklerdeki nematodlar OLYMPUS marka stereozoom (SZX-12) mikroskop kullanılarak sayılmıştır. Nematodların *Bursaphelenchus* cinsine ait olup olmadığını belirlemek için de Olympus BX-51+DP26 marka mikroskop ve kamera kullanılarak teşhis işlemi gerçekleştirilmiştir.

## 2.8. VERİLERİN ANALİZİ

*P. pinaster*, *P. nigra* ve *P. sylvestris* türlerine aşılana 6 farklı nematod türünün reçine akışı üzerine etkisi faktöriyel deneme desenine uygun ANOVA analiziyle belirlenmiştir. Etkileşimlerin ortalamalarını karşılaştırmak için HD Tukey testi uygulanmıştır. İstatistik anlamlılık düzeyi olarak 0.05 alınmıştır ve  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Analizlerde SAS (Sas User Guide, 1996) programı kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Tez çalışması kapsamında altı nematod türü (*Bursaphelenchus mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. hellenicus*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* ve *B. anamurius*) iki doz olarak ( $2000\pm 100/2,5\text{ml}$  ve  $20000\pm 500/2,5\text{ml}$ ) üç farklı ağaç türüne (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*) aşılanmıştır. Her bir meşcerede kontrol gruplarıyla beraber 104 ağaç olmak üzere toplamda 312 ağaçta aşılama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri Çizelge 3. 1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Aşılamada kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Ağaç Türü	Ağaç No	Çap (d1,30) (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)	Tepe Çapı (m)	Tepe Altı Yüksekliği (m)	Kabuk Kalınlığı (mm)	Gövde Sınıfı
Çm	1.1.1	38,0	21,0	25,0	7,5	8,0	4,6	2
Çm	1.1.2	38,0	24,0	25,0	8,3	9,5	4,3	2
Çm	1.1.3	36,0	23,0	27,0	6,3	10,0	3,1	2
Çm	1.1.4	40,0	25,0	28,0	7,5	10,5	4,2	2
Çm	1.1.5	38,0	22,0	22,0	6,0	11,5	4,0	2
Çm	1.1.6	28,0	24,5	27,0	4,7	8,5	2,8	3
Çm	1.1.7	41,0	25,5	26,0	6,8	9,5	3,0	2
Çm	1.1.8	37,5	25,0	26,0	5,8	3,5	4,0	2
Çm	1.2.1	43,0	22,0	24,0	8,1	10,0	2,5	2
Çm	1.2.2	36,5	23,0	26,0	5,9	12,0	3,5	2
Çm	1.2.3	35,0	26,0	26,0	6,4	12,5	2,1	2
Çm	1.2.4	27,5	23,0	26,0	5,6	14,0	3,4	3
Çm	1.2.5	37,0	24,0	25,0	5,5	11,5	3,5	2
Çm	1.2.6	32,0	24,0	26,0	5,5	12,0	3,0	2
Çm	1.2.7	32,0	24,5	26,0	6,9	10,0	3,1	2
Çm	1.2.8	37,0	22,5	27,0	6,0	10,5	3,0	1
Çm	2.1.1	39,0	24,5	26,0	5,9	11,0	2,7	2
Çm	2.1.2	30,0	22,0	26,0	4,9	9,0	4,0	2
Çm	2.1.3	32,0	22,5	26,0	5,5	10,0	2,4	3
Çm	2.1.4	35,0	24,0	26,0	4,0	9,5	2,2	1
Çm	2.1.5	29,0	21,0	26,0	5,8	8,0	2,1	2
Çm	2.1.6	33,5	24,5	26,0	5,9	12,0	2,3	2
Çm	2.1.7	42,0	25,0	26,0	6,8	10,5	4,7	2
Çm	2.1.8	35,0	20,5	25,0	6,4	7,5	3,2	3
Çm	2.2.1	45,0	23,5	27,0	6,5	7,0	2,2	3
Çm	2.2.2	35,0	23,0	25,0	5,8	7,5	2,8	2
Çm	2.2.3	34,5	22,5	26,0	5,0	9,5	4,0	2
Çm	2.2.4	40,0	23,0	26,0	6,7	8,5	2,5	2
Çm	2.2.5	40,0	24,0	26,0	6,0	10,5	3,7	2
Çm	2.2.6	38,5	22,5	26,0	6,1	9,0	3,6	2

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılarda kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çm	2.2.7	30,5	22,0	26,0	5,4	7,0	2,9	2
Çm	2.2.8	42,0	24,0	26,0	6,5	8,0	3,7	2
Çm	3.1.1	36,0	23,0	26,0	5,8	8,5	3,7	3
Çm	3.1.2	41,5	24,5	26,0	6,8	8,0	4,1	2
Çm	3.1.3	37,0	24,0	25,0	5,1	9,5	2,8	2
Çm	3.1.4	35,0	22,5	26,0	5,2	9,0	3,5	2
Çm	3.1.5	38,0	23,0	26,0	6,3	10,0	2,6	2
Çm	3.1.6	36,5	22,0	26,0	5,9	8,0	2,7	2
Çm	3.1.7	34,0	22,0	27,0	5,1	9,5	3,0	2
Çm	3.1.8	35,0	24,0	26,0	6,6	9,0	3,2	2
Çm	3.2.1	42,0	23,5	26,0	6,7	8,0	2,1	2
Çm	3.2.2	43,0	24,0	26,0	9,2	7,5	3,5	2
Çm	3.2.3	42,0	24,5	25,0	7,4	8,0	4,5	2
Çm	3.2.4	44,0	24,5	26,0	8,6	8,0	2,7	2
Çm	3.2.5	35,5	24,0	26,0	6,6	6,0	2,5	2
Çm	3.2.6	36,0	25,0	25,0	6,1	11,5	3,3	2
Çm	3.2.7	36,0	24,0	26,0	5,8	7,5	3,8	2
Çm	3.2.8	38,0	24,5	24,0	9,5	8,5	3,0	2
Çm	4.1.1	39,5	25,0	25,0	6,4	8,0	3,5	1
Çm	4.1.2	36,0	22,0	26,0	6,2	8,5	4,2	2
Çm	4.1.3	33,0	22,0	25,0	6,7	8,5	3,1	2
Çm	4.1.4	33,0	22,5	26,0	6,1	6,0	4,0	2
Çm	4.1.5	39,0	23,0	25,0	6,6	8,0	2,8	2
Çm	4.1.6	35,0	24,0	26,0	6,4	12,0	2,9	1
Çm	4.1.7	43,0	25,5	26,0	7,1	8,5	4,6	2
Çm	4.1.8	30,0	22,5	26,0	5,8	11,5	3,0	2
Çm	4.2.1	30,0	24,0	27,0	5,9	13,0	3,7	2
Çm	4.2.2	28,0	23,0	26,0	6,5	12,0	3,0	3
Çm	4.2.3	36,0	23,5	26,0	6,8	10,0	3,0	2
Çm	4.2.4	34,0	24,5	26,0	5,5	9,5	3,0	2
Çm	4.2.5	34,0	25,0	27,0	5,5	10,0	3,3	2
Çm	4.2.6	34,0	24,5	25,0	5,5	12,0	3,5	2
Çm	4.2.7	34,5	23,5	26,0	5,6	10,0	2,8	1
Çm	4.2.8	39,0	24,5	26,0	6,2	10,5	3,9	2
Çm	5.1.1	37,0	23,0	25,0	7,8	7,0	4,2	2
Çm	5.1.2	39,0	24,5	26,0	7,0	10,0	3,8	2
Çm	5.1.3	38,5	25,0	26,0	5,7	105,0	3,3	1
Çm	5.1.4	31,0	23,0	26,0	5,8	11,0	3,2	2
Çm	5.1.5	28,0	22,0	25,0	5,5	7,0	2,7	2
Çm	5.1.6	33,0	23,5	26,0	5,3	9,5	3,0	1
Çm	5.1.7	28,0	21,5	26,0	5,4	8,0	2,4	2
Çm	5.1.8	34,0	23,0	26,0	6,2	7,5	3,0	2
Çm	5.2.1	42,0	25,5	28,0	6,6	12,5	3,9	2
Çm	5.2.2	37,5	25,0	26,0	6,7	11,0	2,0	1
Çm	5.2.3	26,0	22,5	25,0	5,5	10,5	2,0	3

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılama da kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çm	5.2.4	29,0	22,0	25,0	6,5	9,0	2,7	2
Çm	5.2.5	27,0	22,0	26,0	6,2	7,5	3,0	2
Çm	5.2.6	34,0	25,0	27,0	6,3	13,0	3,0	1
Çm	5.2.7	37,0	24,5	26,0	7,5	11,5	3,4	2
Çm	5.2.8	37,0	24,0	25,0	7,2	10,0	4,1	3
Çm	6.1.1	39,0	25,5	26,0	7,1	9,5	3,0	1
Çm	6.1.2	35,0	24,5	25,0	7,2	12,5	3,5	2
Çm	6.1.3	31,0	22,5	26,0	6,8	10,0	2,7	3
Çm	6.1.4	34,0	24,5	26,0	6,2	9,5	3,0	2
Çm	6.1.5	26,0	22,0	26,0	5,8	8,0	3,0	2
Çm	6.1.6	35,0	24,5	27,0	5,7	12,0	3,5	1
Çm	6.1.7	26,5	25,0	26,0	5,5	11,0	2,9	2
Çm	6.1.8	64,0	25,5	25,0	5,9	11,5	2,5	2
Çm	6.2.1	41,0	24,0	25,0	6,4	5,5	5,0	3
Çm	6.2.2	31,0	22,5	26,0	6,0	9,0	2,5	2
Çm	6.2.3	34,0	22,5	26,0	6,8	9,0	3,0	2
Çm	6.2.4	26,0	23,0	26,0	5,8	8,5	2,5	2
Çm	6.2.5	31,0	24,0	26,0	5,9	10,5	2,5	2
Çm	6.2.6	30,0	24,5	26,0	6,5	10,0	2,0	1
Çm	6.2.7	31,0	22,0	26,0	6,4	8,0	2,8	2
Çm	6.2.8	31,0	22,5	26,0	5,6	10,5	2,9	2
Çm	K1	35,0	23,5	26,0	6,4	11,5	2,5	2
Çm	K2	35,0	22,0	25,0	6,5	12,0	2,9	3
Çm	K3	39,0	23,0	26,0	7,1	7,5	3,0	2
Çm	K4	34,5	24,0	26,0	6,8	8,0	3,5	2
Çm	K5	32,0	22,5	25,0	6,5	9,0	3,0	3
Çm	K6	36,0	24,0	26,0	6,4	4,5	4,5	2
Çm	K7	37,0	24,5	25,0	6,1	8,0	3,8	2
Çm	K8	37,0	24,0	25,0	6,9	5,5	2,7	2
Çk	1.1.1	25,0	18,0	42,0	7,4	8,0	2,1	2
Çk	1.1.2	25,5	18,5	40,0	4,3	8,5	2,6	1
Çk	1.1.3	29,5	16,0	41,0	5,6	9,0	2,4	1
Çk	1.1.4	26,5	19,0	39,0	4,1	8,5	2,0	1
Çk	1.1.5	25,0	19,0	40,0	4,6	12,0	1,9	2
Çk	1.1.6	31,5	18,5	42,0	5,1	15,0	2,5	1
Çk	1.1.7	25,5	19,0	39,0	4,0	12,0	2,1	2
Çk	1.1.8	24,0	18,0	41,0	3,0	13,0	1,7	3
Çk	1.2.1	26,5	18,0	41,0	4,8	9,0	2,3	1
Çk	1.2.2	24,5	20,0	41,0	4,6	11,5	2,2	1
Çk	1.2.3	26,5	21,0	39,0	3,9	13,3	2,5	2
Çk	1.2.4	23,0	18,5	41,0	4,1	8,5	2,2	2
Çk	1.2.5	29,0	19,0	40,0	3,4	12,0	3,3	2
Çk	1.2.6	24,5	17,2	40,0	4,2	9,3	2,7	2
Çk	1.2.7	25,5	18,0	41,0	4,1	8,0	2,6	2
Çk	1.2.8	28,0	28,3	41,0	4,2	8,5	2,8	2

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılarda kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çk	2.1.1	26,5	22,0	39,0	4,3	13,0	2,1	2
Çk	2.1.2	34,5	20,5	39,0	4,1	12,8	3,6	1
Çk	2.1.3	30,0	19,5	39,0	4,7	9,5	3,4	2
Çk	2.1.4	28,0	18,0	39,0	4,4	8,3	2,3	2
Çk	2.1.5	25,5	21,5	42,0	4,3	11,3	2,4	1
Çk	2.1.6	20,0	21,0	38,0	3,2	13,5	1,5	2
Çk	2.1.7	29,5	18,5	35,0	4,5	9,5	3,2	2
Çk	2.1.8	27,0	18,8	39,0	5,2	7,0	2,5	2
Çk	2.2.1	26,5	21,0	39,0	4,4	13,0	2,7	1
Çk	2.2.2	26,0	18,8	41,0	5,2	9,5	2,4	2
Çk	2.2.3	31,5	21,8	39,0	4,5	11,8	2,4	1
Çk	2.2.4	25,5	21,0	41,0	3,4	12,8	2,0	2
Çk	2.2.5	29,0	20,8	40,0	3,5	13,0	2,3	2
Çk	2.2.6	25,5	20,0	41,0	4,1	12,5	2,5	1
Çk	2.2.7	29,5	22,0	42,0	3,4	11,5	2,4	1
Çk	2.2.8	24,0	17,8	40,0	2,7	9,8	2,7	2
Çk	3.1.1	23,5	19,0	39,0	3,6	12,0	2,6	2
Çk	3.1.2	23,0	18,5	39,0	4,5	13,0	2,3	2
Çk	3.1.3	26,0	21,0	42,0	5,1	12,5	2,4	2
Çk	3.1.4	24,5	21,3	41,0	4,7	11,8	2,5	1
Çk	3.1.5	25,0	21,0	40,0	3,3	12,0	2,7	1
Çk	3.1.6	24,5	21,8	41,0	4,5	12,0	2,2	1
Çk	3.1.7	26,0	22,5	41,0	3,8	14,0	2,4	1
Çk	3.1.8	23,0	20,5	41,0	3,7	11,5	2,7	2
Çk	3.2.1	23,0	21,0	41,0	2,7	12,5	1,8	3
Çk	3.2.2	25,0	19,0	41,0	2,2	12,0	2,6	3
Çk	3.2.3	24,5	19,5	41,0	4,5	11,0	2,1	2
Çk	3.2.4	24,5	21,5	39,0	3,0	12,0	1,9	1
Çk	3.2.5	22,5	21,8	39,0	3,5	11,0	1,7	2
Çk	3.2.6	25,5	22,0	39,0	3,1	12,0	2,1	2
Çk	3.2.7	27,5	22,5	39,0	4,1	13,3	2,3	2
Çk	3.2.8	29,0	22,0	39,0	3,5	12,8	2,7	1
Çk	4.1.1	30,0	22,5	41,0	3,9	13,0	2,9	2
Çk	4.1.2	26,5	22,0	41,0	3,5	13,5	2,7	1
Çk	4.1.3	30,0	20,8	39,0	5,4	11,5	3,6	3
Çk	4.1.4	25,5	20,0	41,0	5,2	12,0	2,4	3
Çk	4.1.5	24,0	22,0	39,0	2,5	13,5	2,7	1
Çk	4.1.6	21,5	21,0	39,0	3,2	10,8	1,8	3
Çk	4.1.7	27,0	21,8	39,0	2,9	12,0	4,2	2
Çk	4.1.8	29,0	23,0	39,0	3,0	11,5	2,3	2
Çk	4.2.1	26,0	21,3	39,0	5,2	11,0	2,3	2
Çk	4.2.2	25,5	21,8	40,0	3,3	12,3	2,3	2
Çk	4.2.3	26,5	21,0	39,0	4,0	11,5	1,7	2
Çk	4.2.4	28,0	22,8	41,0	4,2	14,0	2,9	1
Çk	4.2.5	25,0	19,8	41,0	2,9	10,5	2,1	3

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılama kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çk	4.2.6	24,5	22,5	43,0	2,9	13,8	2,0	2
Çk	4.2.7	29,0	21,0	41,0	3,4	11,0	2,8	2
Çk	4.2.8	24,5	20,5	41,0	4,0	12,3	2,5	3
Çk	5.1.1	26,0	20,5	40,0	3,6	11,3	2,3	2
Çk	5.1.2	26,0	22,8	39,0	3,8	12,3	2,5	2
Çk	5.1.3	29,5	21,5	41,0	3,5	13,5	2,7	1
Çk	5.1.4	23,5	21,0	41,0	3,3	14,0	2,2	2
Çk	5.1.5	28,5	20,3	38,0	3,9	11,0	2,8	3
Çk	5.1.6	27,0	22,5	42,0	3,3	13,0	2,1	1
Çk	5.1.7	27,0	22,0	42,0	3,2	13,0	2,9	2
Çk	5.1.8	28,0	24,0	39,0	3,0	11,5	2,2	2
Çk	5.2.1	26,0	21,5	38,0	3,8	11,0	2,2	3
Çk	5.2.2	22,0	18,5	38,0	2,4	8,5	2,4	2
Çk	5.2.3	25,5	22,0	39,0	4,5	12,8	2,5	2
Çk	5.2.4	29,0	22,5	41,0	3,8	12,5	2,8	2
Çk	5.2.5	22,0	21,5	39,0	3,4	13,0	2,0	3
Çk	5.2.6	26,0	20,8	40,0	2,7	12,0	2,0	3
Çk	5.2.7	29,0	23,5	39,0	5,4	12,8	2,4	2
Çk	5.2.8	26,0	19,5	39,0	4,1	10,0	3,5	3
Çk	6.1.1	26,0	23,8	41,0	4,3	13,5	2,5	1
Çk	6.1.2	28,5	24,5	37,0	4,3	12,8	2,4	1
Çk	6.1.3	26,5	24,0	42,0	3,6	13,0	2,2	2
Çk	6.1.4	28,0	21,8	41,0	5,2	12,0	2,7	2
Çk	6.1.5	31,0	23,0	41,0	3,0	12,3	2,0	1
Çk	6.1.6	27,0	22,5	42,0	3,6	11,5	2,6	2
Çk	6.1.7	31,0	22,8	42,0	3,6	12,5	3,0	1
Çk	6.1.8	27,5	21,5	41,0	3,1	11,8	2,5	2
Çk	6.2.1	24,0	21,8	41,0	3,9	9,8	2,2	3
Çk	6.2.2	27,5	21,0	41,0	3,2	10,0	2,5	3
Çk	6.2.3	23,5	20,0	39,0	2,8	10,5	2,0	3
Çk	6.2.4	25,0	21,5	42,0	4,9	11,0	2,0	3
Çk	6.2.5	22,0	20,8	39,0	2,7	10,8	1,8	3
Çk	6.2.6	22,0	21,5	39,0	3,1	11,8	2,2	2
Çk	6.2.7	23,0	21,8	38,0	3,6	12,0	2,0	2
Çk	6.2.8	24,5	21,8	40,0	3,8	12,5	2,1	3
Çk	K1	23,5	20,0	38,0	2,2	14,0	2,0	2
Çk	K2	24,0	21,5	38,0	2,1	13,8	2,0	2
Çk	K3	21,0	20,0	41,0	4,1	13,5	2,0	2
Çk	K4	28,0	22,0	41,0	4,4	12,5	2,0	2
Çk	K5	25,0	20,5	43,0	3,4	9,0	2,2	2
Çk	K6	27,0	23,5	38,0	3,3	12,8	2,8	1
Çk	K7	21,0	21,5	41,0	3,7	11,8	1,8	3
Çk	K8	27,0	24,5	38,0	4,1	13,5	2,2	1
Çs	1.1.1	37,0	21,5	42,0	7,6	7,5	2,5	2
Çs	1.1.2	37,0	21,0	43,0	7,9	12,5	2,5	1

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılama kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çs	1.1.3	32,5	22,5	41,0	5,5	13,0	1,6	2
Çs	1.1.4	36,5	23,5	42,0	6,2	13,0	2,8	2
Çs	1.1.5	29,5	20,5	42,0	7,1	10,5	2,3	2
Çs	1.1.6	31,0	24,0	39,0	5,7	13,0	2,0	1
Çs	1.1.7	25,0	23,5	43,0	4,8	14,0	1,4	2
Çs	1.1.8	35,5	23,5	43,0	4,2	12,5	2,0	2
Çs	1.2.1	35,0	21,0	43,0	6,9	6,5	3,1	2
Çs	1.2.2	34,8	23,0	43,0	6,4	11,0	2,4	2
Çs	1.2.3	31,5	24,0	43,0	5,7	12,5	2,1	1
Çs	1.2.4	27,0	23,0	43,0	4,3	11,5	1,9	2
Çs	1.2.5	29,0	23,5	42,0	6,7	12,5	2,1	2
Çs	1.2.6	35,0	23,0	41,0	8,0	10,0	3,1	2
Çs	1.2.7	33,5	22,5	38,0	7,4	8,5	1,9	2
Çs	1.2.8	38,5	23,0	44,0	7,2	10,0	2,9	2
Çs	2.1.1	34,5	22,5	39,0	7,1	11,5	2,0	2
Çs	2.1.2	30,0	24,0	41,0	5,5	12,0	2,0	2
Çs	2.1.3	39,0	24,5	40,0	6,6	13,0	2,0	2
Çs	2.1.4	37,0	24,0	39,0	7,0	13,0	2,0	2
Çs	2.1.5	32,0	24,0	44,0	7,4	13,0	2,1	2
Çs	2.1.6	37,0	23,5	42,0	8,3	12,0	4,0	2
Çs	2.1.7	27,0	23,0	40,0	4,6	11,0	1,6	3
Çs	2.1.8	30,0	24,0	38,0	5,4	13,0	2,0	2
Çs	2.2.1	36,0	23,0	45,0	7,5	11,0	2,5	2
Çs	2.2.2	25,0	22,5	44,0	5,4	12,0	1,7	3
Çs	2.2.3	30,0	23,5	42,0	6,8	13,5	1,6	2
Çs	2.2.4	29,0	23,0	42,0	5,9	12,5	1,7	2
Çs	2.2.5	32,0	23,0	42,0	6,9	13,0	2,1	2
Çs	2.2.6	33,0	23,0	44,0	6,9	13,0	2,0	3
Çs	2.2.7	36,0	23,0	42,0	6,0	13,5	2,3	1
Çs	2.2.8	32,0	22,5	44,0	6,3	12,0	1,9	2
Çs	3.1.1	32,0	22,5	44,0	6,5	11,0	2,8	3
Çs	3.1.2	37,0	22,5	39,0	7,8	12,0	1,8	2
Çs	3.1.3	35,0	24,0	42,0	8,0	13,0	2,0	2
Çs	3.1.4	29,0	22,0	41,0	5,7	10,5	1,5	3
Çs	3.1.5	36,0	25,0	43,0	8,0	12,0	1,9	1
Çs	3.1.6	25,0	23,5	44,0	4,3	14,0	1,8	2
Çs	3.1.7	31,0	24,0	44,0	5,4	13,0	2,0	2
Çs	3.1.8	28,0	24,0	42,0	4,6	13,5	1,6	2
Çs	3.2.1	27,0	22,0	41,0	5,8	12,0	1,8	2
Çs	3.2.2	34,0	23,5	44,0	7,7	12,5	2,2	2
Çs	3.2.3	32,0	23,0	43,0	6,5	10,0	2,0	2
Çs	3.2.4	27,0	24,5	43,0	5,8	14,0	1,7	2
Çs	3.2.5	27,5	22,5	45,0	5,3	13,0	2,2	1
Çs	3.2.6	34,5	24,5	44,0	7,5	13,5	2,2	2
Çs	3.2.7	31,0	24,5	42,0	6,0	13,5	2,2	2

**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılarda kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çs	3.2.8	31,5	25,0	39,0	7,2	14,0	2,1	2
Çs	4.1.1	24,0	21,5	42,0	7,3	11,5	1,6	2
Çs	4.1.2	34,5	23,0	43,0	6,6	12,0	1,9	2
Çs	4.1.3	24,0	23,5	40,0	6,3	13,0	1,8	2
Çs	4.1.4	29,0	24,0	42,0	6,4	13,5	2,6	2
Çs	4.1.5	31,5	24,5	41,0	5,1	14,0	2,2	2
Çs	4.1.6	29,0	24,0	44,0	6,1	12,5	1,7	2
Çs	4.1.7	31,0	24,5	41,0	6,9	12,0	2,4	2
Çs	4.1.8	32,5	24,5	39,0	6,3	12,0	1,9	2
Çs	4.2.1	31,0	22,5	42,0	6,8	11,5	1,7	2
Çs	4.2.2	36,0	23,5	44,0	6,3	12,0	2,0	2
Çs	4.2.3	29,0	22,5	42,0	5,8	12,5	2,0	2
Çs	4.2.4	33,0	24,0	41,0	7,1	13,0	2,5	2
Çs	4.2.5	27,0	24,0	43,0	7,2	14,0	1,8	2
Çs	4.2.6	28,0	24,0	42,0	6,3	14,0	1,6	1
Çs	4.2.7	29,0	23,0	41,0	4,4	12,0	2,3	2
Çs	4.2.8	33,0	24,5	40,0	6,8	13,0	2,6	2
Çs	5.1.1	34,0	25,5	43,0	6,2	13,5	2,4	2
Çs	5.1.2	34,0	23,0	43,0	6,3	8,0	2,3	3
Çs	5.1.3	35,5	23,5	42,0	6,0	11,5	2,5	2
Çs	5.1.4	25,0	23,5	44,0	3,7	13,5	1,7	1
Çs	5.1.5	26,0	24,5	40,0	5,2	10,5	1,7	2
Çs	5.1.6	29,0	24,5	43,0	6,1	12,0	1,8	2
Çs	5.1.7	27,5	24,5	40,0	4,8	12,0	2,0	1
Çs	5.1.8	29,0	23,5	42,0	5,2	11,0	2,0	2
Çs	5.2.1	29,5	24,5	43,0	5,2	13,5	1,8	2
Çs	5.2.2	29,0	24,5	39,0	5,0	14,5	2,0	1
Çs	5.2.3	31,0	23,5	42,0	7,0	12,0	1,4	2
Çs	5.2.4	31,0	24,0	39,0	7,2	11,5	1,8	2
Çs	5.2.5	31,5	25,0	42,0	7,0	13,0	2,0	2
Çs	5.2.6	29,0	23,5	41,0	6,6	14,0	1,6	2
Çs	5.2.7	35,5	23,5	43,0	6,2	13,0	2,4	2
Çs	5.2.8	29,0	23,5	39,0	5,5	13,5	1,8	2
Çs	6.1.1	29,0	22,0	40,0	6,7	9,5	1,9	2
Çs	6.1.2	37,5	24,5	41,0	6,2	12,5	2,0	2
Çs	6.1.3	27,0	24,0	41,0	5,0	14,0	1,5	1
Çs	6.1.4	30,0	23,5	43,0	6,1	13,5	2,0	2
Çs	6.1.5	36,0	23,0	41,0	6,3	13,0	2,3	2
Çs	6.1.6	34,5	24,0	42,0	6,4	9,5	1,8	2
Çs	6.1.7	23,0	23,5	43,0	5,5	12,0	1,6	1
Çs	6.1.8	32,5	23,0	43,0	5,9	11,5	1,2	2
Çs	6.2.1	25,5	23,5	43,0	3,8	12,0	1,6	2
Çs	6.2.2	27,0	23,5	42,0	4,3	12,5	1,7	2
Çs	6.2.3	30,0	23,5	41,0	4,8	11,0	1,7	2
Çs	6.2.4	32,0	24,5	45,0	4,8	14,0	1,8	2



**Çizelge 3.1 (devam).** Aşılama kullanılan ağaçlara ait ölçüm verileri.

Çs	6.2.5	33,0	23,0	42,0	6,0	8,5	2,4	2
Çs	6.2.6	28,0	22,5	44,0	5,6	12,5	2,0	2
Çs	6.2.7	25,0	23,0	44,0	4,0	13,0	1,7	1
Çs	6.2.8	25,0	23,0	45,0	4,4	12,5	1,4	2
Çs	K1	34,5	24,5	42,0	4,5	13,5	2,1	1
Çs	K2	34,0	24,0	43,0	6,8	13,0	2,9	2
Çs	K3	31,0	23,5	42,0	6,7	12,5	2,0	2
Çs	K4	32,0	23,0	43,0	6,6	11,5	2,0	2
Çs	K5	28,5	23,0	41,0	7,9	12,5	2,2	2
Çs	K6	34,0	25,0	42,0	5,6	11,5	2,4	2
Çs	K7	34,5	24,0	42,0	5,7	12,5	2,0	2
Çs	K8	24,0	22,0	41,0	3,9	11,0	1,5	2

Üç çam türüne ait ortalama değerler ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde Çm meşceresindeki ağaçların ortalama yaşının 25, boyunun 21 m, çapının 38 cm olduğu görülmektedir. Çk meşceresinde kullanılan ağaçların ortalama yaşı 42, boyu 18 m ve çapı 25 cm olarak tespit edilmiştir. Çs meşceresinin de ise çalışma kapsamında aşılama yapılan ağaçların ortalama yaşı 42, boyu 21,5 m ve çapı 37 cm olarak ölçülmüştür. Çk ve Çs meşceresindeki ağaçların ortalama yaşları birbirine yakın olmakla beraber Çm meşceresinin daha genç bireylerden oluştuğu görülmektedir. Ancak çap ve boy değerleri Çk ve Çs meşcerelerine benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 3.2.** Çalışmanın yürütüldüğü meşcerelere ait ortalama çap, boy, yaş, tepe çapı, kabuk kalınlığı ve gövde sınıfı değerleri.

Ağaç Türü	Ortalama Çap (d1.30) (cm)	Ortalama Boy (m)	Ortalama Yaş (Yıl)	Ortalama Tepe Çapı (m)	Ortalama Tepe Altı Yüksekliği (m)	Ortalama Kabuk Kalınlığı (mm)	Ortalama Gövde Sınıfı
Çm	38,0	21,0	25,0	7,5	8,0	4,6	2,0
Çk	25,0	18,0	42,0	7,4	8,0	2,1	2,0
Çs	37,0	21,5	42,0	7,6	7,5	2,5	2,0

Çalışmaların gerçekleştirildiği *P. pinaster*, *P. nigra* ve *P. sylvestris* meşcerelerine ait orman işletme adları (O.İ.A.), bölme numaraları (B. No.), çağ sınıfları (Ç. S.), alan büyüklükleri (A. (ha)), kapalılıkları (K. (%)), eğim (E. (%)), bakı (B.), yükselti (Y. (m)), X ve Y koordinat değerleri ile meşcere tipleri (M. Tipi) gibi genel meşcere özellikleri

incelendiğinde (Çizelge 3.3) üç ağaç türünün de “c” çağı meşcere olduğu kapalılığın %75 ile %90 arasında değiştiği görülmektedir.

**Çizelge 3.3.** Çalışmanın yürütüldüğü meşcereleri tanıttıcı bazı değerler.

M. Tipi	O.İ.A.	B. No.	Ç. S.	A. (ha)	K. (%)	E. (%)	B.	Y. (m)	X	Y
Çmc3	Düzce	99	C	20,8	75-80	0	Yok	253	352883	4518039
Çkc3	Darıyeri	1	C	1,3	90	0	Yok	365	354171	4518112
Çsc3	Odayeri	74	C	0,7	85	0	Yok	1210	344909	4504668

Tez çalışması Mayıs-2015 ve Mayıs-2016 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bu zaman aralığı içerisinde yapılan arazi çalışmaları ve reçine ölçümlerine ait tarihler Çizelge 3.4’te verilmiştir. Reçine ölçümleri nematod aşılama işleminin ardından bir ay sonra başlatılmış olup toplamda altı farklı zamanda reçine ölçümü yapılmıştır. İlk ölçüm Temmuz 2015 tarihinde son ölçüm ise Mayıs 2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Arazi çalışmaları iş akışı takvimi.

	Çm	Çk	Çs
Yer Belirleme Çalışmaları	28.03.2015	28.03.2015	23.04.2015
Örnek Alan Ölçümleri	09.05.2015	26.05.2015	02.06.2015
Aşılama Çalışmaları	15.06.2015	15.06.2015	18.06.2015
1. Reçine Ölçümü	22.07.2015	23.07.2015	25.07.2015
2. Reçine Ölçümü	20.08.2015	20.08.2015	22.08.2015
3. Reçine Ölçümü	29.09.2015	29.09.2015	30.09.2015
4. Reçine Ölçümü	29.10.2015	29.10.2015	30.10.2015
5. Reçine Ölçümü	24.11.2015	24.11.2015	23.11.2015
6. Reçine Ölçümü	19.05.2016	19.05.2016	21.05.2016
Nematod Kontrolü Çalışması	19.05.2016	19.05.2016	21.05.2016

Nematod aşılama ağaçlarda Mayıs-2016 tarihi itibarıyla (son ölçüm) nematod aşılama kaynaklı bir kuruma meydana gelmemiştir. Nematod aşılama ağaçların aylık kontrollerinde, ibrelerdeki renk değişikliği ve ağaçlar üzerinde vektör böcek aktivitesinin olup olmadığı da kontrol edilmiştir. Arazi çalışmalarında ibrelerde herhangi bir renk değişikliği ve böcek istilasına ait belirtilere (özellikle Cerambycidae ve Scolytinae familyalarına ait türler) rastlanılmamıştır. Projenin arazi çalışmaları

süresince kayıt altına alınan sıcaklık ve bağıl nem değerleri de Çizelge 3.5’de verilmiştir. İklim verileri incelendiğinde aylık ortalama sıcaklık değerlerinin Haziran ayından itibaren 20°C ve üzerine çıkmaya başladığı en sıcak ayın *P. pinaster* ve *P. nigra* meşcerelerinde Ağustos ayı olduğu görülmektedir. Eylül ayında da sıcaklıkların yaz ayları değerlerine yakın olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Çalışma alanlarına ait bazı iklim verileri.

Ay	Çm		Çk		Çs	
	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)
2015Mayıs	17,2	69,4	16,6	66,7	12,4	46,7
2015Haziran	19,0	77,3	18,4	74,9	14,2	56,8
2015Temmuz	22,4	69,8	21,9	67,9	17,7	53,7
2015Ağustos	27,6	60,5	27,0	59,3	18,8	54,5
2015Eylül	27,0	57,3	26,4	56,1	17,1	54,0
2015Ekim	15,8	87,8	15,2	85,7	19,6	63,6
2015Kasım	11,7	78,9	11,1	78,9	17,4	58,7
2015Aralık	3,8	90,0	3,3	90,0	1,5	81,9
2016Ocak	3,8	86,1	3,3	86,1	-1,4	93,8
2016Şubat	9,9	78,2	9,3	78,2	5,1	82,9
2016Mart	10,8	71,7	10,3	71,7	4,6	79,7
2016Nisan	15,1	72,2	14,5	72,2	10,3	70,5
2016Mayıs	17,5	77,0	16,9	77,0	12,2	84,9

Altı farklı nematod türü ile aşılanmış üç farklı ağaç türünde gerçekleştirilen aylık reçine ölçümlerine ait değerler (RD) Çizelge 3.6’da verilmiştir.

**Çizelge 3.6.** Aşılanan ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	1	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	2	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	3	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	4	5	5	5	4	3	4
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	5	4	5	3	2	2	3
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	6	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	7	4	5	5	5	4	3

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çm	<i>B. mucronatus</i>	1	8	5	5	5	4	5	4
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	1	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	2	5	5	5	5	4	4
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	3	5	5	4	1	3	4
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	4	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	5	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	6	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	7	5	5	3	3	4	4
Çm	<i>B. mucronatus</i>	2	8	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	1	5	5	3	4	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	2	5	5	3	3	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	3	5	5	5	4	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	4	5	5	3	3	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	5	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	6	5	5	5	4	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	7	4	5	2	3	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	1	8	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	1	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	2	5	5	1	2	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	3	5	5	5	4	4	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	4	5	5	5	3	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	5	5	5	2	3	4	4
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	6	4	5	3	2	4	4
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	7	4	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. vallesianus</i>	2	8	4	5	2	4	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	1	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	2	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	3	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	4	5	5	5	4	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	5	5	5	2	2	2	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	6	5	5	3	3	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	7	5	5	2	5	3	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	1	8	5	5	5	4	5	4
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	1	5	5	5	5	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	2	5	5	1	3	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	3	5	5	4	3	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	4	2	3	2	2	2	2
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	5	5	5	5	3	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	6	5	4	5	4	4	5
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	7	4	3	4	4	3	4
Çm	<i>B. sexdentati</i>	2	8	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	1	5	3	2	2	2	2
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	2	4	5	3	4	2	4
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	3	5	5	5	4	4	4

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	4	4	5	5	3	5	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	5	5	5	2	2	4	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	6	5	5	3	2	5	4
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	7	4	4	2	4	5	4
Çm	<i>B. hellenicus</i>	1	8	5	5	5	3	4	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	1	4	5	3	4	4	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	2	5	4	2	4	5	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	3	4	5	5	3	4	4
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	4	5	5	4	4	4	5
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	5	4	4	4	2	4	2
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	6	5	5	5	5	5	4
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	7	5	5	5	4	5	3
Çm	<i>B. hellenicus</i>	2	8	4	5	3	2	5	3
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	1	5	5	4	4	3	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	2	5	5	5	3	3	5
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	3	4	5	3	2	3	2
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	4	5	5	3	3	4	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	5	5	5	3	3	3	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	6	5	5	4	3	3	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	7	5	5	4	4	5	3
Çm	<i>B. andrassyi</i>	1	8	5	4	3	4	4	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	1	5	5	5	4	3	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	2	5	5	4	3	4	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	3	5	5	5	5	4	5
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	4	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	5	5	5	5	5	5	5
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	6	4	5	5	4	4	3
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	7	4	3	4	5	4	4
Çm	<i>B. andrassyi</i>	2	8	5	5	5	5	2	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	1	5	4	2	3	2	3
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	2	5	5	5	5	4	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	3	5	5	5	3	4	4
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	4	5	5	5	2	3	4
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	5	5	5	3	5	4	4
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	6	5	5	4	3	5	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	7	5	5	3	3	5	4
Çm	<i>B. anamurius</i>	1	8	5	5	5	4	5	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	1	5	4	2	2	2	3
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	2	5	5	5	5	3	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	3	5	5	4	3	3	3
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	4	5	5	5	2	3	4
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	5	5	5	3	3	4	4

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	6	5	5	4	3	5	5
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	7	5	5	4	2	3	3
Çm	<i>B. anamurius</i>	2	8	5	5	5	4	5	5
Çm	K1	0	1	5	5	3	5	5	5
Çm	K2	0	2	5	5	3	4	5	5
Çm	K3	0	3	5	5	4	4	5	5
Çm	K4	0	4	5	5	4	4	4	5
Çm	K5	0	5	5	5	5	4	3	5
Çm	K6	0	6	5	5	5	5	5	5
Çm	K7	0	7	5	5	5	3	2	4
Çm	K8	0	8	4	3	5	3	2	2
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	1	4	3	4	4	3	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	2	5	5	5	5	5	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	3	5	3	5	4	5	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	4	5	5	3	4	5	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	5	5	4	4	3	5	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	6	3	3	3	5	3	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	7	5	3	5	4	3	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	1	8	4	3	5	3	5	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	1	5	4	4	3	3	3
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	2	5	2	3	4	4	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	3	5	5	3	3	3	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	4	5	5	5	3	3	4
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	5	4	3	5	3	4	3
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	6	5	5	4	3	5	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	7	4	4	3	3	5	5
Çk	<i>B. mucronatus</i>	2	8	5	5	3	2	3	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	1	5	5	5	4	4	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	2	4	3	4	4	3	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	3	4	4	4	5	5	5
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	4	5	4	5	4	3	5
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	5	5	4	5	3	4	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	6	4	4	5	3	5	3
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	7	5	5	4	4	5	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	1	8	5	5	5	4	3	3
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	1	4	4	4	3	3	2
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	2	5	5	3	4	4	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	3	5	3	5	5	5	5
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	4	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	5	4	4	5	3	4	5
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	6	4	5	3	4	5	3
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	7	5	5	5	5	5	4
Çk	<i>B. vallesianus</i>	2	8	3	3	2	1	3	3
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	1	5	4	3	3	4	3

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	2	5	5	5	4	4	4
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	3	4	4	3	3	2	4
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	4	4	4	3	3	3	3
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	5	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	6	5	5	5	2	5	5
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	7	5	5	5	5	5	5
Çk	<i>B. sexdentati</i>	1	8	4	4	3	3	5	4
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	1	3	3	2	3	3	4
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	2	4	3	5	3	4	3
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	3	2	4	2	2	2	2
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	4	5	4	5	5	5	5
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	5	5	3	5	4	5	3
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	6	5	4	5	3	5	5
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	7	3	3	5	3	5	3
Çk	<i>B. sexdentati</i>	2	8	5	4	5	3	3	3
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	1	5	3	5	5	5	5
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	2	5	5	3	3	4	4
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	3	4	5	5	5	5	4
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	4	5	5	4	4	4	4
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	5	4	3	3	1	2	3
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	6	5	3	5	4	4	4
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	7	5	5	5	4	5	3
Çk	<i>B. hellenicus</i>	1	8	5	3	3	5	5	3
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	1	5	5	5	5	4	5
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	2	5	5	5	3	3	3
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	3	5	5	3	3	3	4
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	4	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	5	5	3	2	2	3	2
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	6	4	3	5	2	3	2
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	7	5	5	5	5	5	5
Çk	<i>B. hellenicus</i>	2	8	5	5	5	3	3	3
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	1	3	4	5	3	4	4
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	2	4	5	5	5	4	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	3	3	4	5	5	5	4
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	4	5	4	5	5	5	4
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	5	5	5	5	5	5	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	6	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	7	5	3	5	4	4	4
Çk	<i>B. andrassyi</i>	1	8	4	4	5	4	3	2
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	1	5	5	5	5	5	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	2	5	3	5	3	4	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	3	5	5	5	3	4	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	4	5	4	5	5	5	5

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	5	5	5	5	5	5	4
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	6	5	5	5	3	4	5
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	7	5	3	3	2	2	3
Çk	<i>B. andrassyi</i>	2	8	5	5	5	4	5	3
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	1	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	2	5	5	5	4	4	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	3	4	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	4	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	5	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	6	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	7	5	5	5	5	4	4
Çk	<i>B. anamurius</i>	1	8	5	5	5	5	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	1	5	5	5	4	4	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	2	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	3	4	5	3	5	2	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	4	5	4	5	5	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	5	5	5	5	4	4	4
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	6	5	5	5	5	4	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	7	5	5	5	4	5	5
Çk	<i>B. anamurius</i>	2	8	5	5	5	5	5	5
Çk	K1	0	1	5	5	5	4	5	4
Çk	K2	0	2	5	4	4	4	4	3
Çk	K3	0	3	5	5	5	4	4	5
Çk	K4	0	4	5	5	4	4	4	4
Çk	K5	0	5	5	3	5	5	5	5
Çk	K6	0	6	5	5	5	5	5	5
Çk	K7	0	7	4	5	5	4	4	3
Çk	K8	0	8	5	5	5	4	5	4
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	1	5	5	5	3	2	5
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	2	5	5	3	2	2	4
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	3	5	4	3	3	2	5
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	4	5	4	3	4	2	5
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	5	5	4	5	3	3	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	6	5	4	5	4	2	5
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	7	4	4	3	2	3	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	1	8	5	3	5	5	2	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	1	5	5	5	3	4	4
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	2	4	5	3	3	3	5
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	3	3	3	3	3	3	4
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	4	5	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	5	5	3	3	3	3	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	6	4	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	7	5	4	3	2	2	5



**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çs	<i>B. mucronatus</i>	2	8	5	5	3	2	2	3
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	1	4	3	5	3	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	2	4	5	2	2	2	4
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	3	5	5	5	3	3	3
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	4	3	3	3	3	2	3
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	5	5	5	4	2	2	3
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	6	3	3	2	2	2	2
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	7	3	3	2	2	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	1	8	5	4	3	3	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	1	3	5	3	3	2	3
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	2	5	2	3	2	3	4
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	3	5	5	5	2	2	4
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	4	5	5	2	2	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	5	5	2	2	3	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	6	5	3	3	2	2	5
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	7	5	3	3	2	2	4
Çs	<i>B. vallesianus</i>	2	8	3	3	3	2	2	4
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	1	4	5	4	3	2	5
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	2	5	5	3	2	5	2
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	3	4	3	3	2	2	5
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	4	2	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	5	3	4	2	2	2	3
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	6	3	4	2	2	2	2
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	7	5	3	3	3	2	5
Çs	<i>B. sexdentati</i>	1	8	5	5	5	3	2	5
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	1	3	2	1	3	2	4
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	2	5	4	4	3	3	5
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	3	5	3	2	2	2	2
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	4	4	4	3	2	2	4
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	5	4	3	2	2	2	4
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	6	3	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	7	5	3	3	3	2	2
Çs	<i>B. sexdentati</i>	2	8	5	5	5	2	2	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	1	5	5	2	2	2	4
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	2	3	4	3	2	2	3
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	3	3	4	2	3	2	4
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	4	5	4	3	3	2	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	5	4	5	3	3	4	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	6	3	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	7	5	4	3	2	2	4
Çs	<i>B. hellenicus</i>	1	8	5	5	4	2	3	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	1	4	2	2	2	2	3
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	2	2	3	2	2	2	2

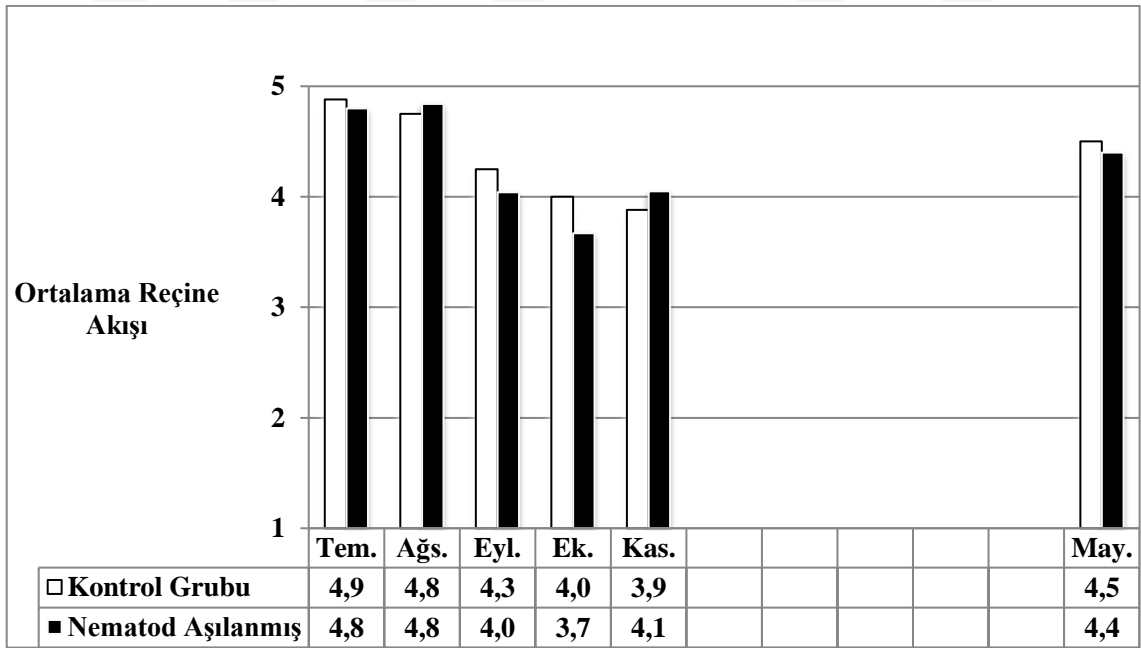
**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	3	5	4	4	2	2	4
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	4	5	5	5	3	2	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	5	5	5	5	4	2	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	6	4	5	4	3	3	5
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	7	4	3	1	2	2	2
Çs	<i>B. hellenicus</i>	2	8	3	5	3	3	3	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	1	3	3	3	2	2	2
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	2	5	5	4	3	2	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	3	3	5	4	3	3	5
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	4	4	4	1	2	2	3
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	5	5	5	5	3	3	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	6	5	5	3	2	3	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	7	4	4	2	2	2	3
Çs	<i>B. andrassyi</i>	1	8	4	4	3	2	2	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	1	5	4	3	4	3	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	2	5	4	3	4	2	5
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	3	3	4	3	2	2	5
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	4	5	4	4	2	2	4
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	5	3	4	2	2	2	5
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	6	4	4	2	2	2	3
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	7	5	5	5	3	3	5
Çs	<i>B. andrassyi</i>	2	8	3	5	4	2	2	3
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	1	4	4	4	2	2	3
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	2	5	4	3	2	2	4
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	3	5	5	5	3	3	5
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	4	5	5	4	3	2	5
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	5	5	4	4	3	4	5
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	6	4	4	3	2	2	2
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	7	5	3	4	2	3	4
Çs	<i>B. anamurius</i>	1	8	5	4	3	2	2	4
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	1	5	4	2	2	2	3
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	2	3	3	2	2	2	3
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	3	5	5	3	2	3	5
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	4	5	5	3	3	2	3
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	5	4	4	4	3	3	5
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	6	4	4	2	2	2	4
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	7	5	5	3	3	3	4
Çs	<i>B. anamurius</i>	2	8	4	5	2	2	2	3
Çs	K1	0	1	5	4	2	2	2	4
Çs	K2	0	2	4	4	4	2	2	4
Çs	K3	0	3	5	5	5	4	2	4
Çs	K4	0	4	5	3	3	3	2	4
Çs	K5	0	5	5	5	2	2	2	3
Çs	K6	0	6	3	5	3	2	2	3

**Çizelge 3.6 (devam).** Aşılana ağaçlarda yapılan 6 reçine ölçümüne ait veriler.

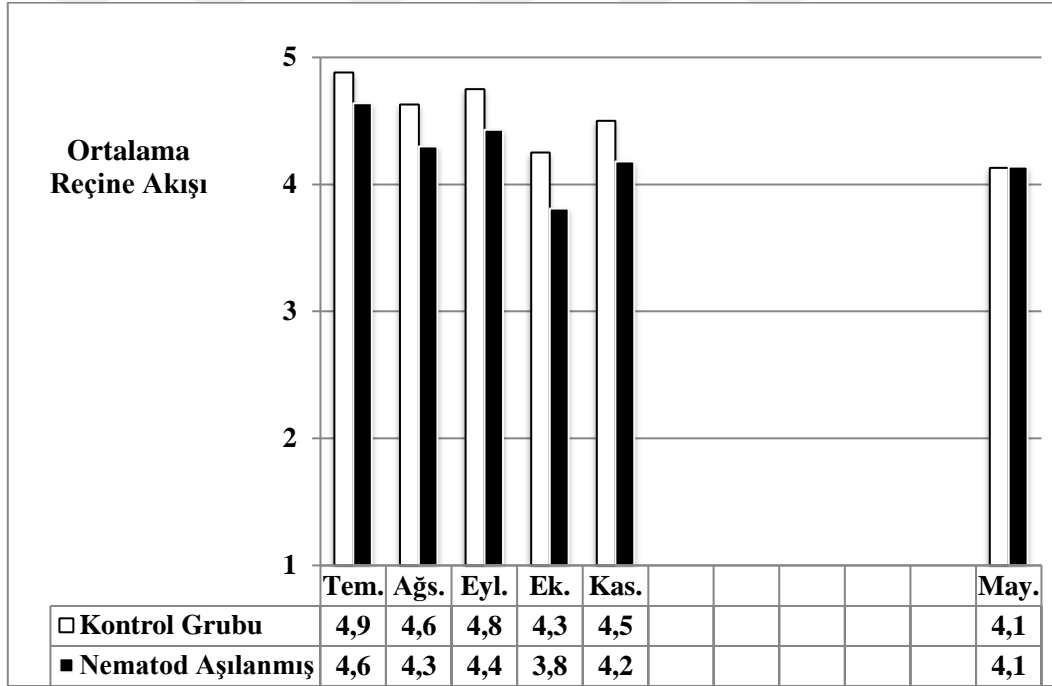
Ağaç Türü	Nematod Türü	Doz	Ağaç No	RD1	RD2	RD3	RD4	RD5	RD6
Çs	K7	0	7	3	4	5	3	2	5
Çs	K8	0	8	5	5	5	2	3	5

Herbir ağaç türüne ait ölçümler ayrı ayrı grafikler üzerinde değerlendirildiğinde *P. pinaster* meşçeresinde reçine akışında proje çalışmaları süresince özellikle birinci reçine ölçümünden itibaren bir azalma görülmekte ve bu azalma dördüncü reçine ölçümüne kadar devam etmektedir (Şekil 3.1). Kontrol grubundaki ağaçlarda reçine akışında meydana gelen değişim, nematod aşılana ağaçlarla benzerlik göstermektedir. Ancak kontrol grubundaki ağaçlardaki reçine akış değerlerinin aşılana olan ağaçlara göre kısmen daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. Grafik incelendiğinde dördüncü ölçümden sonra reçine akışında artışın başladığı görülmektedir. Kasım ayında yapılan beşinci reçine ölçümünden son ölçümün yapıldığı Mayıs ayı sonuna kadar (Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan) olan beş aylık zaman dilimi arasında reçine ölçümü yapılmamıştır. Bu nedenle beşinci ölçümden sonra reçine akışının tekrar hangi aydan itibaren artmaya başladığı bilinmemektedir.



**Şekil 3.1.** *P. pinaster* meşçeresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.

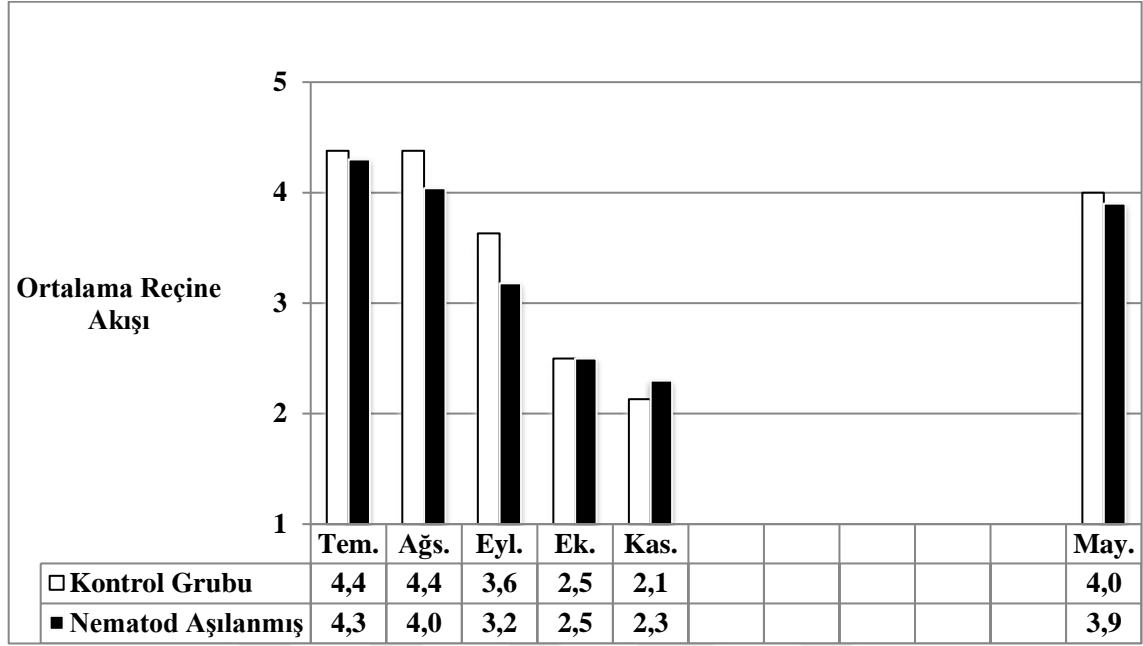
*P. nigra* meşçeresinde Temmuz ayında gerçekleştirilen birinci reçine ölçümünden ikinci reçine ölçümüne kadar bir azalma görülmektedir. Eylül ayında gerçekleştirilen üçüncü reçine ölçümünde ortalama reçine akış değerinde artış gerçekleşmiştir. Ekim ayında azalma, Kasım ayında gerçekleştirilen beşinci reçine ölçümünde ise bir artış gözlemlenmiştir. Mayıs ayında gerçekleştirilen son ölçümde reçine değerlerinde bir azalma görülmektedir. Kontrol grubundaki ağaçlarda meydana gelen değişimde nematod aşılınmış ağaçlardaki değişim ile benzerlik göstermektedir. Birinci reçine ölçümünden ikinci reçine ölçümüne kadar bir azalma durumu söz konusudur. Üçüncü reçine ölçümünde okunan değer dördüncü reçine ölçümünde okunan değere göre daha yüksek çıkmıştır. Kasım ayında gerçekleştirilen ölçümde artış, son ölçümde ise tekrar bir azalma görülmektedir. *P. nigra* meşçeresinde gerçekleştirilen reçine ölçümüne ait değerler Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. *P. nigra* meşçeresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.

Nematod aşılınan *P. sylvestris*'lerdeki ortalama reçine akışının *P. nigra* ve *P. pinaster*'e göre daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir (Şekil 3.3). Birinci reçine ölçümünden itibaren beşinci reçine ölçümüne kadar olan zaman diliminde bir azalma durumu söz konusudur. Bu azalma durumu kontrol grubundaki ağaçlar ile de benzerlik göstermektedir. Beşinci ölçümden sonra nematod aşılınmış bireylerde ve kontrol

grubundaki ağaçlarda reçine akışında bir artışın başladığı görülmektedir. Ayrıca kontrol grubundaki ağaçların reçine akış değerleri nematod aşılannmış ağaçlara göre daha yüksektir.



Şekil 3.3. *P. sylvestris* meşçeresinde ortalama reçine akış değerlerinin zamana göre değişimi.

Çalışma sonunda ağaçlardan alınan talaş örneklerinden elde edilen nematod sayıları çok düşük çıkmıştır. *P. pinaster*'de 38, *P. nigra*'da ise 20 ağaçta nematoda rastlanmıştır. *P. nigra*'da 225 numaralı ağaçta 225 adet (12.11 gr), ve 416 kodlu ağaçta 244 adet (10.75 gr talaşta) nematoda rastlanmıştır. *P. sylvestris*'te ise 28 ağaçta nematoda rastlanmıştır. Sadece 216 kodlu ağaçta yüksek sayıda (15667 adet/27.98 gr) nematod bulunmuştur. (Çizelge 3.7). Her üç türde de kontrol grubu olarak ayrılan ağaçlardan alınan örneklerde nematoda rastlanılmamıştır.

Çizelge 3.7. Çalışma sonunda talaş örneklerinden elde edilen nematod sayıları.

Çm			Çk			Çs		
Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı	Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı	Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı
111	24,02	3	113	15,21	2	112	30,90	4
113	18,95	5	115	17,58	4	114	23,12	3

**Çizelge 3.7 (devam).** Çalışma sonunda talaş örneklerinden elde edilen nematod sayıları.

Çm			Çk			Çs		
Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı	Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı	Nematod Çıkan Ağaç No	Talaş Ağırlığı (gr)	Çıkan Nematod Sayısı
114	12,31	1	121	11,46	3	116	25,96	1
115	18,55	1	213	13,45	2	118	31,16	2
116	20,59	7	215	14,29	2	127	37,05	3
117	23,57	1	224	12,57	9	212	29,96	2
127	22,95	1	225	12,11	225	214	19,62	9
218	21,91	2	311	11,39	3	215	28,76	1
221	18,63	1	314	12,17	6	216	27,98	15.677
228	16,14	2	325	11,34	2	221	30,22	140
312	11,42	3	413	10,81	4	224	27,17	31
313	19,42	2	415	12,09	25	225	30,91	1
315	14,05	26	416	10,75	244	226	30,13	2
316	20,59	1	418	11,11	7	228	33,01	2
322	15,78	20	423	17,44	3	314	25,14	3
325	13,55	2	527	19,34	2	322	27,33	1
328	16,07	3	613	13,01	1	323	28,56	1
412	14,53	1	621	17,30	3	324	28,73	1
417	20,13	4	623	16,78	3	411	20,25	2
421	16,03	1	628	14,40	1	414	29,98	2
423	16,72	4				416	28,02	6
426	14,65	2				626	25,65	10
428	13,21	1				621	12,33	2
512	13,90	2				622	11,98	4
513	14,02	3				623	14,76	3
515	15,58	1				624	20,00	12
516	16,59	3				625	14,00	1
517	17,09	1				626	14,27	4
521	13,43	1						
527	17,20	1						
611	10,59	5						
616	17,11	7						
621	12,33	2						
622	11,98	4						
623	14,76	3						
624	20,00	12						
625	14,00	1						
626	14,27	4						

Aşılana nematodların ağaçlardaki patojenliğinin göstergesi olarak reçine akışı esas alınmıştır. Nematod türünün reçine akışına etkisi birinci ve ikinci ölçümlerde anlamlı; üç, dört, beş ve altıncı ölçümlerde anlamlı çıkmamıştır (Çizelge 3.8).

**Çizelge 3.8.** Nematod türlerinin reçine akışı üzerine etkisi.

Değişken	DF	F	Pr>F
RD1	5	2,66	0,0230
RD2	5	3,17	0,0085
RD3	5	2,21	0,0539
RD4	5	1,73	0,1269
RD5	5	0,20	0,9612
RD6	5	1,43	0,2123

Her iki ölçümde de sadece *B. sexdentati* ve *B. anamurius* aşılana ağaçlar arasında reçine akışı açısından anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Yapılan reçine akışı ölçüm değerlerinde ağaç türleri arasında anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Ağaç türlerinin reçine akışına etkisi birinci (F= 11,89 df=2 Pr>F 0,0001) ikinci (F= 22,90 df=2 Pr>F 0,0001) üç (F= 31,43 df=2 Pr>F 0,0001), dört (F= 66,44 df=2 Pr>F 0,0001), beş (F= 121,80 df=2 Pr>F 0,0001) ve altıncı (F= 1,43 df=2 Pr>F 0,0054) ölçümlerde anlamlı çıkmıştır. Birinci ve dördüncü ölçümde reçine miktarları bakımından *P. nigra* ve *P. pinaster* birbirine benzer *P. sylvestris* ise reçine akışı düşük olduğu için bu iki ağaç türünden farklı çıkmıştır (Çizelge 3.9). İkinci, üçüncü ve beşinci ölçümde üç ağaç türü arasında anlamlı bir farklılık olup, reçine akış miktarları bakımından en düşük ortalama yine *P. sylvestris* türünde görülmektedir. Altıncı ölçümde *P. sylvestris* ve *P. pinaster* arasında anlamlı bir farklılık vardır. *P. nigra* ise reçine akış oranları bakımından bu iki türle de benzer durum göstermiştir (Çizelge 3.9).

**Çizelge 3.9.** Reçine akışı ölçümlerinin analiz sonuçları.

Reçine Değerleri	Ağaç Türleri	Sayı	Ortalama(Tukey Grouping)
RD1	Çm	104	4,7885a
	Çk	104	4,6442a
	Çs	104	4,3077b
RD2	Çm	104	4,8269a
	Çk	104	4,2981b

**Çizelge 3.9 (devam).** Reçine akışı ölçümlerinin analiz sonuçları.

Reçine Değerleri	Ağaç Türleri	Sayı	Ortalama(Tukey Grouping)
RD2	Çs	104	4,0192c
RD3	Çm	104	4,0673b
	Çk	104	4,4327a
	Çs	104	3,1827c
RD4	Çm	104	3,6731a
	Çk	104	3,8077a
	Çs	104	2,4904b
RD5	Çm	104	3,8750b
	Çk	104	4,1827a
	Çs	104	2,3269c
RD6	Çm	104	4,3558a
	Çk	104	4,1442ab
	Çs	104	3,9038b

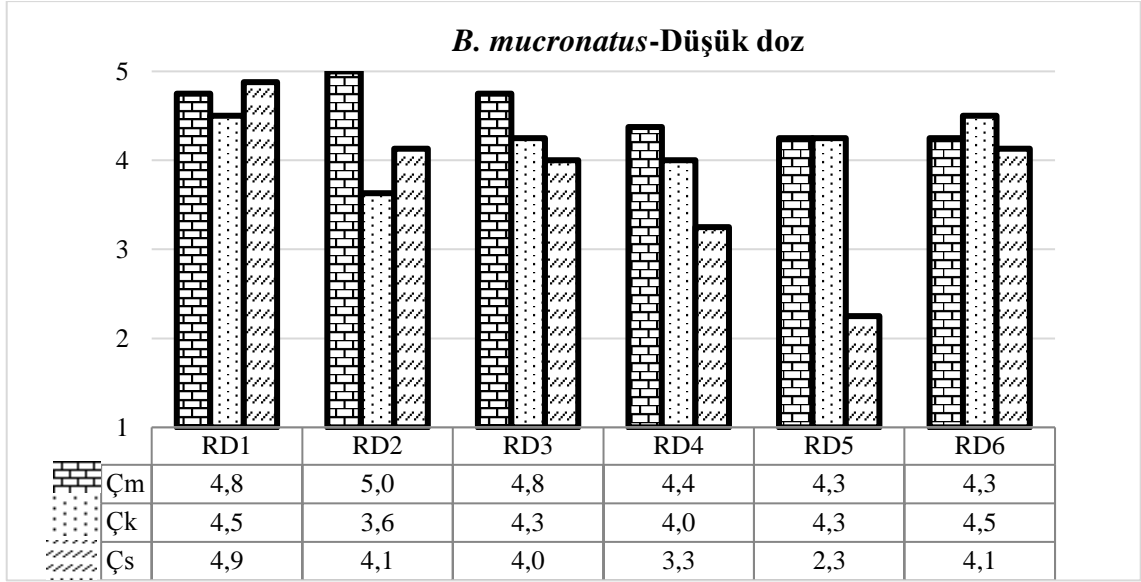
Aşılama da kullanılan iki farklı nematod dozu birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı ölçümlerde anlamlı çıkmamıştır (Çizelge 3.10).

**Çizelge 3.10.** İki farklı nematod dozunun reçine akışı üzerine etkisi.

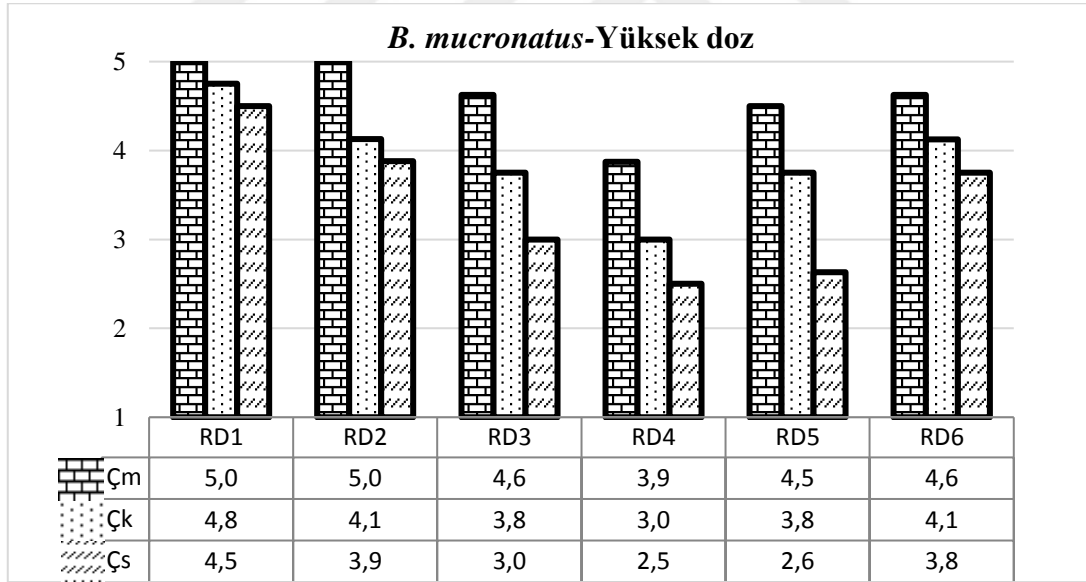
Değişken	DF	F	Pr>F
RD1	1	0,28	0,601
RD2	1	1,86	0,1735
RD3	1	0,82	0,3665
RD4	1	0,38	0,5364
RD5	1	0,30	0,5841
RD6	1	0,20	0,6540

Aşılama nematod türleri açısından *P. pinaster*'deki reçine akışı incelendiğinde ölçüm tarihlerine bağlı olarak bazı farklılıklar bulunmaktadır. Ancak belirli bir nematod türünün diğerlerine göre bütün ölçümlerde farklılık gösterdiğini söylemek mümkün değildir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15).

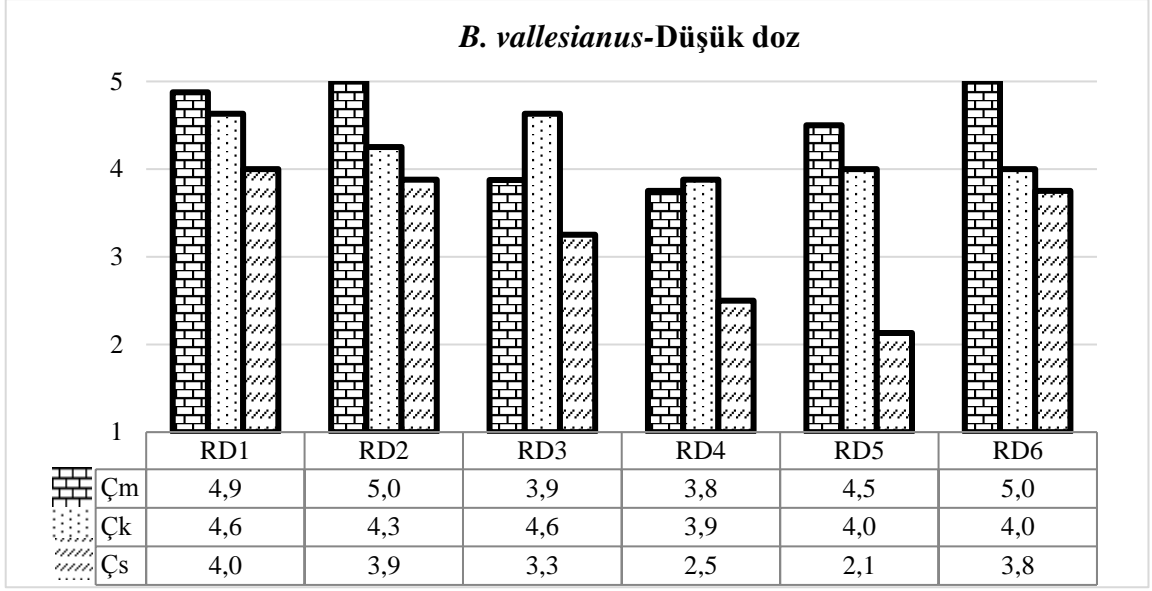




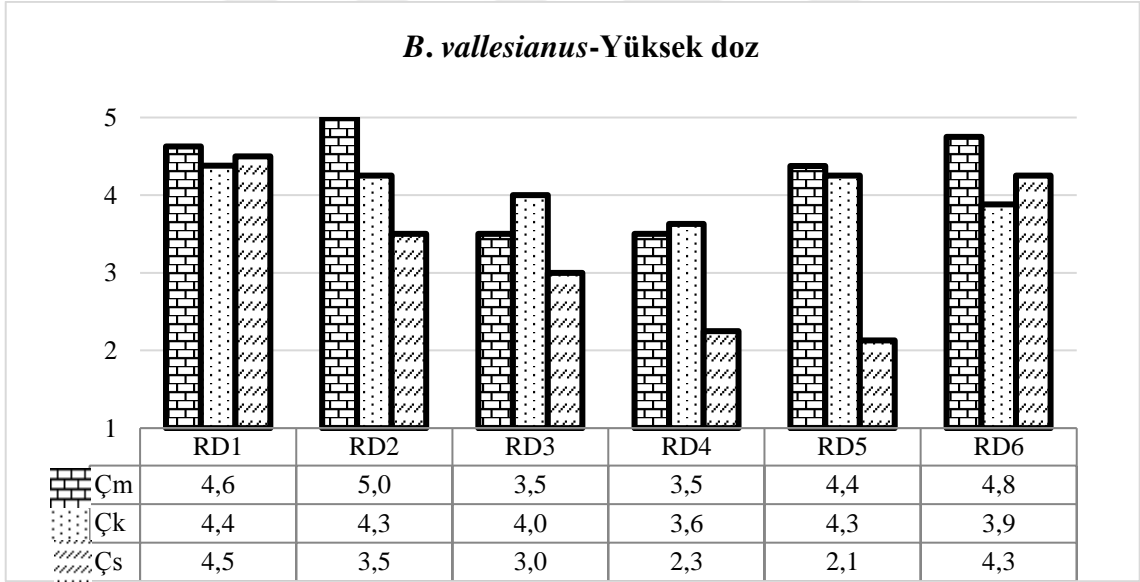
Şekil 3.4. *Bursaphelenchus murconatus*'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



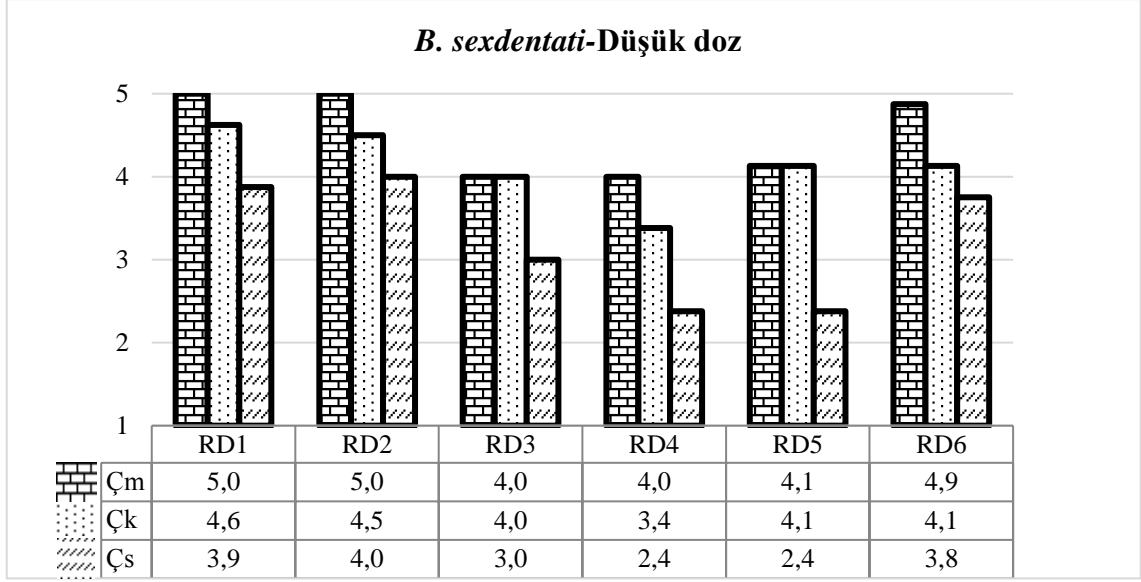
Şekil 3.5. *Bursaphelenchus murconatus*'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



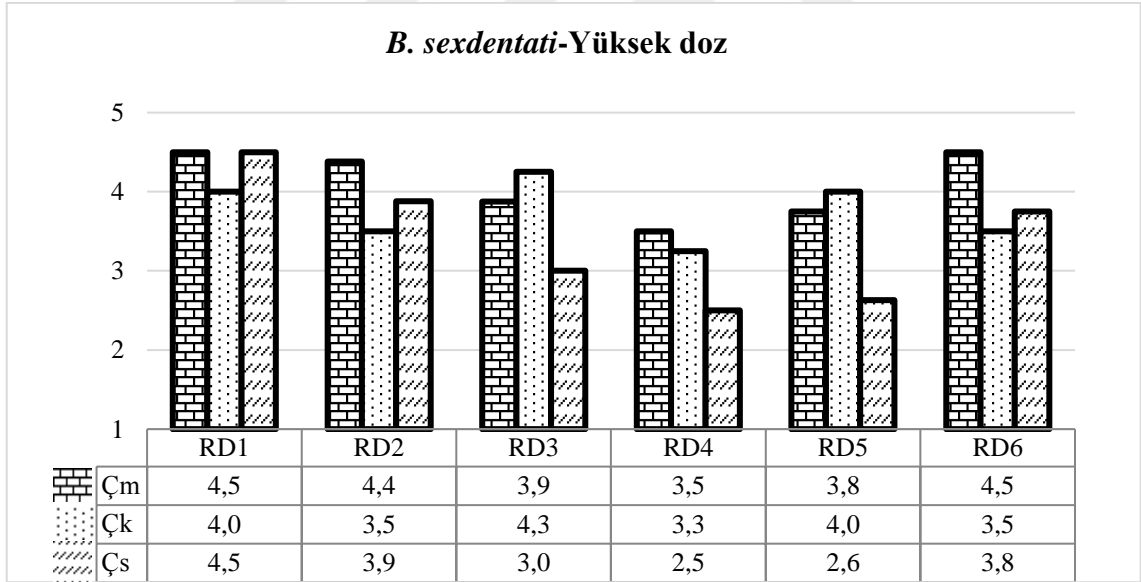
**Şekil 3.6.** *Bursaphelenchus vallesianus*'un düşük doz olarak aşılандığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



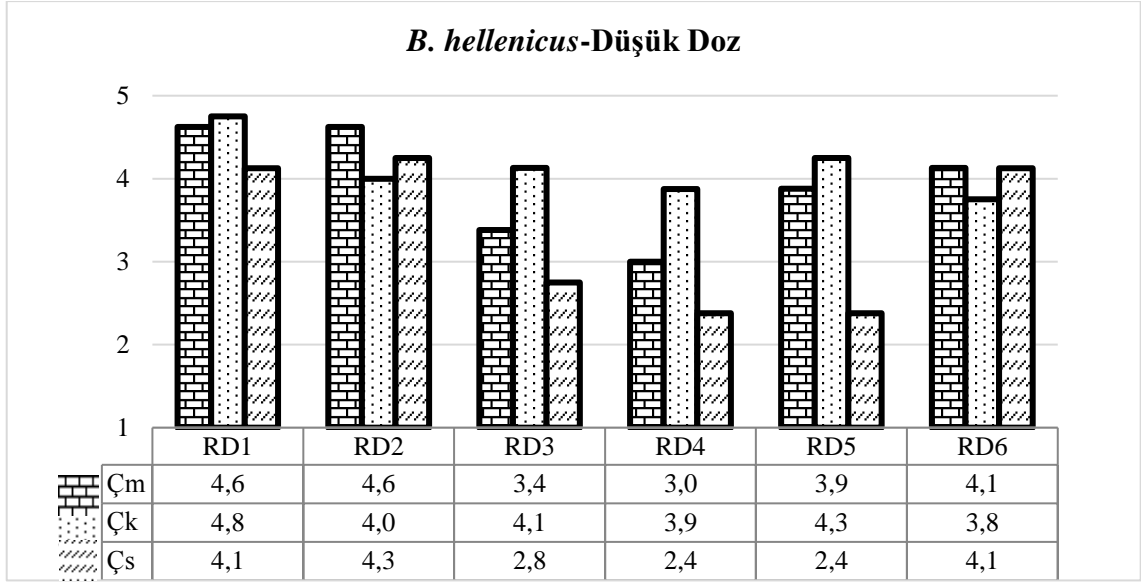
**Şekil 3.7.** *Bursaphelenchus vallesianus*'un yüksek doz olarak aşılандığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



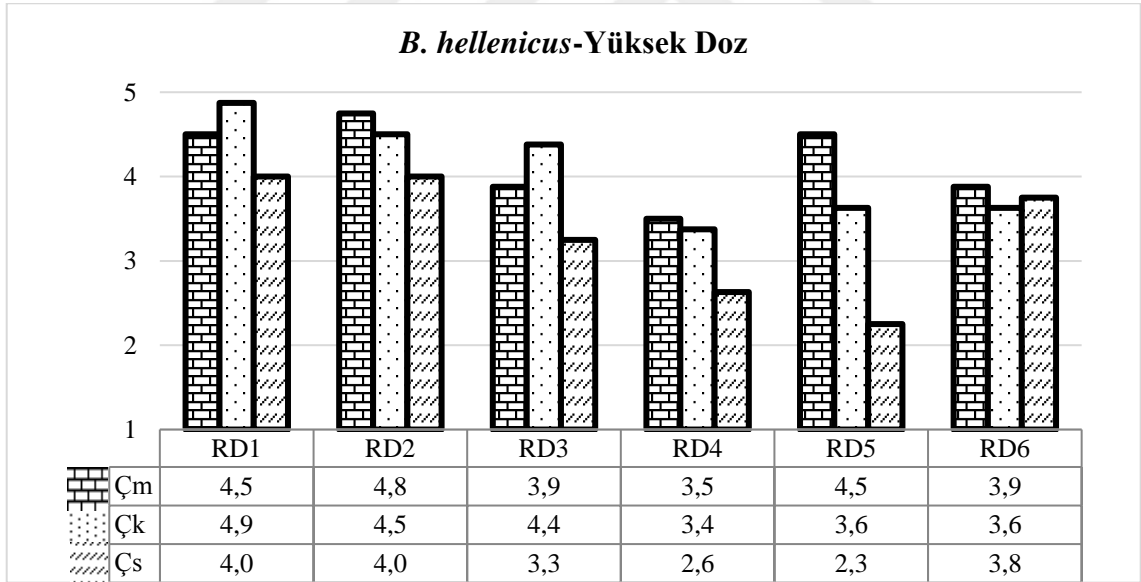
**Şekil 3.8.** *Bursaphelenchus sexdentati* 'nin düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



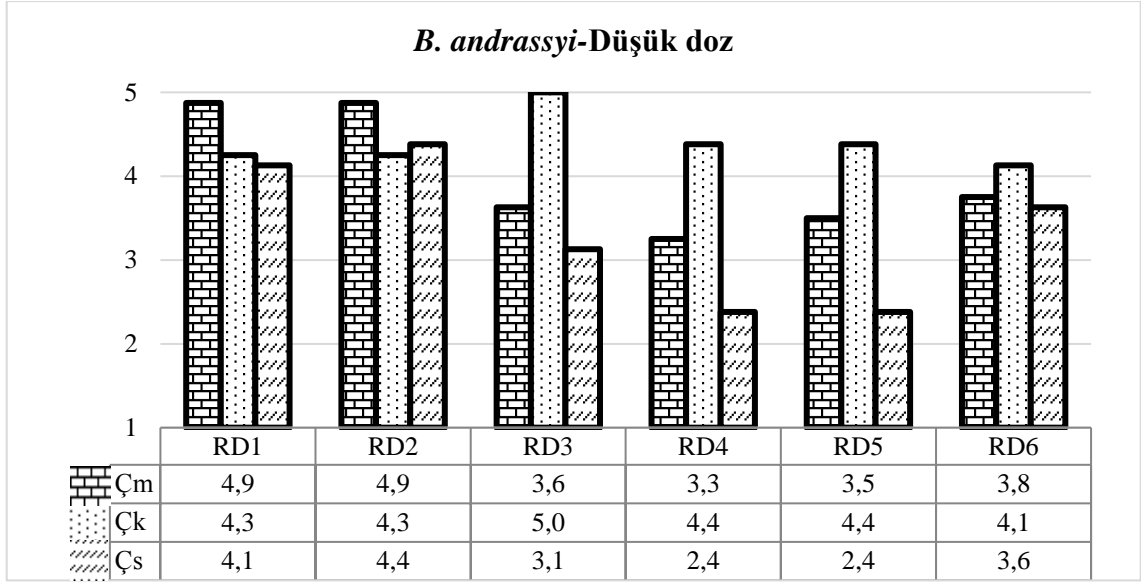
**Şekil 3.9.** *Bursaphelenchus sexdentati* 'nin yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



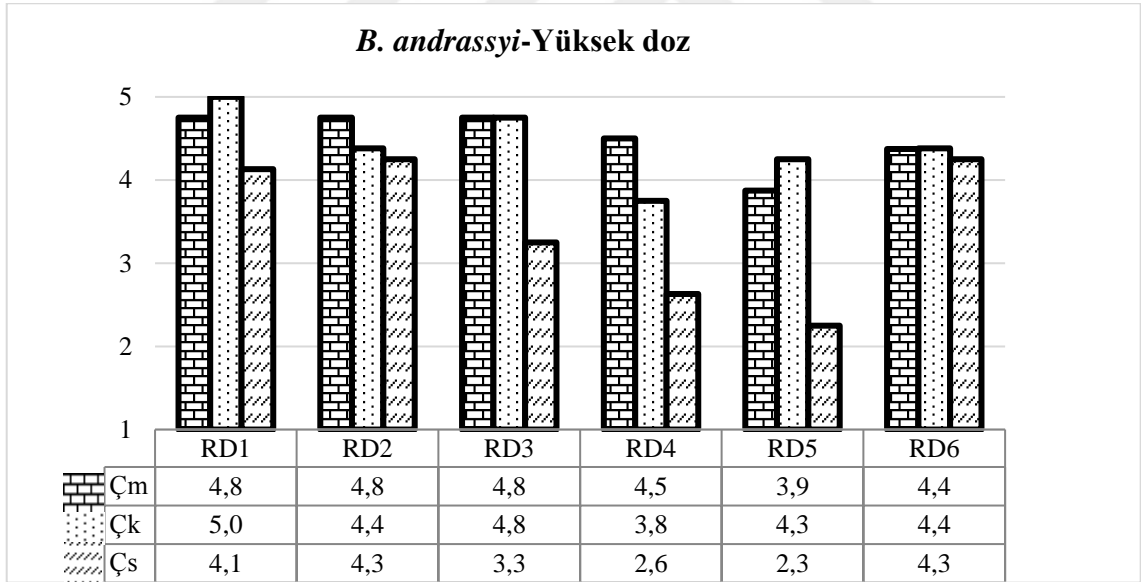
**Şekil 3.10.** *Bursaphelenchus hellenicus* 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



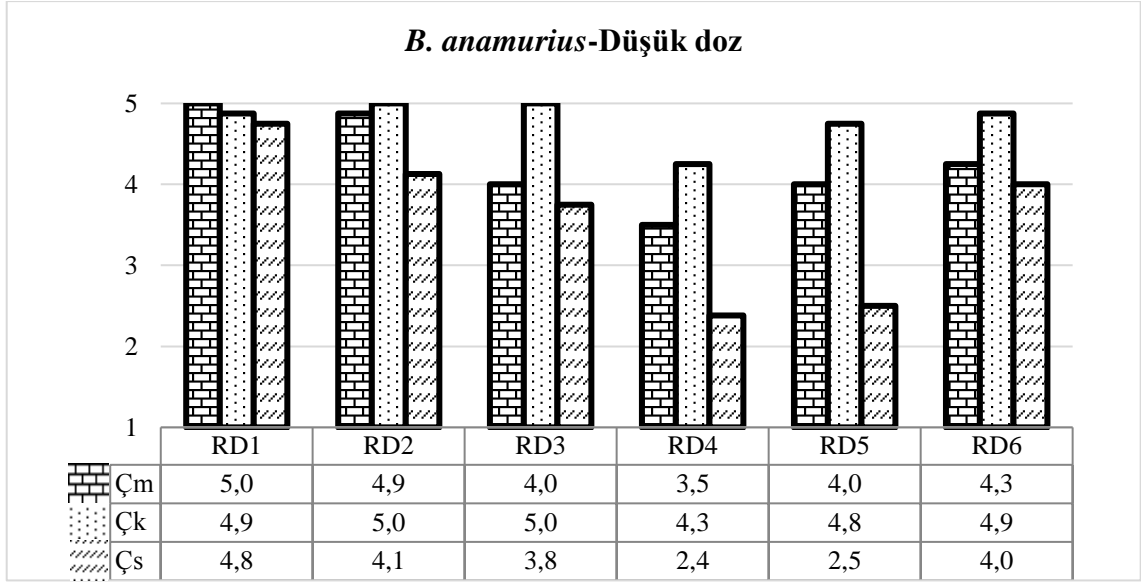
**Şekil 3.11.** *Bursaphelenchus hellenicus* 'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



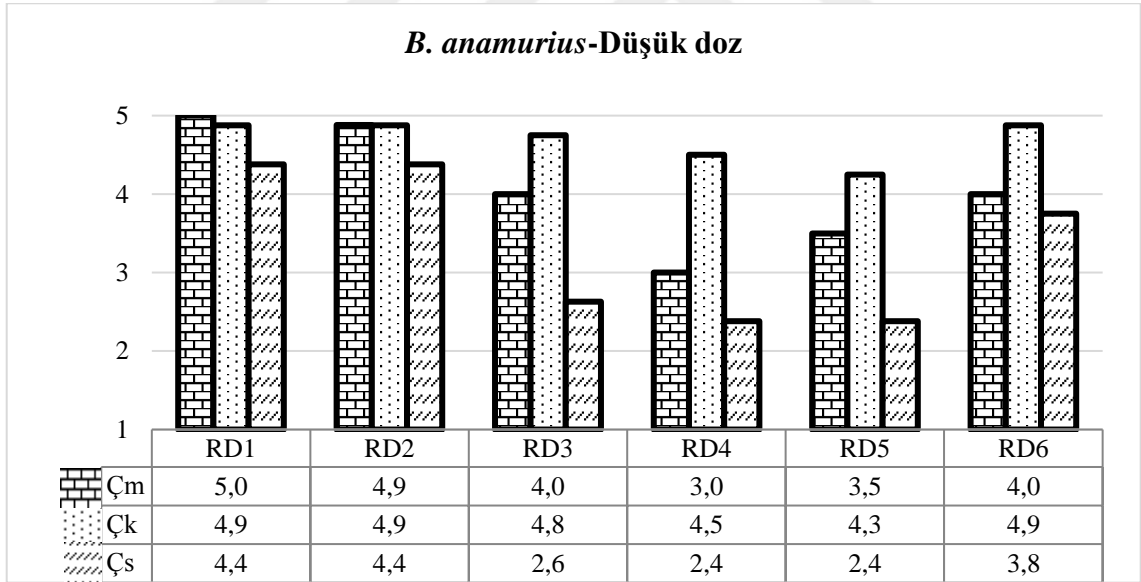
**Şekil 3.12.** *Bursaphelenchus andrassyi*'nin düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



**Şekil 3.13.** *Bursaphelenchus andrassyi*'nin yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



**Şekil 3.14.** *Bursaphelenchus anamurius* 'un düşük doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.



**Şekil 3.15.** *Bursaphelenchus anamurius* 'un yüksek doz olarak aşılandığı ağaçlarda reçine akışının zamana göre değişimi.

*P. nigra*'larda aşılama kullanılan iki farklı nematod dozunun reçine akışında anlamlı bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15).

Aşıl原因 nematod türleri açısından *P. nigra*'daki reçine akışı incelendiğinde ölçüm tarihlerine bağlı olarak bazı farklılıklar bulunmaktadır. Ancak *B. anamurius* aşıl原因 ağaçlardaki reçine akışının diğer nematod türlerinin aşıl原因 ağaçlara göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3.14, Şekil 3.15).

*P. sylvestris*'lerde aşıl原因da kullanılan iki farklı nematod dozunun reçine akışında anlamlı bir farklılığa neden olmadığı görülmektedir. Aşıl原因 nematod türleri açısından *P. sylvestris*'deki reçine akışı incelendiğinde ölçüm tarihlerine bağlı olarak bazı farklılıklar bulunmaktadır. Ancak bütün ölçümlerde bir nematod türünün diğerlerine göre reçine akışını anlamlı olacak şekilde daha fazla etkilediği yönünde bir sonuca ulaşıl原因amamıştır. Bütün nematod türlerinde *P. sylvestris*'deki reçine akışının diğer iki ağaç türüne göre daha düşük seviyede ölçüldüğü net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15).

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çam solgunluk hastalığı, çam odun nematodu *B. xylophilus*'un (Nematoda: Parasitaphelenchidae) (Steiner ve Buhner 1934) Nickle 1970, bulaştığı ağaçları kurutması şeklinde ortaya çıkan, 1900'lü yılların başlarında Japonya'dan rapor edilen ve son 30-40 yıl içerisinde de özellikle Japonya ve Çin'deki iğne yapraklı ormanlarda ciddi ekonomik zararlar meydana getiren bir tehdittir. Nematodun 1980'li yıllarda Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya ithal edilen orman ürünlerinde bulunması ve 1999 yılında Portekiz'de doğal ortamdaki *P. pinaster*'lerde tespit edilmesi (Mota ve diğ. 1999) gibi nedenler Avrupa Birliği ve üye ülkeleri harekete geçirmiştir. Avrupa'da ve diğer ülkelerde konu ile ilgili çalışmalar, *B. xylophilus*'a akraba türleri ve potansiyel vektör böcekleri de kapsamaya başlamıştır. Özellikle nematodun yeni ülkelere girişinin nasıl engelleneceğine, kontrolüne ve *Bursaphelenchus* cinsine ait olan türlerin ayrımının nasıl yapılacağına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Braasch 2001, Braasch 2004). Çam odun nematodu ve çam solgunluk hastalığının bileşenleri konusunda yapılacak olan çalışmalar; nematod ve etmeni olduğu hastalığın erken tespit edilmesini, kontrol ve mücadelesinin hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmesini ve ülke ormanlarına yayılışının engellenmesini sağlar. *B. xylophilus*'un Avrupa'da tespit edilmesinden sonra, ülkemizde de çalışmalar yapılmaya başlanılmıştır. Bu kapsamda, *B. xylophilus* başta olmak üzere diğer *Bursaphelenchus* türlerinin de varlığının tespiti (Akbulut ve diğ. 2006, Akbulut ve diğ. 2007b), nematodun vektörü olan böcek türlerinin çam ormanlarındaki varlıklarının araştırılması ve vektör böcek olan *M. galloprovincialis*'in laboratuvar koşullarında bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi (Akbulut ve Linit 1999a, Akbulut ve Linit 1999b, Akbulut ve Linit 1999c, Akbulut ve Stamps 2004, Akbulut ve diğ. 2007a, Akbulut ve diğ. 2008, Akbulut ve diğ. 2009, Akbulut ve Stamps 2012), ülkemiz ormanlarında tespit edilen bazı *Bursaphelenchus* türlerinin belirli yaştaki çam fidanlarındaki patojenlik potansiyellerinin araştırılması (Akbulut ve diğ. 2007c, Dayı ve Akbulut 2012, Dayı ve diğ. 2014) konulu çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma ülkemiz ormanlarında ilk defa tespit edilen *Bursaphelenchus* türlerinin patojenlik potansiyellerinin; doğal orman ekosistemi koşulları altında ve belirli yaştaki ağaçlar kullanılarak tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Daha önce sera koşullarında ya da açık alanda 2-3 yaşlı tüplü fidanlar kullanılarak patojenlik testleri yapılmıştır. Ancak fidanlarla yapılan patojenlik testi sonuçlarının doğal ekosistem koşulları altında



meydana gelen hastalığın etkisini açıklamada yetersiz kaldığı ifade edilmektedir (McNamara 2004). Ayrıca, fidanlar kullanılarak yapılan çalışmalar genellikle kontrol edilen koşullar altında yapıldığı için çevresel etkenlere bağlı stres faktörlerinden etkilenmemektedir (Linit ve Tamura 1987). Fidanlar kullanılarak yapılan çalışmalar, o zararlının patojenlik potansiyeli hakkında araştırmacı ve uygulayıcılara bir öngörü sağlayabilir. Doğal orman ekosistemlerindeki orman ağaçları kullanılarak yapılacak patojenlik çalışmasının doğaya en yakın sonuçların elde edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

Mevcut çalışma, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Düzce Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Düzce (*P. pinaster*), Darıyeri (*P. nigra*) ve Odayeri (*P. sylvestris*) Orman İşletme Şefliklerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma için seçilen şefliklerden orta yaştaki bireylere (c çağı) sahip birer meşcere seçilmiştir. Her bir meşcerede 104 ağaç olmak üzere toplamda üç meşcereden kontrol gruplarındaki ağaçlarda dahil olmak üzere 312 ağaçta patojenlik çalışması yürütülmüştür. Çalışma kapsamında laboratuarda kültürleri bulunan altı *Bursaphelenchus* (*Bursaphelenchus mucronatus*, *B. sexdentati*, *B. hellenicus*, *B. vallesianus*, *B. andrassyi* ve *B. anamurius*) türü iki farklı doz şeklinde (2000±100/2,5ml ve 20000±500/2,5ml) üç çam türünden seçilen ağaçlara aşılanmıştır. Aşılama işlemi olası yaz kuraklığının nematod türlerinin patojenlik potansiyellerine etkisini görmek için yaz dönemi öncesinde planlanmıştır. Nematod aşılması yapılan (8x6x2) 96 adet (her ağaç türü için) ve toplamda 3 çam türü (*P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*) için (96x3) 288 ağaç 12 ay süre ile belirli aralıklarla takip edilmiştir. Nematodların patojenliklerinin belirlenmesinde reçine akış ölçümleri, ibrelerde renk değişiklikleri, ağaçta meydana gelen kuruma belirtileri, vektör böcek varlığı ve faaliyetleri kullanılmıştır. Özellikle reçine miktarında zamana bağlı olarak meydana gelen değişimler *Bursaphelenchus* türlerinin patojenlik etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir araç haline gelmiştir (Oda 1967).

Projenin öncelikli amacı, ülkemizde yayılış gösteren, farklı bölgeler ve ağaç türlerinde tespit edilen altı *Bursaphelenchus* türünün patojenlik potansiyellerinin iki farklı nematod dozu kullanılarak üç farklı çam türünde doğal ekosistem koşulları altında tespit edilmesidir. Nematod aşılanan 288 ve kontrol amaçlı steril su enjekte edilen 24 ağaçta proje süresince (12 ay) herhangi bir kuruma olayının meydana gelmediği görülmüştür. Ağaçlarda yapılan gözlemlerde (görülebilir yüksekliğe kadar) böcek faaliyetine

rastlanılmamıştır. Çalışma kapsamında nematod aşılama tüm ağaçlarda belirli zaman aralıklarıyla reçine akışının değerlendirilmesi için ölçümler yapılmıştır. Reçine akışı ölçümleri nematod aşılama tarihinden itibaren aylık olarak yapılmıştır. İlk beş ayda her ay ölçüm yapılmıştır. Ancak gövde üzerinde kabuk zararını azaltmak ve aynı zamanda kış nedeniyle araştırma sahalarına ulaşılabilirliğin zor olması (özellikle *P. sylvestris* meşceresinin olduğu bölge) nedeniyle Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında ölçüm yapılmamıştır. Mayıs ayında (projenin son ayı) son reçine akışı ölçümü yapılmış ve aşılama nematodların örneklenmesi için de talaş örneği alınmıştır.

Aşılama yapılan üç ağaç türünde de reçine akışında zamana göre bir değişim görülmektedir. Genel olarak ikinci reçine akışı ölçümünden itibaren beşinci reçine akışı ölçümüne kadar reçine akış miktarında bir azalma gözlenmiştir. Beşinci ölçümden beş ay sonra yapılan son ölçümde ise reçine akışının projenin ilk ayında yapılan ölçüm değerine yaklaştığı görülmektedir. Bu trend hem aşılama yapılan üç ağaç türünde hem de aşılama altı nematod türünde görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15). Linit ve Tamura (1987) yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Reçine akışında nematod aşılama hemen sonra belirli bir dönemde azalma meydana gelmiş, çalışmanın sonlarına doğru ise tekrar artış görülmüştür.

Yapılan ölçümlerde reçine akış değerleri ile ağaç türleri arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. Özellikle *P. sylvestris*'in reçine akış ortalaması diğer çam türlerine göre daha düşüktür. Nematod türlerinin reçine akışı üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde birinci ve ikinci ölçümlerde sadece iki nematod türünün (*B. sexdentati* ve *B. anamurius*) aşılama ağaçları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Ayrıca, nematod aşılama ağaçlarda çalışmanın 12. ayında yapılan reçine ölçümleri, hastalık belirtilerinin olup olmadığı yönündeki gözlemler ve ağaçlardan alınan talaş örneklerindeki nematod sayıları, aşılama nematodların ağaçları kolonize etmede başarılı olmadıklarını göstermektedir.

Nematod popülasyonunun yoğun olduğu durumdaki patojenlik potansiyelini görebilmek için çalışmada iki farklı nematod dozu kullanılmıştır. Yüksek dozda 20000 adet, düşük dozda da 2000 adet nematod ağaçlara enjekte edilmiştir. Düşük doz ile yüksek doz arasında reçine akışı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Ancak yüksek dozda nematod aşılama ağaçlarda reçine akış değerlerinin düşük doz

nematod aşılanaanlara göre daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, 3.15). Kontrol grubu olarak ayrılan ağaçlarda zamana göre reçine akışında nematod aşılanaan ağaçlardaki reçine akışına benzer bir eğilim olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki ağaçların reçine akış değerlerinin nematod aşılamaşı yapılan ağaçlarda elde edilen ölçümlere göre az da olsa yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3). Benzer sonuçlar ABD’de yapılan çalışmada da görülmektedir. Özellikle yerli türlerde kontrol grubu ile nematod aşılanaan ağaçlardaki reçine akış değerleri birbirine yakın çıkmıştır (Linit ve Tamura 1987).

Nematod aşılanaan üç ağaç türünde çalışmanın 12. ayında yapılan reçine ölçümleri, hastalık belirtilerinin olup olmadığı yönündeki gözlemler ve ağaçlardan alınan talaş örneklerindeki nematod sayıları, aşılanaan nematodların, ağaçları kolonize etmede başarılı olamadıklarını göstermektedir. Çizelge 3.7 incelendiğinde aşılanaan ağaçlardan çıkan nematod sayılarının çok düşük olduğu görülmektedir. Nematod aşılanaan *P. pinaster*’lerin %40’ında, *P. nigra*’ların %21’inde ve *P. sylvestris*’lerin %30’unda nematod çıkmıştır. Diğer aşılanaan ağaçlardan alınan örneklerde nematod bulunamamıştır. Çalışma sonundaki örneklemeler göğüs yksekliginde ve gövdenin iki farklı yönünden el burgusu yardımıyla yapılmıştır. Doğal olarak nematod poplasyonunun bulunduğu ağaçlarda, nematod örneklemesinin yapıldığı alanın büyüklüğü (yaklaşık 3x3cm ve iki adet) rneklenen ağacın boyutlarına göre çok küçük bir alandan yapıılıyor olsa da ağaçta yoğun bir nematod popülasyonu var ise alınan talaş örneklerinde belirli sayıda nematoda rastlanması olasılığı vardır. Alınan talaş örneklerindeki nematod sayısı nematod poplasyonunun ağacı kolonize etme aşıısından ne kadar başarılı olup olmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Çizelge 3.7 incelendiğinde her üç ağaç türünde de önemli sayıda ağaçta nematoda rastlanılmamıştır. Ancak bu sonuç, aşılanaan nematodun ağaçta kesinlikle olmadığı garantisini bize vermez. Ağaç içerisindeki nematodun yoğun bir popülasyona sahip olmadığı sonucunu verebilir. Aşılama yapılan ağaçta nematod olsa bile 12. ayda yapılan örnekleme zamanında ve özellikle örneklemenin yapıldığı noktada nematodun olmaması olasılığı her zaman vardır. İyi bir nematod rneklemesi için ağacın farklı ykseklıklarından talaş rneği alınması, nematod varlığı aşıısından daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar. Ancak mevcut çalışmada, ağaçlarda kuruma meydana gelmediği için ağaçların kesilmesi mümkün olmamıştır. Linit ve Tamura’nın (1987) yaptığı çalışmada da önemli

sayıda ağaçtan çalışma sonunda nematod izole edilememiştir. *B. xylophilus* aşılana ve tamamen kuruyan dokuz *P. sylvestris*'in beş tanesinden çalışma sonrasında nematod izole edilebilmiştir. *P. banksiana*, *P. echinata* ve *P. strobus* türlerinde aşılana toplam 39 (15+15+9) ağaçtan sadece iki adedinden çalışma sonunda nematod izole edilebilmiştir. Bu sonuç ile mevcut çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. Nematod aşılana ağaçlardan çalışma sonrasında nematod izole edebilmenin garantisi yoktur.

Elde edilen sonuçları, projenin amaçları açısından değerlendirdiğimizde aşılana altı farklı nematod türünün üç farklı ağaç türünde doğal ekosistem koşulları altında ve belirli yaştaki ağaçlarda patojen etkiye sahip olmadıkları görülmüştür. Bu sonuç, arazide yapılan *Bursaphelenchus* taramaları sırasında yapmış olduğumuz gözlemleri de teyit eder niteliktedir. 2000'li yılların başından günümüze kadar ülkemizin farklı bölgelerindeki çam ormanlarında yürütölen *Bursaphelenchus* türlerinin sörvey çalışmalarında, hiçbir zaman toplu kurumlara rastlanılmamıştır. *Bursaphelenchus* türlerinin tespit edildiği noktalarda kurumalar bazen tek ağaç ya da birkaç ağaç ile sınırlı kalmıştır. *Bursaphelenchus* türlerinin ülkemizin doğal türleri olması da çalışma sonucunda aşılana ağaçlarda kurumaların meydana gelmemesinin nedenlerinden biridir. Ülkemizde bulunan yerli zararlı türlerin olağanüstü koşulların altında (ekstrem iklim koşulları, insanların yapmış olduğu yanlış uygulamalar) popölasyonlarının artması durumunda zararlı hale geçtikleri bilinmektedir. Nematod popölasyonunun yüksek olduğu durumdaki olası sonuçları görebilmek için projede iki farklı nematod dozu kullanılmış ve yüksek dozda (20000 adet) nematod ağaçlara enjekte edilmiştir. Ancak düşük doz ile yüksek doz arasında reçine akışı açısından anlamlı bir farklılık görölmemiştir.

Daha önce farklı ölkelerde yapılan patojenlik çalışmalarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Finlandiya'da, açık hava koşullarında *P. sylvestris* türü üzerinde *B. mucronatus*'un patojenlik etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. *B. mucronatus*, *P. sylvestris* türünün hem fidanlarına hem de ağaçlarına inoküle edilmiştir. Çalışmanın sonunda fidanlar ve genç ağaçların bu durumdan etkilenmedikleri görölmüştür (Tomminen 1993). Amerika Birleşik Devletleri'nde *B. xylophilus* kullanılarak yapılan çalışmada doğal koşullar altındaki 20 yaşındaki dört farklı çam türünde patojenlik çalışması yapılmıştır (Linit ve Tamura 1987). Çalışmanın sonuçlarına

göre aşılana 15 *P. sylvestris*'den (Kuzey Amerika için yabancı tür) dokuzu kuruyarak ölmüş ve bu ağaçların beşinden tekrar nematod izole edilebilmiştir. Diğer üç çam türünde (*P. banksiana*, *P. echinata*, *P. strobus*) toplam aşılana ağaç sayısı 39 ve kuruyan ağaç sayısı ikidir. Çalışma sonrasında bu üç çam türünden sadece iki ağaçtan nematod izole edilebilmiştir. Kuzey Amerika'nın doğal türü olan bu üç çam türünde patojenliğin çok düşük seviyede çıkması, yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları ile de örtüşmektedir. Ayrıca nematod aşılana ağaçlardan çalışma sonrasında çok az sayıda ağaçtan nematod izole edilebilmesi (Linit ve Tamura 1987) de mevcut çalışmamızla örtüşen bir sonuçtur. Ülkemizde belirli yaşta fidanlar kullanılarak yapılan çalışmalar yapılmıştır (Akbulut ve diğ. 2007a, Dayı ve Akbulut 2012). McNamara (2004) sadece genç bitkilerin kullanılması ile gerçekleştirilen patojenlik çalışmalarının doğal koşullar altında hastalığın meydana gelmesini açıklamakta yeterli olmayacağı görüşünü ileri sürmekte ve bu çalışmaların sonuçlarının farklılıklar içerdiğini ifade etmektedir. Belirli yaşta fidanlar kullanılarak yapılan patojenlik testlerinin uygulayıcılara, zararlı türün patojenlik potansiyeli hakkında bazı ip uçları vermesi açısından önemi olacağı düşünülmektedir. Ülkemizde üç yaşlı fidanlar kullanılarak yapılan patojenlik testlerinde (Akbulut ve diğ. 2007a, Dayı ve Akbulut 2012) kullanılan nematod türlerinin belirli oranlarda patojenliğe neden oldukları tespit edilmiştir. Özellikle bu çalışmalarda *P. sylvestris*'in en hassas tür olduğu ve *B. mucronatus*'un patojenlik potansiyelinin diğer *Bursaphelenchus* türlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak mevcut, çalışmada fidanlarla yapılan patojenlik testlerine benzer bir sonuç elde etmek mümkün olmamıştır. Bu sonucun nedenleri önceki bölümlerde açıklanmıştır.

Nematod aşılana fidanlar ve ağaçlarda meydana gelen değişimler çeşitli zamanlarda araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Aşılama işleminden sonra ağaçların ölmediği ancak reçine akışında geçici bir azalma olduğu ve kısmen bazı dalların öldüğü gözlemlenmiştir (Sasaki ve diğ. 1984, Sugawa 1982, Suzuki ve Kiyohara 1978). Bu çalışmaların sonucunda ölen bireylerin olmaması ve reçine akışında azalma durumunun geçici olması mevcut çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Tamura ve Dropkin (1984), dirençli bitki türlerinde meydana gelen değişimleri sitolojik ve fizyolojik açıdan gözlemlemişlerdir (Tamura ve Dropkin 1984). Altı yaşındaki *P. strobus* türüyle yapılan patojenlik testi çalışmasında, aşılama sonrası hemen sonra reçine akışında yoğun bir şekilde artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu ağaçlarda travmatik reçine kanallarının ve savunma mekanizmasının oluşumu da gözlemlenmiştir

(Tamura ve diğ. 1986). Futai ve Fruno (1979)'da benzer oluşumları, aynı yaştaki *P. strobus* türünde rapor etmişlerdir. Nematod aşılandıktan sonra iki ay boyunca reçine akışında meydana gelen artışın olağandışı bir durum olduğunu ifade etmişlerdir (Futai ve Fruno 1979).

Mevcut çalışmada reçine akışında aşılamaadan itibaren meydana gelen düşüşün farklı nedenleri olacağı düşünülmektedir. Aşılama tarihinden itibaren meydana gelen düşüş ve bu düşüşün bazı türlerde dört, bazı türlerde ise beşinci reçine ölçümüne kadar devam etmesi, aşılamaadan hemen sonra nematod türlerinin belirli bir oranda etkisinin olabileceği ihtimalini düşündürmektedir. Benzer sonuç A.B.D.'de yapılan çalışmada da tespit edilmiştir (Linit ve Tamura 2007). Reçine akışında meydana gelen değişimler kontrol grubundaki ağaçlarla benzerlik gösterse de kontrol grubundaki ağaçlarda reçine akışı genellikle daha yüksek çıkmıştır. Aşılama nematodların çalışmanın ilk 4-5 aylık döneminde azda olsa reçine akışına olumsuz yönde bir etkisinin olabileceği, ancak ikinci altı aylık dönemde nematodların aşılama ağaçlarda kolonize olma konusunda başarısız oldukları görülmektedir.

Reçine akışlarında meydana gelen zamansal değişimleri sıcaklık ile ilişkilendirmek mümkün olmaktadır. Sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında nematod aşılama bireylerde 40 ya da 60 gün içerisinde ölüm meydana gelebilmektedir (Mamiya 1976). Aşılamaanın ilkbaharda yapılması durumunda hastalığın belirtileri uzun zaman içinde kendini gösterirken, kış ve sonbahar aylarında yapılan aşılama işlemlerinde herhangi bir hastalık belirtisi gözlemlenmemektedir (Kiyohara ve Tokushige 1971). Yapılan bir aşılama deneyinde 25-30°C sıcaklıkta hastalık belirtileri gözlemlenmiş, daha düşük sıcaklıklarda ise (15-20°C) gözlemlenmemiştir (Kiyohara 1973). Çam solgunluk hastalığının meydana geldiği bölgelerde yaz aylarında günlük ortalama sıcaklığın 20°C'nin üzerinde olduğu görülmektedir (Rutherford ve diğ. 1990). Görünür semptomlar ve çamların ölümleri nematod popülasyonları ile ilişkilendirildiğinde sıcaklığın nematodun üreme potansiyelini arttırdığı ve konukçunun fizyolojisini etkilediği öne sürülmüştür (Melakeberhan ve diğ. 1992). Çalışmaların sonuçları mevcut çalışma ile örtüşmektedir. Çalışma süresince yaz aylarındaki ortalama sıcaklık değerleri 20°C'nin üzerine sadece *P. nigra* ve *P. pinaster* meşceresinde Temmuz ve Ağustos ve Eylül aylarında çıkmıştır. Ortalama sıcaklık değerlerinin düşük olmasının nematod popülasyonlarının gelişimini ve patojenlik potansiyelini olumsuz yönde etkilediği

düşünülmektedir. Çünkü yaz ayları ortalama sıcaklığının 20°C'nin üzerinde olması durumunda nematodun gelişimi ve patojenlik potansiyelinin yüksek olabileceği belirtilmektedir (Rutherford ve diğ. 1990). Reçine akışında zamana göre meydana gelen değişimin bir diğer nedeninin ağaçların fizyolojisinde mevsimlere göre oluşan değişimlerle ilgili olması da söz konusudur. Çünkü nematod aşılınmayan kontrol grubundaki ağaçlarda da nematod aşılınan ağaçlarla benzerlik gösteren bir değişim gözlemlenmiştir. Ağaçlar arasındaki reçine akışındaki farklılıkların türlerin ürettiği reçine miktarıyla ilgili olabileceği ve buna göre *P. sylvestris*'in diğer iki çam türüne göre reçine miktarının daha az olduğu çalışmadan elde edilen sonuçlardan anlaşılmaktadır. Ayrıca, iklim verilerinde meydana gelen mevsimsel değişimlerin de ağaçların reçine akışına etkisinin olabileceği düşünülmektedir (Westbrook ve diğ. 2013, Rodrigues ve diğ. 2009, Coppen ve Hone 1995, Füller ve diğ. 2016). Genel olarak (bazı istisnalar hariç) aşılama sonrası Temmuz ayından itibaren Kasım ayına kadar reçine akışında bir düşüşün olduğu görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15).

Biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin örneğin mekaniksel yaralanma, patojenlerin bulaşması, suyun kullanılabilirliği, mevsimsellik, kimyasal uyarıcıların uygulanması gibi bazı faktörlerin çamlarda reçine biyosentezini etkileyen faktörler olduğu ifade edilmektedir (Lombardero ve diğ. 2006, Rodrigues ve Fett-Neto 2009, Ferreira ve diğ. 2011). Sıcaklıkta meydana gelen değişimlerin çam türlerinde reçine üretimine etkisi olduğu belirtilmektedir (Brito ve diğ. 1978). Reçine akış basıncının ağacın içindeki su balansı (Rissanen ve diğ. 2016) ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Transpirasyon oranı havadaki ve topraktaki nem miktarı da reçine akış basıncını etkileyen faktörlerdir (Vite 1961, Neher 1993). Su eksikliği ya da hızlı meydana gelen transpirasyon üretilen reçine miktarında azalmaya neden olmaktadır (Vite 1961). Çalışmanın amacı *P. sylvestris*, *P. nigra* ve *P. pinaster*'in reçine akışı arasındaki farklılıkların ortaya çıkarılması ve nematod dışındaki etkenlerin araştırılması değildir. Aşılınan nematodların ağaçlarda patojen etkiye sahip olup olmadığının belirlenmesidir. Projenin sonuçlarına göre, çalışmada kullanılan altı nematod türünün de üç çam türünde doğal ekosistem koşulları altında patojen etkiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Çalışmanın amacı dışında olması nedeniyle, reçine akışında zamana göre meydana gelen değişime neden olan diğer abiyotik ya da biyotik faktörler araştırılmamıştır. Bu nedenle, reçine akışını

etkileyebilecek nematod dışındaki diğer biyotik ve abiyotik faktörler proje raporunda kapsamlı bir şekilde incelenmemiş ve tartışılmamıştır.

Kuzey Amerika'nın doğal türü olan *B. xylophilus*, bölgedeki doğal ağaç türleri üzerinde kurumlara neden olmamaktadır. Nematodun Asya ülkelerine taşınmasından sonra bu ülkelerde yerli ağaç türleri üzerinde ciddi zararlar meydana getirmiştir. Çam solgunluk hastalığı ve etmeni olan *B. xylophilus* dünyadaki hassas çam ormanları açısından son derece önemli bir tehlikedir. Son olarak, Portekiz'de *P. nigra* ağaçlarında da rapor edilmesiyle, yayılış gösterdiği alanı ve etkilediği ağaç türü sayısını arttırdığı görülmektedir (Inacio ve diğ. 2014). Bütün bu gelişmeler, *B. xylophilus*'un çok önemli bir istilacı tür olduğunu göstermektedir. Ülkemiz ormanları çam türlerinin önemli bir yayılışa sahip olması, vektör böcek türünün bulunması ve sıcaklık ortalamalarının yüksek olması yönüyle *B. xylophilus*'un yayılması için gerekli olan koşullara sahiptir. Bu yüzden, *B. xylophilus*, diğer *Bursaphelenchus* türleri, vektör böcekler ve çam solgunluk hastalığı konusundaki çalışmaların süreklilik arz etmesi ülkemiz açısından son derece önemlidir. Mevcut çalışma, ülkemizde konuyla ilgili bazı eksik bilgilerin tamamlanmasına katkı sağlaması açısından önemli sonuçlar üretmiştir. Ülkemiz ormanlarında hassas çam türlerinin ve vektörün yayılış gösterdiği bölgelerde daha dikkatli olunmalıdır. Ayrıca Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları sıcaklık ortalamalarının 20°C'den yüksek olduğu yörelerde periyodik gözlemlere önem verilmesi gerekmektedir. Yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında nematoda karşı dirençli türlerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Ülkemiz, yurtdışından yabancı istilacı türlerin girişine son derece uygun bir coğrafik konumda yer almaktadır. Son yıllarda meşelerde zararlı olan *Corythucha arcuata* (Say 1932), (Heteroptera: Tingidae) (Mutun ve diğ. 2008), kestanelerde görülen Kestane gal arısı, *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu 1951) (Hymenoptera: Cynipidae) (İpekdal ve diğ. 2014), turunçgil teke böceği, *Anoplophora chinensis* (Forster 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) (Hızal ve diğ. 2015) ve fıstıkçamlarında zararlı olan *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann 1910) (Hemiptera: Coreidae) (Ment ve Kment 2011) türleri ülkemize giren bazı yabancı orijinli istilacı türler olup zarar yaptıkları alan gün geçtikçe artmaktadır. O nedenle, *B. xylophilus*'a yönelik tarama faaliyetleri, önleyici önlemlerin geliştirilmesi ve çam kuruma hastalığı bileşenlerin kapsamlı bir şekilde araştırılmaya devam edilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur.



## 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(6) (2011).
- Aikawa T., Togashi K., Movement of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) in tracheal system of adult *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), *Nematology*, 2 (2000) 495-500.
- Akbulut S., Linit M. J., Seasonal effect on reproductive performance of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) reared in pine logs, *Journal of Economic Entomology*, 92 (3) (1999a) 631-637.
- Akbulut S., Linit M. J., Flight performance of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) with respect to nematode phoresis and beetle characteristics, *Environ. Entomol.*, 28 (1999b) 1014–1020.
- Akbulut S., Linit M. J., Reproductive potential of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) with respect to nematode phoresis, *Environmental Entomology*, 28 (3) (1999c) 407-411.
- Akbulut S., Stamps W. T., Linit M. J., Population dynamics of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) under laboratory conditions, *Journal of Applied Entomology*, 128 (2004) 17-21.
- Akbulut S., Vieira P., Ryss A., Yüksel B., Keten A., Mota M., Valadas V., Preliminary survey of the pinewood nematode in Turkey, *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 36 (2006) 538-542.
- Akbulut S., Keten A., Baysal İ., Yüksel B., The effect of log seasonality on the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* Olivier (Coleoptera: Cerambycidae) reared in black pine Logs under laboratory conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (2007a) 413-422.
- Akbulut S., Braasch H., Baysal İ., Brandstetter M., Burgermeister W., Description of *Bursaphelenchus anamurius* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from *Pinus brutia* in Turkey, *Nematology*, 9 (6) (2007b) 859-867.
- Akbulut S., Yuksel B., Serin M., Baysal İ., Erdem M., Pathogenicity of

- Bursaphelenchus mucronatus* in Pine Seedlings under greenhouse conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (2007c) 169-173.
- Akbulut S., Keten A., Stamps W. T., Population dynamics of *Monochamus galloprovincialis* Olivier (Coleoptera: Cerambycidae) in two pine species under laboratory conditions, *Journal of Pest Science* 81(2) (2008) 115-121.
- Akbulut S., Comparison of the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* Olivier (Coleoptera:Cerambycidae) on two pine species under laboratory conditions, *Phytoparasitica*, 37 (2009) 125-135.
- Akbulut S., Stamps W. T., Insect vectors of the pinewood nematode: a review of biology and ecology of *Monochamus* spp., *Forest Pathology*, 42(2) (2012) 89-99.
- Arakawa Y., Togashi K., Newly discovered transmission pathway of *Bursaphelenchus xylophilus* from males of the beetle *Monochamus alternatus* to *Pinus densiflora* trees via oviposition wounds, *Journal of Nematology*, 34 (2002) 396-404.
- Arbuzova E. N., Kulinich A. O., Mazurin E. S., Ryss Y. A., N., Kozyreva I., Zinovieva V. S., Pine wilt disease and possible causes of its incidence in Russia, *Izvestiya Akademii Nauk, Seriya Biologicheskaya*, 4 (2016) Pp: 358–365.
- Birler A. S., Ormanlarımızın korunması için endüstriyel plantasyonların önemi, *TEMA Vakfi Yayınları* No: 8, İstanbul, (1995).
- Birler A. S., Endüstriyel orman ağaçlandırmaları, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın* No: 4, İstanbul, (2009) Pp: 256s.
- Bowers W. W., Hudak J., Raske A. G., Host and vector surveys for the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle (Nematoda: Aphelenchoididae) in Canada, *Information Report Newfoundland and Labrador Region, Forestry Canada* (N-X-285), (1992) Pp: 55s.
- Braasch H., Pathogenitätstests mit *Bursaphelenchus mucronatus* an Kiefern und Fichtensämlingen in Deutschland, *European Journal of Forest Pathology*, 26 (1996) 205–216.
- Braasch H., *Bursaphelenchus* species in conifers in Europe: Distribution and morphological relationships, *EPPO Bulletin* 31 (2001) 127-142.
- Braasch H., Tomiczek C. H., Metge K., Hoyer U., Burgermeister W., Wulfert I.,

- Schonfeld U., Records of *Bursaphelenchus* spp. (Nematoda, Parasitaphelenchidae) in coniferous timber imported from the Asian part of Russia, *Forest Pathol.*, 31 (2001) 129–140.
- Braasch H., Morphology of *Bursaphelenchus xylophilus* compared with other *Bursaphelenchus* species. In The Pinewood Nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Proceedings of an International Workshop, *University of E'vora, Portugal. Nematology Monographs and Perspectives*, Vol. 1. Mota, M. and Vieira, P. (eds). E.J. Brill (2004) Pp: 127–143.
- Braasch H, Enzian S, The pinewood nematode problem in Europe present situation and outlook Proceedings of International Workshop Portugal, (2004) 77-91.
- Brito J. O., Barrichelo L. E. G., Gutierrez L. E, Trevisan J. F., Resina de *Pinus* implantados no Brasil: resinagem e qualidade de resinas de pinheiros tropicais: comparações entre espécies e época de resinagem. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais; ESALQ-USP, Circular técnica 35 (1978).
- Cameron E. A., The gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae), in the new world, *Melsheimer Entomol Ser*, 36 (1986) 9–19.
- Chang R., Chao J., Fan Y., Lu S., Jou W., Investigation the insect vector of pine wilt disease in Taiwan, *Plant Protection Bulletin*, 37, (1995) 448 (Abstr).
- Cheng H., Lin M., Li W., Fang Z., The occurrence of a pine wilting disease caused by a nematode found in Nanjing. *Forest Pest and Disease*, (1983) 1-5.
- Coppen J. J., Hone G. A., Gum Naval Stores: Turpentine and Rosin from Pine Resin. Non-Wood Forest Products, 2. *Natural Resources Institute, FAO, Rome*, (1995).
- Çanakçioğlu H., Mol T., Orman Entomolojisi: Zararlı ve Yararlı Böcekler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, İstanbul (1998).
- Dayı M., Akbulut S., Pathogenicity testing of four *Bursaphelenchus* species on conifer seedlings under greenhouse conditions, *Forest Pathology*, 42 (2012) 212–219.
- Dayı M., Akbulut S. ve Yüksel B., *Bursaphelenchus* türlerinin sera ve dış ortam koşullarında çam fidanlarındaki patojenliklerinin belirlenmesi, *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, 7-9 Nisan, Antalya, (2014) Pp: 339-341.
- Diekmann M., Sutherland J. R., Nowell D. C., Morales F. J., Allard G., FAO/IPGRI

- technical guidelines for the safe movement of germplasm, No 21. *Pinus* spp, FAO/IPGRI, Rome, Italy, (2002) Pp: 99
- DPT, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, *Uzun Dönem Strateji ve 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)*, (2001). Ankara, Pp: 56-115.
- Dropkin V. H., Foudin A, Kondo E., Linit M., Smith M., Robbins K., Pinewood nematode: A threat to U.S. forests?, *Plant Disease* 65 (1981) 1022-1027.
- Dwinell L., Nickle W., An overview of the pine wood nematode ban in North America. General Technical Report - *Southeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service*: (1989) 13.
- Dwinell L.D., First report of pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) in Mexico, *Plant Disease* 77 (1993) 846.
- Edwards O. R., Linit M. J., Transmission of *Bursaphelenchus xylophilus* through oviposition wounds of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae), *Journal of Nematology*, 24 (1992) 133-139.
- EPPO, European and mediterranean plant protection organization, Database on quarantine pests, <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm> (Accessed 20 Sept 2013).
- EPPO/CABI, Quarantine pest for Europe, 2<sup>nd</sup> edition, Smith, I. M., McNamra, D. G., Scott, P. R., Holderness, M., eds., Wallingford, UK, CABI International, (1997) Pp: 1425.
- Esau K., Plant anatomy. Wiley, New York, New York, USA, (1965).
- Enda N., Japanese pine sawyer. In: Kobayashi, F. & Taketani, A. (Eds). *Forest pest*. Tokyo, Japan, Yokendo, (1994) Pp: 149-153.
- Faccoli M., Favaro R., Smith M.T., Wu J., Life history of the Asian longhorn beetle *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera Cerambycidae) in southern Europe, *Agricultural And Forest Entomology*, 17 (2) (2015) 188-196.
- Faccoli M., Gatto P., Analysis of costs and benefits of Asian longhorned beetle eradication in Italy, *Forestry*, 89 (2016) 301–309.
- Fauziah B. A., Hidaka T., Tabata K., The reproductive behaviour of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae), *Applied Entomology and Zoology*, 22

(1987) 272-285.

Favaro R., Battisti A., Faccoli M., Dating *Anoplophora glabripennis* introduction in North-East Italy by growth-ring analysis. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 45(s1), (2013) 35.

Fent M., Kment P., First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey, *North-Western Journal of Zoology*, 7(1) (2011) 72-80.

Ferreira A. G., Fior C. S., Gualtieri S. C. J., Oleoresin yield of *Pinus elliottii* Engelm. Seedlings, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23 (2011) 313-316.

Fuchs A. G., Neue parasitische und halbparasitische Nematoden bei Borkenkäfern und einige andere Nematoden, *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik Ökologie und Geographie der Tiere, Jena*, (1937) 505-646.

Fukushige H., Propagation of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) on fungi growing in pine [*Pinus*]-shoot segments. *Applied Entomology and Zoology*, 26 (1991) 371-376.

Futai K., Furuno T., The variety of resistances among pine species to pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus*, *Bulletin of the Kyoto University Forests*, 51 (1979) 23-36.

Futai K., Developmental rate and population-growth of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda, Aphelenchoididae) and *Bursaphelenchus mucronatus*, *Applied Entomology & Zoology*, 15 (1980) 115-122.

Futai K., Role of asymptomatic carrier trees in epidemic spread of pine wilt disease, *J. For. Res.*, 8 (2003) 253-260.

Füller T. N. , Lima J. C., Costa F , Rodrigues-Corrêa K. C. S., Fett-Neto A. G., Stimulant paste preparation and bark streak tapping technique for pine oleoresin extraction, *Springer Science+Business Media New York*, (2016) 19-26.

Gu J., Braasch H., Burgermeister W., Zhang J., Records of *Bursaphelenchus* spp. intercepted in imported packaging wood at Ningbo, China, *Forest Pathology*, 36 (2006) 323-333.

Gypsy Moth Digest, USDA Forest Service, State and Private Forestry, Morgantown,

<http://na.fs.fed.us/fhp/gm/> (2008).

Herard F., Maspero M., Ramualde N., Jucker C., Colombo M., Ciampitti M., Cavagna B., *Anoplophora glabripennis* infestation (col: cerambycidae) in Italy. EPPO/OEPP Bulletin 39 (2009) 146-152.

Han Z., Hong Y., Zhao B., A study on pathogenicity of bacteria carried by pine wood nematodes. *Journal of Phytopathology*, 151 (2003) 683-689.

Hart J. H., Effect of gypsy moth on aspen in Michigan, USDA For Serv North Cent For Exp Sta Gen Tech Rep NC, 140 (1990) 173–176.

Hızal E., Arslangünoğdu Z., Göç A., Ak M., Türkiye istilacı yabancı böcek faunası yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae), *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 65(1) (2015) 7-10.

Higgins D. F., Briarty D. M., Harmey M. A., Detection of a chitinase gene fragment in *Bursaphelenchus* species by polymerase chain reaction amplification. In: Futai, K., Togashi, K. & Ikeda, T. (Eds). *Sustainability of pine forests in relation to pine wilt and decline. Proceedings of the Symposium, Tokyo, Japan, 26-30 October 1998*. Kyoto, Japan, Shokado Shoten, (1999a) Pp: 29-34.

Higgins D. F., Harmey M. A., Jones D. L., Pathogenicity related gene expression in *Bursaphelenchus xylophilus*. In: Futai, K., Togashi, K. & Ikeda, T. (Eds). *Sustainability of pine forests in relation to pine wilt and decline. Proceedings of the Symposium, Tokyo, Japan, 26-30 October 1998*. Kyoto, Japan, Shokado Shoten, (1999b) Pp: 23-28.

Hong Y., Cao Y., Zhao B., Han Z., Studies on identification and toxicity of bacteria carried by pine wood nematodes. *Journal of Nanjing Forestry University*, 26 (2002) 37-40.

Ikeda T., Kiyohara T, Kusunoki M., Change in water status of *Pinus thunbergii* Parl. inoculated with species of *Bursaphelenchus*, *J Nematol*, 22 (1990) 132–135.

Inacio M. L., Nobrega F.N., Vieira P., Bonifacio L., Naves P., Sousa E., Mota M., First detection of *Bursaphelenchus xylophilus* associated with *Pinus nigra* in Portugal and in Europe. *For. Pathol*, 45 (2014) 235-238.

İpekdağ K., Coşkuncu K. S., Aytar F., Doğanlar M., Kestane Gal Arısı *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): geçmişten günümüze dünyada ve

- Türkiye'deki son durumu ve mücadelesi, *Türk. Entomol. Bült.*, 4 (4) (2014) 241-257.
- Kawazu K., Yamashita H., Kobayashi A., Kanzaki H., Isolation of pine-wilting bacteria accompanying pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, and their toxic metabolites. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University* 1-7. (1998).
- Keeling C. I., Bohlmann J., Genes, enzymes and chemicals of terpenoid diversity in the constitutive and induced defence of conifers against insects and pathogens, *New Phytol.*, 170 (2006) 657–675.
- Kiyohara T., Tokushige Y., Inoculation experiments of a nematode, *Bursaphelenchus* sp., onto pine trees, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 53 (1971) 210-218.
- Kiyohara T., Effect of temperature in the disease incidence of pine seedlings inoculated with *Bursaphelenchus lignicolus*. *Transactions of the meeting of the Japanese Forestry Society*, 84 (1973) 334-335.
- Knight K. S., Brown J. P., Long R. P., Factors affecting the survival of ash (*Fraxinus* spp.) trees infested by emerald ash borer *Agrilus planipennis*, *Biol Invasions*, 15 (2013) 371–383.
- Kobayashi T., Sasaki K., Mamiya, Y., Fungi associated with *Bursaphelenchus lignicolus*, the pine wood nematode (I). *Journal of the Japanese Forestry Society*, 56 (1974) 136-145.
- Kobayashi T., Sasaki K., Mamiya, Y., Fungi associated with *Bursaphelenchus lignicolus*, the pine wood nematode. (II). *Journal of the Japanese Forestry Society*, 57 (1975) 184-193.
- Kobayashi F., Pine bark beetle problem in Japan, referring to the discovery of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* (Mamiya & Kiyohara), *Anzeiger für Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 51 (1978) 76-79.
- Kobayashi F., Yamane A., Ikeda T., The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease, *Annual Review of Entomology*, 29 (1984) 115-135.
- Koricheva J., Larsson S., Haukioja E., Keinanen, M., Regulation of woody plant secondary metabolism by resource availability: hypothesis testing by means of meta-analysis, *Oikos* 83: 212-226 (1998).

- Kuroda K., Terpenoids causing tracheid-cavitation in *Pinus thunbergii* infected by the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 55 (1989) 170-178.
- Kuroda K., Yamada, T., Ito S., Development of the pine-wilt disease in *Pinus densiflora* from the standpoint of water conduction, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 73 (1991) 69-72.
- Kuroda K., Ito S., Migration speed of pine wood nematodes and activities of other microbes during the development of pine-wilt disease in *Pinus thunbergii*. *Journal of the Japanese Forestry Society*, 74 (1992) 383-389.
- Kusonoki M., Symptom development of pine wilt disease – histopathological observations with electron microscopy, *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 53 (1987) 622-629.
- Langenheim J. H., Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany, Portland, OR: Timber Press; (2003).
- Latta R. G, Linhart Y. B., Snyder M. A., Lundquist L., Patterns of variation and correlation in the monoterpene composition of xylem oleoresin within populations of ponderosa pine, *Biochem Syst Ecol*, 31 (2003) 451–465.
- Li H., Identification and pathogenicity of *Bursaphelenchus* species (Nematoda: Parasitaphelenchidae), Ph.D. thesis, Ghent University, Ghent, Belgium, (2008) Pp: 223.
- Li W., Wu C., Integrated Management of Longhorn Beetles Damaging Poplar Trees, Beijing: Chin. For. Publ. House, 290 pp, (1993).
- Liebholt Andrew M., MacDonald William L., Bergdahl Dale Mastro Victor C., Invasion by exotic forest pests: a threat to forest ecosystems, Forest Science, Monograph 30, pp. a0001-z0001(1), (1995).
- Linit M. J., Tamura H., Relative susceptibility of four pine species to infection by pinewood nematode, *Journal of Nematology*, 19 (1987) 44-50.
- Linit M. J., Nematode-vector relationships in the pine wilt disease system, *Journal of Nematology*, 20 (1988) 227-235.
- Linit M. J., Transmission of pinewood nematode through feeding wounds of



- Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae), *Journal of Nematology*, 22 (1990) 231-236.
- Lombardero M. J., Ayres M. P., Ayres B. D., Effects of fire and mechanical wounding on *Pinus resinosa* resin defenses, beetle attacks, and pathogens, *Forest Ecology and Management*, 225 (2006) 349-358.
- Luo Y., Lee J., Strategy on applied technology and basic studies on poplar longhorned beetle management, *Journal of Beijing Forestry University*, 21 (1999) 6-21.
- Maehara N., Aikawa T., Kanzaki N., Inoculation of several *Bursaphelenchus xylophilus* group nematodes into adult trees of *Pinus thunbergii* and their survival in the trees, *Forest Pathology* 41, in press, (2011) DOI:10.1111/j.1439-0029.2010.00707.x.
- Malek R. B., Appleby J. E., Epidemiology of pine wilt in Illinois. Disease distribution, *Plant Disease*, 68 (1984) 180-186.
- Mamiya Y., Pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya and Kiyohara, as a causal agent of pine wilting disease, *Review of Plant Protection Research*, 5 (1972) 46-60.
- Mamiya Y., Enda N., Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), *Nematologica*, 18 (1972) 159-162.
- Mamiya Y., Pine Wilting Disease Caused by the Pine Wood Nematode, *Bursaphelenchus lignicolus*, in Japan, *JARQ.*, 10 (4) (1976) 206-211.
- Mamiya Y., Enda N., *Bursaphelenchus mucronatus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pinewood and its biology and pathogenicity to pine trees, *Nematologica*, 25 (1979) 353-361.
- Mamiya Y., Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*. 21 (1983) 201-220.
- Mamiya Y., Review on the pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus*. In: Sustainability of pine forests in relation to pine wilt and decline. Proceedings of International Symposium, (Eds. K. Futai, K. Togashi, and T. Ikeda), Tokyo, 26-30 October, (1998) Pp. 57-64.
- Mamiya Y., Shoji T., Pathogenicity of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus*

- xylophilus*, to Japanese larch, *Larix kaempferi*, seedlings, *J Nematol*, 41 (2) (2009) 157-62.
- Maspero M., Jucker C., Colombo M., First record of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera Cerambycidae Lamiinae, Lamiini) in Italy, *Boll. Zool. Agric. Bachic*, ser. II, 39 (2007) 161–164.
- McNamara D. G., Quarantine concerns about the methods used to demonstrate pathogenicity of *Bursaphelenchus* spp. In The Pine Wood Nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Nematology Monographs and Perspectives, Volume, 1 (eds. M. Mota and P. Vieira), E. J. Brill, Leiden, The Netherlands, pp. (2004) 187-189.
- Melakeberhan H., Rutherford T. A., Webster J. M., Influence of temperature on reproduction of *Bursaphelenchus xylophilus* and *Pinus sylvestris* mortality, *Nematologica*, 38 (1992) 80-87.
- Mota M. M., Braasch H., Bravo M. A., Penas A. C., Burgermeister W., Metge K., Sousa E., First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology*, 1 (1999) 727-734.
- Mutun S., Ceyhan Z., Sözen C., Invasion by the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae), in Turkey, *Turk J Zool*, 33 (2009) 263-268.
- Nault J. R., Alfaro R. I., Changes in cortical and wood terpenes in *Sitka spruce* in response to wounding, *Can. J. For. Res.*, 31 (2001) 1561–1568.
- Neher H. V., Effects of pressures inside Monterey pine trees, *Trees*, 8 (1993) 9–17.
- OGM, Orman Varlığımız, *Orman Genel Müdürlüğü*, ANKARA (2006).
- OGM, Türkiye Orman Varlığı Kitabı, *Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı* Yayın No: 115 Envanter Serisi No: 17 (2014).
- Oku H., Shiraishi T., Ouchi S., Kurozumi S., Ohta H., Pine wilt toxin, the metabolite of a bacterium associated with a nematode, *Naturwissenschaften*, 67 (1980) 198-199.
- Oda K., The applicability of measurement of oleoresin yield in determining the susceptibility of pine trees to beetle infestation, *Forest Protection News*, (Tokyo) 16 (1967) 263-266.
- Özdikmen H., Özdemir Y., Turgut S., Longhorned beetles collection of the Nazife

- Tuatay, Plant Protection Museum, Ankara, Turkey (Coleoptera, Cerambycidae), *Journal of the Entomological Research Society*, 7 (2005) 1-33.
- Phillips M. A., Croteau R. B., Resin-based defenses in conifers, *Trends Plant Sci*, 4 (1999) 184–190.
- Poland T. M., Twenty million ash trees later: current status of Emerald ash borer in Michigan, *Newslett Mich Entomol Soc*, 52(1–2) (2007) 10–14.
- Rautapää J., Experiences with *Bursaphelenchus xylophilus* in Finland, *Bulletin OEPP* 16 (1986) 453-456.
- Rissanen K., Hölttä T., Vanhatalo A., Aalto J., Nikinmaa E., Rita H., Bäck J., Diurnal patterns in Scots pine stem oleoresin pressure in a boreal forest, *Plant, Cell and Environment*, 39 (2016) 527–538.
- Robbins K., Distribution of the pinewood nematode in the United States. In: Appleby, J.E. & Malek, R.B. (Eds). *Proceedings of the national pine wilt disease workshop. III. Natural History Survey, Champaign, IL, USA, (1982)* Pp: 3-6.
- Rodrigues K. C. S, Fett-Neto A. G., Oleoresin yield of *Pinus elliottii* in a subtropical climate: Seasonal variation and effect of auxin and salicylic acid-based stimulant paste, *Industrial Crops and Products*, 30 (2009) 316-320.
- Rutherford T. A., Mamiya Y., Webster J. M., Nematode-induced pine wilt disease: factors influencing its occurrence and distribution, *Forest Science*, 36 (1990) 145-155.
- Ryss A., Vieira P., Mota M., Kulinich O., A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species, *Nematology*, 7(3) (2005) 393-458.
- Sakai Ann K., Allendorf Fred W., Holt Jodie S., Lodge David M., Molofsky J., With Kimberly A., Baughman S., Cabin Robert J., Cohen Joel E., Ellstrand Norman C., McCauley David E., O'Neil P., Parker Ingrid M., Thompson John N., Weller Stephen G., The population biology of invasive species, *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 32 (2001) 305-332.
- Sasaki S., Odani K., Nishiyama Y., Hayashi Y., Development and recovery of pine wilt disease studied by tracing ascending sap flow marked with water soluble stains, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 66 (1984) 141-148.

- 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., Peñas A. C., Bonifacio L., Mota M. M., *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) associates with *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal, *Nematology*, 3 (2001) 89-91.
- Sugawa T., Occurrence of traumatic resin canals and cytological changes of parenchyma cells in the stem of Japanese black pine suffering from pine wood nematodes, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 64 (1982) 112-116.
- Sutherland J., Peterson M., The pinewood nematode in Canada: history, distribution, hosts, potential vectors and research. In: Futai, K., Togashi, K. & Ikeda, T. (Eds). *Sustainability of pine forests in relation to pine wilt and decline. Proceedings of the Symposium, Tokyo, Japan, 26-30 October 1998*. Kyoto, Japan, Shokado Shoten, pp. 247-253, (1999).
- Suzuki K., Kiyohara T., Influence of water stress on development of pine wilting disease caused by *Bursaphelenchus lignicolus*, *European Journal of Forest Pathology*, 8 (1978) 97-107.
- Takasu F., Yamamoto N., Kawasaki K., Togashi K., Kishi Y., Shigesada N., Modelling the expansion of an introduced tree disease, *Biological Invasions*, 2 (2000) 141-150.
- Tamura H., Dropkin V., Resistance of pine trees to pine wilt caused by the nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 66 (1984) 306-312.
- Tamura H., Yamada T., Mineo K., Reaction of pine trees to pine wood nematode infestation, *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 52 (1986) 135 (Abstr.)
- Taştan F., Yılmaz Z. H., Türkiye meteorolojik parametrelerinin istatistiksel analizi, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı Veri Kontrol ve İstatistik Şube Müdürlüğü (1970–2015).
- Togashi K., Development of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) in *Pinus thunbergii* trees weakened at different times, *Journal of the Japanese Forestry Society*, 71 (1989) 383-386.

- Togashi K., Sekizuka H., Influence of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae), on longevity of its vector, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), *Applied Entomology and Zoology*, 17 (1982) 160-165.
- Tomminen J., Pathogenicity with *Bursaphelenchus mucronatus* in Scots pine in Finland, *Eur. J. For. Path.*, 23 (1993) 236-243.
- Tzean S., Jan S., The occurrence of pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Taiwan, *Proceedings of the 6th ROC symposium of electron microscopy*, pp. 38-39 (1985a) [Abstr.]
- Tzean S., Jan S., Pine wilt disease caused by pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) and its occurrence in Taiwan, *Phytopathologist and Entomologist*, 12 (1985b) 1-19.
- Warren J. M., Allen H. L., Booker F. L., Mineral nutrition, resin flow and phloem phytochemistry in loblolly pine, *Tree Physiol.*, 19 (1999) 655–663.
- Westbrook J. W., Resende Jr M. F. R., Munoz P., Walker A. R., Wegrzyn J. L, Nelson C. D., Neale D. B., Kirst M., Huber D. A., Gezan S. A., Peter F. G., Davis J. M., Association genetics of oleoresin flow in loblolly pine: discovering genes and predicting phenotype for improved resistance to bark beetles and bioenergy potential, *New Phytologist*, 199 (2013) 89–100.
- Wingfield M. J., Transmission of pine wood nematode to cut timber and girdled trees. *Plant Disease*, 67, (1983) 35-37.
- Wingfield M. J., Blanchette R. A., Transmission of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* during oviposition of *Monochamus carolinensis*, *M. scutellatus* and *Monochamus mutator*, *Phytopathology*, 73, (1983) 839-839.
- Woo K. S., Lee D. H., Koo Y. B., Yeo J. K., Inoculation of seven pine species or hybrid seedlings with Korean isolates of pinewood nematode under greenhouse conditions, *Sci.*, (2008) 65 811.
- Vite J., The influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*, *Contributions of Boyce Thompson Institute* 21 (1961) 31–66.
- Yamamoto N., Odani K., Sasaki S., Nishiyama Y., Cellulase exudation by the pine

- wood nematode - detection of activity in its crawling track, *Journal of the Japanese Forestry Society* 68 (1986) 237-240.
- Yan D., Yang B., The enzymes in the secretions of pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Forest Research* 10 (1997) 265-269.
- Yang B., Wang L., Zhao W., Xu F., Zhang P., Li Z., The latent infection of *Bursaphelenchus xylophilus* and a new transmission way of PWN by *Monochamus alternatus*, *Forest Research, Beijing* 15 (2002) 251-255.
- Yang B., The history, dispersal and potential threat of pine wood nematode in China. In: Mota, M. & Vieira, P. (Eds). The pinewood nematodes, *Bursaphelenchus xylophilus: proceedings of an international workshop, University of Évora, Portugal, August 20-22, 2001. Nematology Monographs and Perspectives*, 1 (2004) 21-24.
- Yano M., Investigation on the cause of pine mortality in Nagasaki Prefecture, *Sanrinkoho*, 4 (1913) 1-14.
- Yi C., Byun B., Park J., Yang S., Chang K., First finding of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle and its insect vector in Korea, *Research Reports of the Forestry Research Institute Seoul*, 38 (1989) 141-149.
- Zamora P., Rodríguez V., Renedo F., Sanz A. V., Domínguez J. C., Pérez-Escolar G., Miranda J., Álvarez B., González-Casas A., Mayor E., Dueñas M., Miravalles A., Navas A., Robertson L., Martín A. B., First report of *Bursaphelenchus xylophilus* causing pine wilt disease on *Pinus radiata* in Spain. *Plant Disease*, 99(10) (2015) 1449. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis>
- Zhao B., Guo D., Gao R. Observation of the site of pine wood nematode where bacteria are carried with SEM and TEM, *Journal of Nanjing Forestry University* 24 (2000) 69-71.

## ÖZGEÇMİŞ

### ***Kişisel Bilgiler***

Soyadı, adı : Öztürk Nuray  
Uyruğu : T. C.  
Doğum tarihi ve yeri : 29/10/1990 Sarıkamış/KARS  
Telefon : 0(380)-542-11-37  
Faks : 0(380)-542-11-36  
E-posta : nurayozturk@duzce.edu.tr

### ***Eğitim***

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet tarihi</b>
Yüksek Lisans	Düzce Üniversitesi	
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2013
Lise	Sarıkamış Lisesi	2007

### ***İş Deneyimi***

<b>Yıl</b>	<b>Yer</b>	<b>Görev</b>
2013-	Düzce Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### ***Yabancı Dil***

İngilizce (YDS): 73.75

### ***Yayımlar***

- Öztürk, N., Akbulut, S., Yüksel, B. 2016.** Düzce İçin Yeni Bir Zararlı *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae). Ormancılık Dergisi 12(1) (2016) 112-121