



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN HATAY İLİ TAŞ ÇEKİRDEKLİ  
MEYVE BAHÇELERİNDE ZARARLI *CAPNODİS* SPP. MÜCADELESİNDE  
KULLANILMASI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

**SEFER DEVİREN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya/HATAY**

**KASIM - 2011**

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN HATAY İLİ TAŞ ÇEKİRDEKLİ MEYVE  
BAHÇELERİNDE ZARARLI *CAPNODIS* SPP. MÜCADELESİNDE  
KULLANILMASI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

**SEFER DEVİREN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Yrd. Doç.Dr. Nihat DEMİREL danışmanlığında hazırlanan bu tez 15/11/ 2011 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Nihat DEMİREL Doç.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ Yrd.Doç.Dr. Feza C. CENGİZ  
Başkan Üye Üye

Bu tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ

Bu çalışma, MKÜ BAP Komisyon Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

**Proje No: 02Y0107**

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	II
ABSTRACT .....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IV
TABLolar DİZİNİ .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VI
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
2.1. <i>Capnodis</i> spp.'in Kayıtsıdaki Zararı ve Önemi .....	3
2.2. Entomopatojen Nematodlar (EPN) .....	6
2.2.1. Entomopatojen Nematodların Sınıflandırılması .....	7
2.2.2. Entomopatojen Nematodların Biyolojileri ve Hayat Döngüsü .....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	12
3.1. <i>Galleria mellonella</i> Üretimi .....	12
3.2. Entomopatojen Nematod Sörveyi .....	13
3.3. Entomopatojen Nematod Üretimi ve Kullanımı .....	15
3.4. <i>Capnodis</i> spp. Ergin Sörveyi .....	17
3.5. <i>Capnodis</i> spp. Üretimi .....	17
3.6. Entomopatojen Nematodların <i>Capnodis</i> spp Üzerine Etkileri .....	18
3.6.1. Laboratuvar Denemesi I .....	18
3.6.2. Laboratuvar Denemesi II .....	19
3.6.3. Arazi Denemesi .....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	28
4.1. Entomopatojen Nematod Sörveyi .....	28
4.2. <i>Capnodis</i> spp. Ergin Sörveyi .....	29
4.3. Entomopatojen Nematodların <i>Capnodis</i> spp Üzerine Etkileri .....	29
4.3.1. Laboratuvar Denemesi I .....	29
4.3.2. Laboratuvar Denemesi II .....	30
4.3.3. Arazi Denemesi .....	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	34
KAYNAKLAR .....	36
TEŞEKKÜR .....	41
ÖZGEÇMİŞ .....	42

## ÖZET

**ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN HATAY İLİ TAŞ ÇEKİRDEKLİ MEYVE BAHÇELERİNDE ZARARLI *CAPNODIS* SPP. MÜCADELESİNDE KULLANILMASI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Fidan dip kurtları, *Capnodis* spp., taş çekirdekli meyve ağaçlarının önemli zararlılarından. Hatay ilinde taş çekirdekli meyve bahçelerinden bu zararlılarla mücadelede kullanılmak üzere, entomopatojen nematod (EPN) sörvey çalışması 16 farklı bahçede yapılmış olup bunların 9'unda EPN (*Heterorhabditis* sp. ) tespit edilmiştir. Fidan dip kurtları sörvey çalışmasıyla 2010 yılında 417 adet *C. tenebrionis* ve 118 adet *C. carbonaria* ergini, 2011 yılında ise 125 adet *C. tenebrionis* ve 8 adet *C. carbonaria* ergini toplanmıştır.

Laboratuar denemesi I'de GF 677 şeftali çöğürleri, her çöğür 5 adet *C. tenebrionis* larvası ile bulaştırılarak, EPN, EPN +Chitosan ve Chitosan uygulanmış olup, her uygulama ve kontrol için 10'ar çöğür kullanılmış ve deneme 3 defa tekrarlanmıştır. Deneme sonunda kontrol çöğürlerinden sadece birinde bir adet *Capnodis* spp. larvasına rastlanmış ancak diğer kontrol ve uygulama çöğürlerinde böcek larvasına rastlanmamıştır. Laboratuar denemesi II'nin birinci bölümünde, EPN uygulanan 12 fidandan sadece ikisinde birer adet canlı böcek larvası ve 3 kontrol fidanından sadece birinde bir adet canlı böcek larvası bulunmuştur. Ayrıca çalışmada EPN'ler tarafından öldürülmüş olabilecek larvaya rastlanmamıştır. Laboratuar denemesi II'nin ikinci bölümünde EPN uygulanan 12 fidandan 10'unda ve üç kontrol fidanından *Capnodis* spp. larvası elde edilmiştir. Ancak *Capnodis* spp. larvalarında EPN enfeksiyonu belirtisi (pembeleşme) gözlenmediğinden dolayı EPN enfeksiyonu doğrulanamamıştır. Entomopatojen nematodların kalıcılığını gözlemlemek için 12 fidan toprağından yapılan tuzaklamanın 9'unda EPN elde edilirken 3'ünde EPN elde edilememiştir. Arazi denemesinde 100000 ve 200000 adet IJ/fidan dozları kullanılmış, her doz ve kontrol için 5'er fidan kullanılmıştır. Uygulama yapılan fidanlardan pembeleşmiş 2 ölü larva bulunmasına rağmen, kontrol fidanlarından 3 tanesinde böcek bulaşıklığı gözlenmemiştir. Uygulama yapılmış fidan köklerinden alınan topraklardan yapılan tuzaklama sonucu, 2 adet fidan toprağından EPN elde edilememiştir.

2011, 42 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** *Capnodis* spp., Entomopatojen Nematod (EPN), *Heterorhabditis* sp. Biyolojik Mücadele

## ABSTRACT

**STUDIES ON THE USE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES TO CONTROL *CAPNODIS* SPP. IN STONE FRUIT ORCHARDS IN HATAY PROVINCE**

*Capnodis* spp. are important pests of stone fruit trees. A survey was conducted from stone-fruit orchards to recover entomopathogenic nematodes (EPN) to be used to control these pests in Hatay province. *Heterorhabditis* spp. were isolated from 9 orchards out of 16. Counts of *Capnodis* spp. were also carried out in these orchards, in 2010, 417 *C. tenebrionis* and 118 *C. carbonaria* adults; and in 2011 125 *C. tenebrionis* and 8 *C. carbonaria* adults were sampled.

In laboratory experiment I, 5 larvae of *C. tenebrionis* were inoculated in pots of GF 677 peach seedlings, and treatments were EPN, EPN +Chitosan and Chitosan. There were 10 seedlings per treatment and control as well with 3 replications. Unfortunately, only one insect larva was established in the roots of the seedlings. In the first part of laboratory experiment II, apricot seedlings were inoculated with 6 larva of *C. tenebrionis* and again only 3 seedlings were infected out of 15. In the second part, inoculation was done with 9 insect larvae. Ten out of 12 seedlings treated with EPN and 3 control seedlings were each yielded with one insect larva. But there was not any sign of EPN infection on the insect larvae although EPN were recovered from 9 of the pots' soils with trapping method. In field experiment, there were two EPN doses 100000 IJ/seedling and 200000 IJ/seedling with 5 seedlings per dose and untreated control. Although there were 2 dead insect larvae with pink coloration in the treated seedlings, 3 of the control seedlings did not have any insect infestation. Two of the soil samples from the treated seedlings roots were not yielded EPN.

**2011, 42 pages**

**Key words:** *Capnodis* spp., Entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis* sp., Biological control

**ÇİZELGELER DİZİNİ****Sayfa**

<b>Çizelge 2.1.</b> Entomopatojen nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) ve bunlarla mutualistik yaşayan bakteri türleri.....	8
<b>Çizelge 3.2.</b> Entomopatojen nematod sörvey örnekleme yerleri.....	14
<b>Çizelge 4.3.</b> Entomopatojen nematodlar sörveyi örnekleme yerleri ve sonuçları.....	28
<b>Çizelge 4.4.</b> Fidan topraklarından yapılan <i>Galleria mellonella</i> tuzaklama sonuçları...31	
<b>Çizelge 4.5.</b> Arazi denemesi sonuçları.....	32
<b>Çizelge 4.6.</b> Arazi denemesi tuzaklama sonuçları.....	33

## TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

<b>Tablo 3.1.</b> <i>Galleria mellonella</i> üretiminde kullanılacak suni diyetin bileşenleri (bileşen/ 1 kg suni diyet) .....	12
---	----

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Beyaz plastik kaplara toprak örneklerinin tuzaklanması.....	15
Şekil 3.2. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının White tuzaklarına alınması.....	16
Şekil 3.3. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının White tuzaklarına alınması.....	16
Şekil 3.4. <i>Capnodis tenebrionis</i> erginlerinin kültüre alınması.....	17
Şekil 3.5. <i>Capnodis Tenebrionis</i> larvaları bulaştırılmış GF 677 şeftali fidanları.....	18
Şekil 3.6. Fidanlara bulaştırılacak <i>C. tenebrionis</i> larvaları.....	19
Şekil 3.7. <i>Capnodis tenebrionis</i> larvalarının kayısı fidanlarına bulaştırılması.....	20
Şekil 3.8. <i>Capnodis tenebrionis</i> larvaları ile bulaştırılmış fidanlara EPN uygulanması.....	20
Şekil 3.9. <i>Capnodis tenebrionis</i> larvaları ile bulaştırılmış fidanlara EPN uygulanması.....	21
Şekil 3.10. <i>Capnodis tenebrionis</i> larvaları ile bulaştırılmış fidanlar ile kontrol Fidanların temizlenmesi.....	21
Şekil 3.11. Fidanların köklerinde bulunan <i>C.tenebrionis</i> larvalarının çıkarılması.....	22
Şekil 3.12. Fidanların köklerinde bulunan <i>C. tenebrionis</i> larvalarının çıkarılması.....	22
Şekil 3.13. Fidanların köklerinde bulunan <i>C. tenebrionis</i> larvalarının yapmış olduğu zarar.....	23
Şekil 3.14. Fidanların toprak üstü (20-40 cm) gövdesinde bulunan <i>C. tenebrionis</i> larvası ve zararı.....	23
Şekil 3.15. Arazide fidanların köklerinde muhtemelen bulunan <i>Capnodis</i> spp. larvalarına EPN uygulaması.....	24
Şekil 3.16. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların sökülmesi.....	25
Şekil 3.17. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların sökülerek laboratuara getirilmesi ve temizlenmesi.....	25
Şekil 3.18. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan <i>Capnodis</i> spp. larvalarının ortaya çıkarılması.....	26
Şekil 3.19. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan <i>Capnodis</i> spp. larvalarının yapmış olduğu zarar.....	26
Şekil 3.20. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan <i>Capnodis</i> spp. larvalarının yapmış olduğu zararlar.....	27
Şekil 3.21. Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların toprak üstü (20-40 cm) gövdesinde bulunan <i>Capnodis</i> spp. larvalarının yapmış olduğu zarar.....	27
Şekil 4.22. Arazi denemesinde elde edilen infekteli <i>Capnodis</i> spp. larvaları.....	32



## 1. GİRİŞ

Anavatanı Orta Asya, Batı Çin ve İran – Kafkasya olan kayısı, gerek ülkemizde gerekse dünyada Akdeniz ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan önemli bir meyve türüdür. Kayısı üreticisi ülkelere Fransa, İspanya, İtalya, Macaristan ve Yunanistan taze kayısı ihracatçısıdır. Türkiye, Avustralya, İran ve Orta Asya ülkeleri daha çok kuru kayısı ihracatçısı ülkelerdir. Güney Afrika, Çek Cumhuriyeti, Bulgaristan ve Romanya konserve kayısı ihracatçısı ülkelerdir. ABD ise Avrupa kıtasına kuru kayısı ve konserve ihraç etmektedir (Anonim, 2010b).

Dünyanın en önemli kayısı üretim merkezlerinden birisi de Anadolu'dur (Anonim, 2007). Dünyada yılda toplam yaklaşık 3.500.000 ton taze kayısı üretilmekte olup, bu miktarın yaklaşık 700.000 tonu Türkiye tarafından üretilmektedir. Bu üretim miktarıyla Türkiye, dünya kayısı üretiminde yaklaşık %20'lik payla 1. sıradadır. Türkiye'yi Pakistan, İran, Özbekistan ve İtalya takip etmektedir (Anonim, 2010b).

Dünya kuru kayısı ihracatında Türkiye tartışmasız liderdir. Türkiye'de üretilen kayısının önemli bir bölümünden yaklaşık 100.000 ton kuru kayısı üretimi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen kuru kayısının tamamına yakını ihraç edilmektedir. Diğer bir ifadeyle dünya yaş kayısı üretiminin %20'si, dünya pazarlarına konu olan kuru kayısının ise yaklaşık % 80' i Türkiye tarafından sağlanmaktadır (Anonim, 2010b). Ülkemizde, yoğun kayısı yetiştiriciliği başta Malatya (%50) olmak üzere, Elazığ, Erzincan, Sivas, İçel (Mut), Antalya, Hatay, Kars, Iğdır yörelerinde yapılmaktadır (Anonim, 2010a).

Kayısı, iyi bir gelir kaynağı olması nedeniyle dikim alanları gün geçtikçe artan bir meyve türüdür. Yetiştiriciliğinde son yıllarda olumlu gelişmeler görülmesine karşılık birim alandan elde edilen ürün miktarı ve kalitesi arzu edilen düzeyde değildir (Anonim, 2007).

Kayısı yetiştiriciliği ile ilgili sorunlar arasında aşırı ve amaca uygun olmayan ilaç kullanımı yaygındır. İlaçların hasattan ne kadar önce kullanılacağı konusunda bilgi açığı bulunmaktadır. Yasaklanan ilaçlar çiftçiler tarafından bilinmediğinden yasaklamadan uzun zaman sonra bile bu ilaçların kullanımına tanık olunmaktadır. Bu durum özellikle taze kayısı ihracatında büyük sorunlara yol açmaktadır. Dahası aşırı ilaç



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. *Capnodis spp.*'in Kayısındaki Zararı ve Önemi

Fidan dip kurtları, *Capnodis spp.*, 18. yüzyılın ortalarından beri taş çekirdekli meyve ağaçlarında zararlı olduğu bilinmektedir (Ben-Yahuda ve ark., 2000). *C. tenebrionis* kuzey Afrika, güney ve orta Avrupa, yakın doğu, Karadeniz ve Hazar denizi çevresinde yaygınlık göstermesine rağmen, sadece güney Avrupa ve Akdeniz çevrelerinde zararlı olduğu rapor edilmiştir (Mahhou ve Dannis, 1992; Russo ve ark., 1994; Ciglar ve ark., 2004). *Capnodis carbonaria* ise Adriyatik kıyılarından Hazar Denizi kıyılarına kadar olan Anadolu'yu da içine alan bölgeye yayılış gösterirken sadece Mısır ve İsrail'de önemli ölçüde zarar meydana getirdiği rapor edilmiştir (Ben-Yahuda ve ark., 2000; Batt, 2004). Meyve bahçeleri dışında *C. tenebrionis* ve *C. carbonaria* nadiren yabani konukçu bitkilerde rastlanmıştır. İspanya'da 1970'li yıllarda *C. tenebrionis* çok büyük zararlara yol açmış, özellikle büyük alanlarda kayısı bahçelerinin sökülmesine neden olmuştur. Lodos ve Tezcan (1995) tarafından Türkiye'de bulunan Buprestidae familyasına ait türler hakkında kapsamlı bilgiler hazırlanmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda, İzmir ve çevresinde *C. tenebricosa*, *C. porosa*, *C. carbonaria*, *C. miliaris*, *C. cariosa* ve *C. tenebrionis* (Tezcan, 1990; 1995), Kahramanmaraş ve çevresinde *C. carbonaria*, *C. miliaris*, *C. porosa*, *C. tenebricosa* ve *C. tenebrionis* (Kanat ve Tozlu, 2001), Bursa'da *C. tenebrionis*, *C. tenebricosa*, *C. carbonaria* (Kaya ve Kovancı, 2004) türlerinin bulunduğu bildirilmiştir.

Karaca ve Demirel (2011) tarafından Malatya ili kayısı bahçelerinde bulunan yaygın *Capnodis spp* türleri ve yoğunlukları tespit edilmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışma Malatya ilinin Akçadağ, Battalgazi ve Doğanşehir ilçelerinde bulunan kayısı bahçelerinde haftalık sörvey çalışması ile yürütülmüştür. Bu kapsamda Akçadağ ilçesinin iki, Battalgazi'den üç ve Doğanşehir'den iki farklı kayısı bahçesinde, her kayısı bahçesinden rastgele seçilen 100 adet meyve ağacında bulunan *Capnodis spp.* erginleri toplanarak yapılmıştır. Örneklem süresince Akçadağ I kayısı bahçesinde 195 adet ergin yakalanmış olup bunların 143 adeti *Capnodis tenebrionis*, 52 adet ise *C. carbonaria* 'ya aittir. Akçadağ II kayısı bahçesinde 203 adet ergin yakalanmış olup bunların 156 adeti *C. tenebrionis*, 47 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Örneklem süresince Battalgazi I kayısı bahçesinde 147 adet ergin yakalanmış olup bunların 115

adeti *C. tenebrionis*, 32 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Battalgazi II kayısı bahçesinde 117 adet ergin yakalanmış olup bunların 87 adeti *C. tenebrionis*, 30 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Battalgazi III kayısı bahçesinde 109 adet ergin yakalanmış olup bunların 80 adeti *C. tenebrionis*, 29 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Örnekleme süresince Doğanşehir I kayısı bahçesinde 71 adet ergin yakalanmış olup bunların 46 adeti *C. tenebrionis*, 25 adeti ise *C. carbonaria*'ya ait türdür. Örnekleme süresince Doğanşehir II kayısı bahçesinde 178 adet ergin yakalanmış olup bunların tamamı *C. tenebrionis* aittir. *Capnodis tenebrionis* ve *C. carbonaria* türleri örneklenen kayısı bahçelerinde yaygın olarak bulunmuştur. Çalışma süresince toplam 1020 adet *C. tenebrionis* ve *C. carbonaria* erginleri toplanmıştır (Karaca ve Demirel, 2011).

*Capnodis* erginleri taze sürgün ve dallarda korteks dokusunda beslenir ve dişiler yumurtalarını kurumuş toprak çatlaklarına, taşların altına koyarlar. Bir dişi bir yılı aşabilen hayatı boyunca ortalama 1000 tane yumurta bırakır. Erginler havaların ısınmasıyla birlikte aktif hale geçerler. Her iki türde yumurta koymak için kuru yerleri tercih ederler. Yumurtalar, küçük gruplar halinde hafif topraklarda toprak içine, ağır topraklarda toprak çatlaklarına veya taşların altlarına bırakılırlar (Lillo, 1998). Her iki türde toz insektisit uygulanmış veya %10 veya daha fazla rutubet içeren topraklara yumurta koymazlar. İnsektisit uygulanmış topraklarda ağaç gövdesinden 120 cm uzağa kadar yumurta bıraktıkları gözlenmiştir (Ben-Yahuda ve ark., 2000). Yumurtadan çıkan larvalar köklerin içine girerek korteks dokusunda beslenirler ve pupa olurlar.

Ortam sıcaklığı ve ağaç türüne bağlı olarak 6-18 ay gelişme süreleri vardır. Bir kaç *Capnodis* larvasının yetişkin bir ağacı, tek bir larvanın ise bir yaştaki bir fideyi bir ya da iki yılda öldürebildiği bilinmektedir (Ben-Yahuda ve ark., 2000). Erginler beslenmek ve yumurta koymak için zayıf düşmüş ağaçları tercih ederler. Kültürel mücadele yöntemleri olarak sayılabilecek dayanıklı anaç kullanımı ve sulama rejiminin düzenlenmesi dışında kimyasal ilaç kullanımı *Capnodis* mücadelesi için bilinen tek yoldur (Ben-Yahuda ve ark., 2000). Fakat kullanılan insektisitlerin çevreye, kalıntılarının da insan sağlığına etkileri ve kullanımlarını kısıtlı hale getirmektedir.

Bazı karınca türlerinin zararlılarının yumurtalarında beslendiğini, bazı kuş türlerinin ise erginleri avladığını bildirmiştir (Rivnay, 1947). Bunun haricinde *Pheidole pallidula* (Nylander, 1849) (Hymenoptera: Formicidae) (Pussard, 1934), *Avetianella capnodiobia* Trjapitzin, 1968 (Hymenoptera: Encyrtidae) (Alexeev, 1984),

*Sclerodermus cereicollis* Kieffer, 1904 (Hymenoptera: Bethyridae) (Marannino ve De Lillo, 2005; 2007), *Billaea adelpha* (Loew, 1873) (Diptera: Tachinidae) ve *B. subrotundata* (Rondani, 1862) (Diptera: Tachinidae) (D'Aguilar ve Feron, 1949), *Sarcophila latifrons* (Fallén, 1817) (Diptera: Sarcophagidae) (Rivnay, 1947) türlerinin *Capnodis* spp. üzerinde parazitoid oldukları belirtilmektedir. Ancak bu türlerin biyolojik etkinleri üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Bunların haricinde 2005 yılında (Bonsignore vr ark., 2008) *C. tenebrionis* pupa ve larvalarında *Spathius erythrocephalus* (Hymenoptera: Braconidae) türünü saptamış ve bu türün doğal koşullarda kayısı ve eriklerde zararlıda % 30-40 oranında bir parazitlenme yaptığını belirtmiştir. Ancak parazitoidin alternatif konukçularının bilinmemesi ve kitle üretimi üzerinde çalışmaların olmamasının bu doğal düşman ile biyolojik mücadelenin uygulanabilirliğini kısıtladığını bildirmiştir (Bonsignore ve ark., 2008).

Her iki *Capnodis* türü ile ilgili olarak arthropod doğal düşmanlar ile yapılan biyolojik mücadele programı bulunmamaktadır Bunlara ek olarak, yapılan çalışmalarda *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatlarının yumurta ve erken dönem larvalarda etkili oldukları ve biyolojik savaşta kullanılabilecekleri rapor edilmiştir (Marannino ve ark., 2006). Fidan dip kurtlarının diğer doğal düşmanları *C. tenebrionis* larva ve pupalarından izole edilmiş *Steinernema feltiae* (Morton ve Pino, 2007) ve *S. carpocapsae* (Lobaton ve ark., 1998) türü entomopatojen nematodlardır. *Steinernema carpocapsae*'nin bir formülasyonunun *C. tenebrionis* mücadelesinde etkili bir şekilde kullanıldıkları diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Martinez ve ark., 2008).

Türkiye'de Tarım Bakanlığınca zararlı üzerinde uygulanması önerilen preparatlar henüz tam olarak belirlenmemiş, "geçici olarak tavsiye edilen" insektisit kapsamında Oxydematon-methyl (Metasystox) önerilmiştir. Bu ilaç sistemik özellikleri ile meyve ağaçlarında teknik talimatta adı geçen haziran, temmuz ve ağustos aylarında uygulanması çok tehlikeli olan bir insektisittir. Aynı zamanda etki özellikleri sebebiyle (sadece sokucu emici ağızlı böceklere etkili ve ruhsatludur) zararlı üzerinde çok zayıf bir etki oluşturması beklenir. Azinphos-methyl ise sadece toprak ilaçlamasında önerilmiştir. Yukarıda da bahsedildiği gibi Entomopatojen nematodlar (EPN) zararlının mücadelesinde kullanılabilmek için olan bilinen tek doğal düşmanlardır.

## 2.2. Entomopatojen Nematodlar (EPN)

Nematodların büyük bir bölümü fungus, bakteri ve diğer mikroskobik organizmalarla beslenirken bir bölümü de bitki ve hayvanlarla da beslenir. Bu nematodlardan bazıları ise böcek patojeni olup zararlı böceklerin kontrolünde aktif olarak kullanılmaktadır. Bu nematodlardan Steinernematidae ve Heterorhabtidae familyalarına ait olanlar kitlesel üretime uygun olup ticari bir ürün olarak piyasada bulmak mümkündür. Bu nematodlar dünyanın bir çok yerinde ‘‘böcek patojeni’’ ‘‘böcek paraziti’’ ‘‘entomopatojen’’ ya da faydalı nematodlar olarak adlandırılır (Crow, 2002).

Entomopatojen nematodlar 1930’lardan beri bilinmekle beraber, ilk araştırmacıların simbiyoz bakterilerin farkında olmamaları nedeniyle kitle üretimi ve mücadelede kullanımları başarısızlıkla sonuçlanmış ve daha sonra 1990 larda tekrar gündeme gelmiş ve araştırmalar hız kazanmıştır (Smart, 1995).

Entomopatojen nematodlar toprak içinde çok sayıda böcek türünün doğal düşmanı olup böcek populasyonlarını düzenleyici bir role sahiptirler. Belirli yaşam alanlarında bu nematodların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaları sonucu böcek türlerinin etkili ve güvenilir kontrolünü sağlamaktadır (Adams ve Nguyen, 2002).

Entomopatojen nematodlar (Rhabtida: Steinernematidae ve Heterorhabtidae) toprakta yaşayan zararlı böcekler üzerinde başarılı biyolojik kontrol ajanı olup turunçgil bahçelerinde, çilek tarlalarında, mantar yetiştirme alanlarında, ahududu yetişen tarlalarda, ve çimenlik alanlarda yaygın olarak kullanılırlar (Grewal ve ark., 2005).

Pestisit kullanımı sonucu zararların daha iyi anlaşılması ve entomopatojen nematodların formülasyon teknolojileri ve kitlesel üretimindeki ilerlemeler sonucu bu nematodların bilimsel ve ticari alanda büyük ilgi görmesine yol açmıştır (Georgis ve ark., 2006).

Entomopatojen nematodlar çoğunlukla zararlı populasyonunun hemen baskılanması için yüksek dozlarda ( $2,5 \cdot 10^9$  IJ/ha) salınımı yapılır (De Nardo ve ark., 2006). De Nardo ve ark. (2006) göre entomopatojen nematodların sahip olduğu bazı özellikler onları diğer organizmalardan (böcek parasitoidleri ve predatörleri, fungus, bakteri, virüs gibi mikroorganizmalar) ayırmaktadır.

- 1- Dünyanın pek çok yerinde topraktan elde edilirler.

- 2- Kullanımları için pek çok ülkede onay alınmasına gerek yoktur.
- 3- Entomopatojen nematodlar, yıllardır zararlı kontrolünde kullanılmaktadır ve rapor edile herhangi zararları/yan etkileri bulunmamaktadır.
- 4- Entomopatojen nematodların insan sağlığına olumsuz bir etkisi yoktur.
- 5- Kimyasal insektisitlerin kısıtlandığı veya yasaklandığı zararlılara karşı kullanılabilirler.
- 6- İnfektif juveniller (dayanıklı evreler), konukçu böcekleri aktif olarak arayabilme özelliğine sahiptirler.
- 7- Entomopatojen nematodlar fermentasyon ile kolayca kitle üretimi yapılabilir ve uygulamaları kolaydır (pülverizatör ile uygulanabilir).

### 2.2.1. Entomopatojen Nematodların Sınıflandırılması

Blaxter ve arkadaşlarının (1998) yaptıkları entomopatojen nematod sınıflandırılmasında moleküler filogenetik veriler esas alınmıştır ve her iki familyanın taksonomik durumu aşağıda gösterilmiştir:

Filum: Nematoda

Sınıf: Secernentea

Altsınıf: Rhabditia

Takım: Rhabditida

Alttakım: Cephalobuna      Alttakım: Rhabditina

Üstfamilya: Strongyloidea      Üstfamilya: Rhabditoidea

Familya: Steinernematidae      Familya: Heterorhabditidae

### 2.2.2. Entomopatojen Nematodların Biyolojileri ve Hayat Döngüsü

Entomopatojen nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae), öldürücü endoparazitler olup enfekte edebildikleri böcek tür sayısı oldukça fazladır (Forst ve Neelson, 1996; Boemare, 2002; Campbell ve ark., 2003). Bu entomopatojen nematodlar Enterobacteriaceae familyasına ait bakterilerle mutualistik bir ilişkiye sahip olup Steinernematidler *Xenorhabdus* cinsine ait bakterilerle; Heterorhabditidler ise *Photorhabdus* cinsi bakterilerle mutualistik ilişki içindedirler (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1.** Entomopatojen nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) ve bunlarla mutualistik yasayan bakteri türleri

<b>Mutualistik bakteri</b>	<b>İzole edilen nematod türü</b>	<b>Kaynak</b>
<i>X. nematophila</i>	<i>S. carpocapsae</i>	(Poinar and Thomas, 1965) (Thomas and Poinar, 1979)
<i>X. bovienii</i>	<i>S. affine</i> , <i>S. feltiae</i> , <i>S. intermedium</i> , <i>S. kraussei</i>	(Akhurst, 1983)
<i>X. poinarii</i>	<i>S. glaseri</i> , <i>S. cubanum</i>	(Akhurst, 1983)
<i>X. beddingii</i>	<i>S. longicaudum</i>	(Akhurst, 1986)
<i>X. japonica</i>	<i>S. kushidai</i>	(Nishimura et al., 1994)
<i>X. budapestensis</i>	<i>S. bicornutum</i>	(Lengyel et al., 2005)
<i>X. ehlersii</i>	<i>S. serratum</i>	(Lengyel et al., 2005)
<i>X. innexi</i>	<i>S. scapterisci</i>	(Lengyel et al., 2005)
<i>X. szentirmaii</i>	<i>S. rarum</i> (Cordoba, Argentina)	(Lengyel et al., 2005)
<i>P. luminescens</i>	<i>H. bacteriophora</i> Brecon	(Thomas and Poinar, 1979) (Boemare et al., 1993)
<i>P. luminescens</i> subsp. <i>akhurstii</i>	<i>H. indica</i>	(Fischer-Le Saux et al., 1999)
<i>P. luminescens</i> subsp. <i>laumondii</i>	<i>H. bacteriophora</i> HP88	(Fischer-Le Saux et al., 1999)
<i>P. temperata</i>	<i>H. zealandica</i> , <i>H. bacteriophora</i> NC1, <i>H. megidis</i> (Neoarctic izolat)	(Fischer-Le Saux et al., 1999)
<i>P. temperata</i> subsp. <i>temperata</i>	<i>H. megidis</i> (Palearctic izolat)	(Fischer-Le Saux et al., 1999)
<i>P. luminescens</i> subsp. <i>kayaii</i>	<i>H. bacteriophora</i>	( Hazir et al., 2004)
<i>P. luminescens</i> subsp. <i>thracensis</i>	<i>H. bacteriophora</i>	( Hazir et al., 2004)



Böceklerdeki enfeksiyonu morfolojik ve fizyolojik olarak toprakta uzun süre kalabilmeye adapte olmuş infektif juveniller gerçekleştirir. İnfektif juveniller (IJ) üçüncü evre olup beslenmeyen ve serbest yaşayan tek evredir (Adams ve Nguyen, 2002; Stuart ve ark., 2006). Toprakta yaşayan IJ'ler böceğe ağız, anüs ve spirakulum gibi vücut açıklıklarından giriş yapar. Böceğin içine giren IJ'ler taşımış oldukları mutualistik bakterileri böceğin hemosölüne salarlar. Bakteriler girdikleri böcek dokusu içinde hızla çoğalıp ürettikleri toksinle böceği öldürürler. Nematodun böcek içerisine girmesini takiben böceğin ölümü, böceğin büyüklüğüne, sıcaklığa ve nematod türüne bağlı olarak 48-72 saat içerisinde gerçekleşir (Kaya ve Stock, 1997; Walsh ve Webster, 2003).

Entomopatojen nematodlar böcek içerisinde üreyen kendi mutualistik bakterilerle beslenerek dördüncü evre juvenillere (J<sub>4</sub>) dönüşürler. Dördüncü evre juvenilleri beslenerek ilk jenerasyon dişi ve erkek bireyleri meydana getirirler. Çifleşmeden sonra birinci evre juvenilleri (J<sub>1</sub>) oluşturacak olan yumurtaların gelişimi sağlanır ve her bir juvenil evresinden sonra deri değişimi gerçekleştirilerek sırasıyla J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub>, J<sub>4</sub> evrelerine dönüşürler. Nematod böceğin büyüklüğüne göre bir, iki yada daha fazla jenerasyon geçirebilirler (Gaugler ve Kaya 1990).

Steinernematidae ve Heterorhabtidae cinsleri arasındaki temel farklardan biride IJ evrelerinin gelişim şekilleridir. Steinernematid'lerde IJ'ler genelde ayrı eşeyli olup, dişi ve erkeklere gelişirler. Heterorhabtidit'lerde ise her bir IJ hermafrodit bireyler olarak gelişirler. Hermafrodit bireylerden ortaya çıkan (üreyen) ikinci jenerasyonda erkek ve dişi bireyler ortaya çıkar (Gaugler ve Kaya, 1990).

Yapılan çalışmalarda *Steinernema* cinsine ait IJ'lerin *Xenorhabdus* spp. *Heterorhabditis* cinsine ait IJ'lerin *Photorhabdus* spp. bakterileriyle mutualistik bir ilişki içinde olduğu bulunmuştur (Gaugler, 2002). Bu nematodların ilişkili olduğu bakteriler Çizelge'2.1 de verilmiştir. Bu bakteriler sadece EPN'larda bulunur. Başka bir deyişle üçüncü evre juveniller mutualistik bakterileri taşırlar. Bakteriler *Steinernema* IJ'lerinde özofagusun arka kısmında bir kese içinde bulunurken, *Heterorhabditis*' lerde kese bulunmaz. Bakteriler bağırsağın daha çok uç kısmında yoğun olarak bulunurlar.

Photorhabdus bakterileri biyolojik ışımaya yapabilirler. Bu nedenle Heterorhabditis ile enfekteli bir larva karanlık ortamda parlak görülür. Her iki organizmada bu birliktelikte birbirine ihtiyaç duymaktadır. Nematodun bakteriye ihtiyaç duymasının sebepleri: konukçu böceğin bağışıklık ve hücresel savunma

mekanizmasının üstesinden gelmek, böcek kadavrasını çürümüş organik maddelerle beslenen mikroorganizmalara ve böceklere karşı korumak, gelişim ve üreme için uygun bir substrat oluşturmaktadır. Bakteri ise böcek hemösölüne girebilmek ve konukçu böceğin vücudu dışında canlı kalabilmek için nematodu bir vektör olarak kullanır. Nematod simbiyotik bakterisi ile olmadığında ya böceği öldürememekte yada ölüm gerçekleştiğinde iyi gelişip üreyememektedir (Ciche ve ark., 2006).

Entomopatojen nematodların varlığını birçok biyotik ve abiyotik faktörler etkilemektedir. Abiyotik faktörler denince iklim, toprak pH'sı, toprağın yapısı ve tekstürü gibi doğal faktörlerin yanı sıra insanların aktiviteleri sonucu meydana gelen fiziksel veya kimyasal etkiler akla gelmektedir.

Toprağın yapısı, nemi ve havalanması nematodun enerji tüketimi ile hareketini etkileyen etmenlerdir. Killi ve killi tınlı toprak küçük gözeneklere ve yüksek nem potansiyeline (% 18-28) sahip olduğundan nematodlara daha az havalanmış bir ortam yaratır. Bu nedenle de depo ettikleri karbonhidratları etkili bir şekilde kullanamazlar. Bunun aksine kumlu ve kumlu tınlı topraklar büyük gözeneklere ve düşük nem potansiyeline (%10-12) sahip olduğundan nematodlar için daha iyi havalanmış bir ortam oluşturur. İyi havalanmış bir ortamda depoladıkları lipidleri daha etkili bir şekilde kullanarak hayatta kalma sürelerini arttırmış olurlar (Kung ve Gaugler, 1990).

Toprakta yaşayan nematodları etkileyen en önemli abiyotik faktörlerden biride nemdir. Karada yaşayan nematodlar hareket edebilmek için yeterli kalınlıkta ve devamlılıkta su filmine ihtiyaç duyarlar (Kung ve ark., 1991).

Pekçok çalışma, IJ'lerin aktif oldukları nem aralığının EPN türleri arasında farklılık gösterdiğini kanıtlamıştır. Toprağın kademeli olarak kuruması, IJ'lerinin kısmi kuruluğa ve hareketsiz uyuşuk döneme fizyolojik olarak adapte olmalarını sağlayacak zamanı verir (Koppenhöfer ve Fuzy, 2007). Nematodların çoğu, uyuşuk dönemden sonra aktiviteye yeniden başlamayı sağlayacak fizyolojik ve davranışsal adaptasyonlara sahiptir (Glazer, 2002). Entomopatojen nematodların düşük nem düzeyinde azalan virulansları yağışla veya sulama yapılmasıyla arttırılabilir (Grant ve Villani, 2003).

Sıcaklık, EPN'lerin enfekte etme yeteneği, üreme, gelişme (Grewal ve ark., 1993; Jagdale ve Gordon, 1998; Jagdale ve ark., 2005), solunum, hayatta kalma, dağılım ve konukçu bulma davranışı gibi biyolojik faaliyetleri üzerinde etki göstermektedir (Griffin, 1993).

Bir çok EPN türü için optimum sıcaklık değerleri 5-15<sup>0</sup>C arasında olduğu belirlenmiş; 37 <sup>0</sup>C nin üzerindeki sıcaklıklarda EPN'lerin genellikle öldüğü gözlemlenmiştir (Koppenhöfer ve Kaya, 1999; Hazır, 2002; Stuart ve ark., 2006). Düşük sıcaklıklar EPN'lerin ılıman bölgelerde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasına engel olmaktadır. Düşük sıcaklık IJ'lerin enzim aktivitesini, hareketini ve metabolizma faaliyetini azaltıp inaktif hale dönüşmelerine neden olurlar (Chen ve ark., 2003). Yüksek sıcaklıklar ise metabolizma faaliyetlerini arttırıp, enerji kaynaklarını tüketeceğinden yaşam sürelerini kısaltır (Kaya, 1990; Hazır, 2002). Genel olarak EPN'lerin konukçusunu enfekte edebildiği sıcaklık aralığı gelişme ve üremenin gerçekleştiği sıcaklık aralığından daha geniştir (Gouge ve ark., 1999).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. *Galleria mellonella* Üretimi

Entomopatojen nematod tuzaklaması ve üretimi için gerekli *Galleria mellonella* larvaları suni diyet (Tablo 3.1) üzerinde 30x45x8 cm ölçülerinde üstü tülle kapatılmış plastik kaplarda 30 °C de % 60 oransal nem ve 6:18 A:K ışıklandırmada üretilmiştir. Söz konusu diyet içerik ve miktarlarının çeşitli kombinasyonları deneyerek elde edilmiş ve kullanılmaktadır (A. Yıldırım ve O. Doğanlar, yayınlanmamış veri).

**Tablo 3.1.** *Galleria mellonella* üretiminde kullanılacak suni diyetin bileşenleri (bileşen/ 1 kg suni diyet)

Petekli bal	150 g
Bal	100 g
Kepek	200 g
Mısır unu	100 g
Steril su	100 g
Gliserin	100 g
Kuru granül maya	100 g
Toz şeker	50 g
Süt tozu	100 g

*Galleria mellonella* üretimine arıcılık yapan çiftçilerin kovanlarından alınan vuruk peteklerden elde edilen larva ve yumurtalarla başlanmıştır. Yumurtalar, her bir yetiştirme kabı içindeki suni diyete konulmuş ve açılan yumurtalardan çıkan larvaların son dönem larva haline gelmesi beklenmiştir. Son dönem larvalar kaplardan toplanarak nematod üretiminde kullanılmak üzere depolanmıştır. Depolanacak larvalar 15 °C'ye ayarlanmış inkübatörde tutulmuştur. Larvaların bir kısmı pupa olması için içerisinde mumlu kağıt parçaları bulunan 2 litrelik plastik kavanozlara konulmuştur. Çıkan kelebekler 2 lt'lik kavanozlara konulmuş ve ağzı çift katlı tül bezle kapatılmıştır. Böylelikle kelebeklerin çiftleşme sonucu yumurtalarını tül beze koymaları sağlanmıştır. Çıkan yumurtalar kültürün devamında kullanılmıştır.

### 3.2. Entomopatojen Nematod Sörveyi

Hatay ilindeki taş çekirdekli meyve bahçelerini kapsayacak şekilde farklı bölgelerden toprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 3.2). Her bahçede toprak burgusuyla yaklaşık 30 cm derinliğe kadar 5 farklı noktadan alınan toprak örnekleri karıştırılarak ve bundan yaklaşık 1 kg kadarı alınarak etiketlenmiş plastik torbalara konulmuştur. Alınan toprak örnekleri laboratuara getirilerek 20 cm çaplı 10 cm yüksekliğindeki ağzı kapaklı plastik kaplara yaklaşık 250 gr gelecek şekilde konulmuş ve gerekiyorsa nemlendirilmiştir (Şekil 3.1). Her kaba 5 adet *G. mellonella* larvası konularak ağzı kapatılmış ve oda sıcaklığında 72 saat inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda EPN'ler ile enfekte edildiği düşünülen böcek kadavraları musluk suyunda yıkandıktan sonra doğrudan White tuzaklarına alınmıştır. Sağlıklı görünen larvalar plastik kaplardan alınarak musluk suyunda yıkanmış ve nemlendirilmiş kurutma kağıtlarının bulunduğu petri kaplarına konulmuştur. Petri kaplarının ağızları parafilm ile sıkıca kapatılarak oda sıcaklığında 72 saat inkübe edilmiştir. Tuzaklama ve inkübasyon işlemi her toprak örneği için iki kere tekrarlanmıştır. İnkübasyon süresi sonunda EPN'ler ile enfekte edildiği düşünülen böcek kadavraları White tuzaklarına alınmıştır. Çapı 20 cm, yüksekliği 10 cm olan ağzı kapaklı plastik kabın içine ters çevrilmiş bir petri üzerine kurutma kağıdı konularak kabın içerisine kurutma kağıdını da nemlendirecek kadar su konulmuştur. Kurutma kağıdı üzerine yerleştirilen böcek kadavraları oda sıcaklığında yeni JJ'ler çıkana kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda çıkan nematodlar bir miktar su ile birlikte içerisinde nemlendirilmiş kurutma kağıdı olan petri kaplarına aktarılarak ve her petri kabına 5 adet *G. mellonella* larvası konularak nematod enfeksiyonunun doğrulaması gözlenmiştir. Böcek kadavralarının aldığı renge göre EPN cinsinin *Steinernema* spp. (koyu kahverengi-siyah) veya *Heterorhabditis* spp. (pembe-kırmızı) olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.2.** EPN sörveyi örnekleme yerleri

Örnekleme yeri	Koordinatları
Topboğazı	36° 26' 66" K- 36° 18' 73" D
İmece	36° 27' 33" K - 36° 18' 68" D
Kurtlusoguksu-Kırıkhan	36° 29' 54" K- 36° 18' 64" D
Özsoğuksu-Kırıkhan	36° 28' 70" K- 36° 19' 15" D
Delibekirli-Kırıkhan	36° 32' 70" K - 36° 18' 40" D
Akbez-Hassa	36° 51' 97" K - 36° 31' 81" D
Aktepe-Hassa	36° 42' 26" K - 36° 29' 21" D
Yuvalı Köyü-Hassa	36° 40' 28" K - 36° 26' 52" D
Hassa çıkışı	36° 39' 12" K - 36° 31' 26" D
Yunushan çıkış-Altınözü	36° 03' 34" K - 36° 13' 96" D
Çetenli Köyü-Altınözü	36° 06' 09" K - 36° 17' 47" D
Babatorun Köyü-Altınözü	36° 06' 09" K - 36° 17' 47" D
Ziyaret Köyü-Altınözü	36° 09' 54" K - 36° 21' 69" D
Tokaçlı Köyü-Altınözü	36° 06' 38" K - 36° 15' 99" D
Altınözü-Merkez	36° 07' 07" K - 36° 15' 02" D
Kıcı Yolu-İskenderun	36° 29' 69" K - 36° 16' 80" D



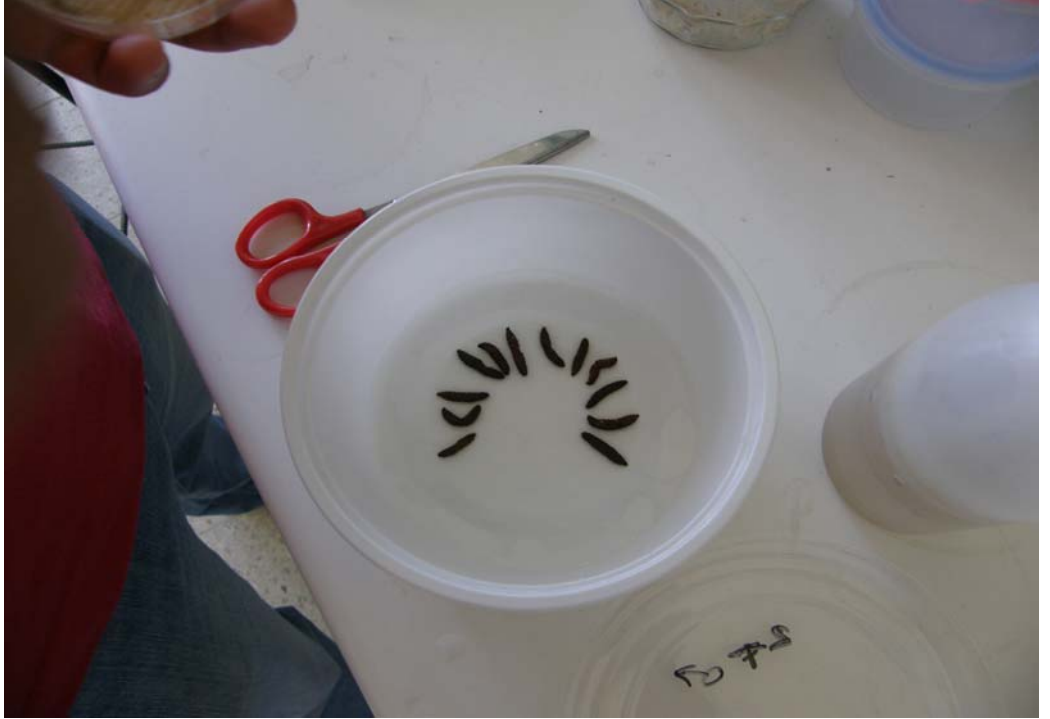
Şekil 3.1. Beyaz plastik kaplara toprak örneklerinin tuzaklanması

### 3.3. Entomopatojen Nematod Üretimi ve Kullanımı

Yaklaşık 1000 infektif juvenil (IJ)/ ml solusyonlar hazırlanmış ve içinde kurutma kağıdı ve *G. mellonella* larvaları bulunan petri kaplarına aktarılmıştır. İnfekte olan larvalar plastik kapaklı kutular içinde 25 °C de 72 saat inkübe edilmiş ve bu süre sonunda ölen larvalar White tuzaklarına yerleştirilmiştir (Şekil 3.2,3). Larvalardan çıkan IJ toplanmış ve kullanılana kadar 10 °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde ağzı kapalı plastik kutularda (10x10x20 cm) saklanmıştır. Stok solusyonlardan alınana 100 µl'lik örnekler mikroskop ile sayılarak (5 defa) ortalama IJ sayısı elde edilmiş ve buna göre uygulamalarda istenilen konsantrasyonları ayarlanmıştır.



Şekil 3.2. *Galleria mellonella* larvalarının White tuzaklarına alınması



Şekil 3.3. *Galleria mellonella* larvalarının White tuzaklarına alınması



### 3.4. *Capnodis* spp. Ergin Sörveyi

Çalışmada *Capnodis* spp. erginleri Kurtlusoguksu-Kırıkhan, Özsoğuksu-Kırıkhan, Delibekirli-Kırıkhan ve Tarla 49-Antakya daki kayısı ve erik bahçelerinden *Capnodis* türlerinin tipik zararı olan saplarından ya da yaprakların dip kısmından yenmiş yapraklar aranmıştır. Bu yaprakların bulunduğu ağaçlar çırpılarak yere düşen erginler toplanmıştır. Toplanan böcekler etiketlenmiş plastik torbalara konmuştur. Laboratuarda bu böcekler türlerine göre ayırt edilmiş ve sayımlar kaydedilmiştir.

### 3.5. *Capnodis* spp. Üretimi

Yıkayıp elenmiş (1 mm) dere kumu steril edilmiş (200 °C, 24 saat) ve 30 cm boyunda 20 cm çaplı plastik kavanozların dibine yaklaşık 1 cm kalınlığında yayılmıştır. Sörvey çalışmaları sırasında toplanan *Capnodis* spp. erginleri bu kavanozlara konulmuş, kayısı sürgünleri ile beslenmiş ve erginlerin koyduğu yumurtalar kum elenmek suretiyle toplanmış ve 9 cm'lik plastik petrilere saklanmıştır (Şekil 3.4). Çıkan larvalar 48 saat içerisinde fidanların bulaştırılmasında kullanılmıştır. Gerek elde edilen birey sayısının fazla olması ve gerekse bu bireylerden elde edilen yumurta/larva sayısının fazla olması açısından denemelerde *C. tenebrionis* kullanılmıştır.



Şekil 3.4. *Capnodis tenebrionis* erginlerinin kültüre alınması

### 3.6. Entomopatojen Nematodların *Capnodis* spp. Üzerine Etkileri

#### 3.6.1. Laboratuvar Denemesi I

Profito Fidancılık (Bursa)'dan alınan GF 677 şeftali çöğürleri 200 °C de 24 saat steril edilmiş toprak-kum(%70-%30) karışımı kullanılarak plastik kaplara (15 cm boy, 10 cm çap) şaşırtılmış 25 °C sıcaklık ve 16:8 ışıklandırma ayarlı iklimlendirme odasında tutulmuştur (Şekil 3.5). Şeftali çöğürleri gerektiğçe sulanmıştır.

*Capnodis* spp. larvalarının bulaştırılmasından 4 gün önce sulama kesilmiştir. Larvalar şeftali çöğürlerinin bulunduğu plastik bardaklara ince bir fırça yardımıyla her kaba 5 adet gelecek şekilde 10.09.2009 tarihinde aktarılmıştır. Larvaların çöğür köklerinde yerleşmesi ve beslenmesi için iki ay beklenmiş ve bu süre sonunda 12.11.2009 tarihinde fidelere Nematod, Nematod ve Chitosan, Chitosan uygulamaları yapılmıştır. İki haftalık inkübasyon sonunda 07.01.2010 tarihinde çöğürler plastik bardaklardan çıkarılarak kökleri incelenmiş ve canlı ve ölü böcek larvaları sayılmıştır. Her uygulama için 10 çöğür kullanılmış ve deneme 3 kere tekrar edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan çöğürlere sadece 10 ml su eklenmiştir.



Şekil 3.5. *Capnodis* larvaları bulaştırılmış GF 677 şeftali fidanları

### 3.6.2. Laboratuvar Denemesi II

Ceren Fidancılık (Kırıkhan, Hatay)'dan alınan 2 yaşlı zerdali anacı üzerine aşılı kayısı fidanları 200 °C de 24 saat steril edilmiş toprak-kum (%70-%30) karışımı kullanılarak plastik torbalara (30 cm boy, 25 cm çap) şaşırtılmıştır. Fidanlar oda sıcaklığında ışık görececek şekilde tutulmuş ve gerektiğinde sulanmıştır. *Capnodis* larvalarının bulaştırılmasından 4 gün önce sulama kesilmiştir. Kayısı fidanları 29.07.2011 tarihinde her bitkiye 6 adet *Capnodis* larvası gelecek şekilde 15 adet fidan bulaştırılmıştır (Şekil 3. 6). Yaklaşık bir hafta sonra 03.08.2011 tarihinde kayısı fidanlarına her bitkiye 9 adet *Capnodis* larvası gelecek şekilde yine 15 adet olmak üzere deneme tekrar edilmiştir. Bulaştırılmadan yaklaşık 3'çer hafta sonra 17.08.2011 ve 22.08.2011 de her bitkiye yaklaşık 17000 IJ/ml dozunda 7 ml olarak EPN uygulanmıştır (Şekil 3.7,8,9). Her iki denemede de 3'er adet fidan kontrol olarak kullanılmıştır. Birinci deneme 20.09.2011 tarihinde ve ikinci deneme 27.09.2011 tarihinde sökülerek fidanların muhtelif yerlerinde bulunan larvalar tespit edilmiştir (Şekil 3.10). Ayrıca *Capnodis* larva sayısı, yapmış oldukları zarar buldukları yerlere göre kayıt edilmiştir (Şekil 3.11,12,13,14). Her fidan toprağından alınan toprak örneklerinde, *G. mellonella* larvaları kullanılarak tuzaklama yöntemiyle EPN varlığı araştırılmıştır.



Şekil 3.6. Fidanlara bulaştırılacak *C. tenebrionis* larvaları





Şekil 3.7. *Capnodis tenebrionis* larvalarının kayısı fidanlarına bulaştırılması



Şekil 3.8. *Capnodis tenebrionis* larvaları ile bulaştırılmış fidanlara EPN uygulanması



Şekil 3.9. *Capnodis tenebrionis* larvaları ile bulaştırılmış fidanlara EPN uygulanması



Şekil 3.10. *Capnodis tenebrionis* larvaları ile bulaştırılmış fidanlar ve kontrol fidanların temizlenmesi





Şekil 3.11. Fidanların köklerinde bulunan *C. tenebrionis* larvalarının çıkarılması



Şekil 3.12. Fidanların köklerinde bulunan *C. tenebrionis* larvalarının çıkarılması



**Şekil 3.13.** Fidanların köklerinde bulunan *C. tenebrionis* larvalarının yapmış olduğu zarar



**Şekil 3.14.** Fidanların toprak üstü (20-40 cm) gövdesinde bulunan *C. tenebrionis* larvası ve zararı

### 3.6.3. Arazi Denemesi

*Capnodis* zararı nedeniyle bir kısmı sökülerek, yeniden bir yaşlı fidanlar ile tesis edilen (Santa Rosa, Japon karışık) bahçede (36° 18' 95" K- 36° 12' 08" D) 04.08.2011 tarihinde fidan başına 1000 adet IJ/ ml ve 2000 adet IJ/ ml dozlarında 100'er ml uygulama yapılmıştır (Şekil 3.15). Her doz için 5 ve kontrol için de 5 fidan rastgele seçilmiştir. Uygulamadan üç hafta sonra 25.08.2011 tarihinde fidanlar sökülmüş (Şekil 3.16) ve her fidan dibinden yaklaşık 500 cm<sup>3</sup> toprak alınarak laboratuara getirilmiştir. Fidan kökleri yıkanmış ve *Capnodis* larvaları kaydedilmiştir (Şekil 3.17,18,19,20,21). Toprak örneklerinde, *G. mellonella* larvaları kullanılarak tuzaklama yöntemiyle EPN varlığı araştırılmıştır.



**Şekil 3.15.** Arazide fidanların köklerinde muhtemelen bulunan *Capnodis* spp. larvalarına EPN uygulaması





**Şekil 3.16.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların sökülmesi



**Şekil 3.17.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların sökülerek laboratuara getirilmesi ve temizlenmesi





**Şekil 3.18.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan *Capnodis* spp. larvalarının ortaya çıkarılması



**Şekil 3.19.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan *Capnodis* spp. larvalarının yapmış olduğu zarar



**Şekil 3.20.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların köklerinde bulunan *Capnodis* spp. larvalarının yapmış olduğu zararlar



**Şekil 3.21.** Entomopatojen nematod uygulanmış ve kontrol fidanların toprak üstü (20-40 cm) gövdesinde bulunan *Capnodis* spp. larvalarının yapmış olduğu zarar

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Entomopatojen Nematod Sörveyi

Yapılan sörveyde farklı kayısı bahçelerden alınan örneklerden *Heterorhabditis* sp. elde edilmiş olup diğer çalışmalarda kullanılmıştır. Örnekleme yerlerinden İmece, Kurtluoğuksu-Kırıkhan, Özsoğuksu-Kırıkhan, Delibekirli-Kırıkhan, Akbez-Hassa, Aktepe-Hassa, Yuvalı Köyü-Hassa, Hassa çıkışı ve Çetenli Köyü-Altınözü EPN tespit edilmiştir. Örnekleme yerleri ve sonuçları Çizelge 4.3’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.** EPN sörveyi örnekleme yerleri ve sonuçları

Örnekleme yeri	Koordinatları	Örnekleme Sonucu
Topboğazı	36° 26’ 66’’ K- 36° 18’ 73’’ D	-
İmece	36° 27’ 33’’ K - 36° 18’ 68’’ D	+
Kurtluoğuksu-Kırıkhan	36° 29’ 54’’ K- 36° 18’ 64’’ D	+
Özsoğuksu-Kırıkhan	36° 28’ 70’’ K- 36° 19’ 15’’ D	+
Delibekirli-Kırıkhan	36° 32’ 70’’ K - 36° 18’ 40’’ D	+
Akbez-Hassa	36° 51’ 97’’ K - 36° 31’ 81’’ D	+
Aktepe-Hassa	36° 42’ 26’’ K - 36° 29’ 21’’ D	+
Yuvalı Köyü-Hassa	36° 40’ 28’’ K - 36° 26’ 52’’ D	+
Hassa çıkışı	36° 39’ 12’’ K - 36° 31’ 26’’ D	+
Yunushan çıkış-Altınözü	36° 03’ 34’’ K - 36° 13’ 96’’ D	-
Çetenli Köyü-Altınözü	36° 06’ 09’’ K - 36° 17’ 47’’ D	+
Babatorun Köyü-Altınözü	36° 06’ 09’’ K - 36° 17’ 47’’ D	-
Ziyaret Köyü-Altınözü	36° 09’ 54’’ K - 36° 21’ 69’’ D	-
Tokaçlı Köyü-Altınözü	36° 06’ 38’’ K - 36° 15’ 99’’ D	-
Altınözü-Merkez	36° 07’ 07’’ K - 36° 15’ 02’’ D	-
Kııcı Yolu-İskenderun	36° 29’ 69’’ K - 36° 16’ 80’’ D	-



## 4.2. *Capnodis* spp. Ergin Sörveyi

Hatay'ın farklı bölgelerinde, 2010 yılında farklı zamanlarda yapılan sörvey çalışmasında 417 adet *C. tenebrionis* ve 118 adet *C. carbonaria* ergini toplanmış, 2011 yılında ise bu rakamlar 125 ve 8 olmuştur. Karaca ve Demirel (2011) tarafından 2010 yılında Malatya ili kayısı bahçelerinde bulunan yaygın *Capnodis* spp türleri ve yoğunlukları tespit edilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar tarafından örnekleme süresince Akçadağ I kayısı bahçesinde 195 adet ergin yakalanmış olup bunların 143 adeti *Capnodis tenebrionis*, 52 adet ise *C. carbonaria* 'ya aittir. Akçadağ II kayısı bahçesinde 203 adet ergin yakalanmış olup bunların 156 adeti *C. tenebrionis*, 47 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Battalgazi I kayısı bahçesinde 147 adet ergin yakalanmış olup bunların 115 adeti *C. tenebrionis*, 32 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Battalgazi II kayısı bahçesinde 117 adet ergin yakalanmış olup bunların 87 adeti *C. tenebrionis*, 30 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Battalgazi III kayısı bahçesinde 109 adet ergin yakalanmış olup bunların 80 adeti *C. tenebrionis*, 29 adet ise *C. carbonaria*'ya aittir. Doğanşehir I kayısı bahçesinde 71 adet ergin yakalanmış olup bunların 46 adeti *C. tenebrionis*, 25 adeti ise *C. carbonaria*'ya ait türdür. Örnekleme süresince Doğanşehir II kayısı bahçesinde 178 adet ergin yakalanmış olup bunların tamamı da *C. tenebrionis* aittir. *Capnodis tenebrionis* ve *C. carbonaria* türleri örneklenen kayısı bahçelerinde yaygın olarak bulunmuştur. Çalışma süresince toplam 1020 adet *C. tenebrionis* ve *C. carbonaria* erginleri toplanmıştır.

## 4.3. Entomopatojen Nematodların *Capnodis* spp. Üzerine Etkileri

### 4.3.1. Laboratuvar Denemesi I

Deneme sonucunda çöğürlerde her ne kadar solgunluk, kuruma vb. belirtiler görülmüşse de deneme sonunda yapılan incelemede sadece kontrol çöğürlerinden birinde bir adet *Capnodis* larvasına rastlanmış, ne diğer kontrol çöğürlerinde ne de diğer uygulama çöğürlerinde larvaya rastlanmamıştır. Çöğürlerin çok küçük olması nedeniyle larval gelişime uygun olmadığı ve bunun sonucunda denemenin daha büyük ve kalın fidanlarda yapılması gerektiğine karar verilmiştir.

#### 4.3.2. Laboratuvar Denemesi II

Denemenin birinci kısım sonucunda EPN uygulanan 12 fidandan sadece ikisinde birer adet canlı larva ve 3 kontrol fidanından sadece birinde bir adet canlı larva bulunmuştur. Çalışmada EPN'ler tarafından öldürülmüş olabilecek larvaya rastlanmamıştır. Sebebi anlaşılamamakla beraber, *Capnodis* larvalarının fidanlara yerleşmedikleri veya bu fidanlarda gelişemedikleri düşünülmektedir. Diğer yandan, bulunan canlı larvaların köklerde kalmayarak, toprak yüzeyinden 15-30 cm yukarı kadar çıktıkları ve bunun sonucunda EPN enfeksiyonundan korundukları gözlenmiştir.

Denemenin ikinci kısmında ise sadece iki fidandan *Capnodis* larvası elde edilememiş, kontrol için ayrılan her üç fidandan da *Capnodis* larvası elde edilmiştir. Denemenin birinci kısmında kontrol fidanlarında larva yerleşmemesi/gelişmemesi sonucu istatistik analiz yapılmamıştır. Denemenin ikinci kısmında elde edilen *Capnodis* larvalarında tipik Heterorhabditis enfeksiyonu belirtisi (pembeleşme) gözlenmemiş ve EPN enfeksiyonu doğrulanamamıştır. Yine larvaların köklerde kalmayarak fidan gövdesinde yukarı doğru hareketle EPN enfeksiyonundan korundukları düşünülmektedir.

Entomopatojen nematodların kalıcılığını gözlemlemek için fidan topraklarından yapılan tuzaklamaların sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Uygulama yapılan fidanların sadece 3 tanesinin toprağından EPN tekrar elde edilememiştir.

**Çizelge 4.4.** Fidan topraklarından yapılan *G. mellonella* tuzaklama sonuçları

1. Kısım deneme (23.09.2011)			2. Kısım deneme (30.09.2011)		
Fidan	Canlı	Ölü	Fidan	Canlı	Ölü
1	4	1	1	5	0
2	4	1	2	5	0
3	3	2	3	5	0
4	5	0	4	4	1
5	4	1	5	5	0
6	5	0	6	1	4
7	3	2	7	5	0
8	5	0	8	5	0
9	3	2	9	3	2
10	3	2	10	5	0
11	5	0	11	5	0
12	3	2	12	4	1

#### 4.3.3. Arazi Denemesi

Deneme sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Buna göre 1000 adet IJ/ml dozda toplam 3 canlı 2 ölü larva bulunmuştur. Bulunan iki ölü larva pembeleşmiş olmasına rağmen White tuzaklamasında IJ çıkışı gözlenmemiştir (Şekil 4.22). Ayrıca 2000 adet IJ/ml dozunda iki canlı larvaya rastlanmasına rağmen ölü larvaya rastlanmamıştır. Kontrolde ise toplam 5 canlı larva bulunurken ölü larvaya rastlanmamıştır.

**Çizelge 4.5.** Arazi denemesi sonuçları

Doz	1000 adet IJ/ml		2000 adet IJ/ml		Kontrol	
	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
1	2	2	2	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0		0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	4	0

**Şekil 4.22.** Arazi denemesinde elde edilen infekteli *Capnodis* spp. larvaları.

Fidan köklerinden getirilen toprak örneklerinden yapılan tuzaklama sonuçları Çizelge 4.6'de verilmiştir. Buna göre sadece 1000 IJ/ml dozu uygulanmış iki fidan toprağından EPN tekrar elde edilememiştir.



**Çizelge 4.6.** Arazi denemesi tuzaklama sonuçları

Doz	1000 adet IJ/ml		2000 adet IJ/ml		Kontrol	
	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
1	3	2	0	5	5	0
2	3	2	0	5	5	0
3	5	0	2	3	5	0
4	0	5	4	1	5	0
5	5	0	4	1	5	0

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Entomopatojen nematod sörvey çalışması 16 farklı bahçede yapılmış olup bunların 9'unda EPN (*Heterorhabditis* sp. ) tespit edilmiştir.

Hatay bölgesinde *Capnodis* spp. erginlerinin dağılımını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, 2010 yılında 417 adet *C. tenebrionis* ve 118 adet *C. carbonaria* ergini, 2011 yılında ise 125 adet *C. tenebrionis* ve 8 adet *C. carbonaria* ergini toplanmıştır.

Laboratuvar denemesi I'in sonucunda çöğürlerde her ne kadar solgunluk, kuruma vb. belirtiler görülmüşse de deneme sonunda yapılan incelemede sadece kontrol çöğürlerinden birinde bir adet *Capnodis* larvasına rastlanmış, ne diğer kontrol çöğürlerinde ne de diğer uygulama çöğürlerinde larvaya rastlanmamıştır.

Laboratuvar denemesi II'in birinci kısım sonucunda EPN uygulanan 12 fidandan sadece ikisinde birer adet canlı larva ve 3 kontrol fidanından sadece birinde bir adet canlı larva bulunmuştur. Ayrıca çalışmada EPN'ler tarafından öldürülmüş olabilecek larvaya rastlanmamıştır.

Laboratuvar denemesi II'in ikinci kısmında ise sadece iki fidandan *Capnodis* larvası elde edilememiş, kontrol için ayrılan her üç fidandan da *Capnodis* larvası elde edilmiştir. Ancak elde edilen *Capnodis* larvalarında tipik Heterorhabditis enfeksiyonu belirtisi (pembeleşme) gözlenmemiş ve EPN enfeksiyonu doğrulanamamıştır.

Entomopatojen Nematodların kalıcılığını gözlemlemek için fidan topraklarından yapılan tuzaklamaların sonuçlarına göre uygulama yapılan fidanların sadece 3 tanesinin toprağından EPN tekrar elde edilememiştir.

Arazi denemesinde 1000 adet IJ/ml dozda toplam 3 canlı 2 ölü larva bulunmuştur. Bulunan iki ölü larva pembeleşmiş olmasına rağmen White tuzaklamasında IJ çıkışı gözlenmemiştir.

Arazi denemesinde 2000 adet IJ/ml dozunda iki canlı larvaya rastlanmasına rağmen ölü larvaya rastlanmamıştır. Kontrolde ise toplam 5 canlı larva bulunurken ölü larvaya rastlanmamıştır.

Arazi denemesinde fidan köklerinden getirilen toprak örneklerinden yapılan tuzaklama sonuçlarına göre sadece 1000 IJ/ml dozu uygulanmış iki fidan toprağından EPN tekrar elde edilememiştir.

Çalışmanın amacı özellikle *Capnodis* spp ile infekteli taş çekirdeli meyve bahçelerinden elde edilebilecek farklı EPN izolatlarının biyo-ekolojilerini çalışmak ve bunların arasından zararlının mücadelesinde kullanılabilir ümit vaat eden iki veya üç izolatı denemek olmasına rağmen, yapılan surveyde sadece *Heterorhabditis* türü bir nematod elde edilmiş, bu nematodun zararlıyı kontrol edip edemeyeceği doğrudan çalışılmış ve tür teşhisi ve biyo-ekolojisi çalışılmamıştır.

Her ne kadar, yurt dışında yapılan çalışmalarda (Morton ve Pino, 2007; Martinez ve ark., 2008; Maraninno ve Lillo, 2005; 2007) EPN laboratuvar ve arazi şartlarında *Capnodis* spp. kontrolünde başarıyla uyguladıklarını rapor etseler de, mevcut çalışmada *Heterorhabditis* sp. doğrudan *C. tenebrionis* bulaştırılmış bitki köklerine uygulanmış ve yeterli etkinliği göstermemiştir. *Capnodis* larvalarının bitkilerde yerleşmemesi, ayrıca yerleştikleri bitkilerde köklerde kalmayıp, toprak seviyesinden yukarıya doğru beslenmesi sonucu EPN'lerin bulunduğu ortamdan uzaklaşması elimizdeki izolatın *Capnodis* spp. bulaşık ağaçlarda etkin bir şekilde kullanılamayacağını göstermiştir.

Bununla beraber önce uygulanırsa, fidan köklerine *Capnodis* larvalarının sonradan bulaşmasını engelleyip engellemeyeceği çalışılmalıdır. Ayrıca EPN surveyi daha geniş kapsamlı yapılabilir ve elde edilen izolatların biyo-ekolojileri çalışılarak bunlar içerisinde seçilecek farklı izolatlar denenebilir.

**KAYNAKLAR**

- Adams, B. J. and Nguyen, K. B. 2002. Taxonomy and systematics. In: Gaugler, R. (Ed.), *Entomopathogenic Nematology*. **CABI Publishing**, pp. 1-33. Wallingford, UK.
- Akhurst, R. J. 1983. Taxonomic study of *Xenorhabdus*, a genus of bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematodes. **International Journal of Systematic Bacteriology**, 33, 38-45.
- Akhurst, R. J. 1986. *Xenorhabdus nematophilus* subsp. *poinarii*: its interaction with insect pathogenic nematodes. **Systematic and Applied Microbiology** . 8, 142-147.
- Alexeev, N. A. 1984. Ecology and morphology of poorly studied species of the genus *Capnodis* (Coleoptera, Buprestidae). **Entomological Review**, 73: 108-116.
- Anonim, 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- Anonim, 2007. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi 35. 2007. Ankara.
- Anonim, 2008. Türkiye istatistik kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- Anonim, 2010a. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. [www.batem.gov.tr](http://www.batem.gov.tr).
- Anonim, 2010b. Fırat Kalkınma ajansı Kayısı araştırma Raporu Eylül 2010. [www.fka.org.tr](http://www.fka.org.tr) .Malatya.
- Anonim, 2010c. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi 22. 2010. Ankara.
- Batt, A. E. M. 2004. Field and laboratory observations on some tree borers and their hosts in North Sinai Governorate, Egypt. **Egyptian Journal of Agricultural Research**. 82 (2) : 559-572.
- Ben-Yehuda, S., Assael, F. and Mendel, Z. 2000. Improved Chemical Control of *Capnodis tenebrionis* and *C. carbonaria* in Stone-Fruit Plantations in Israel. **Phytoparasitica** 28(1):1-16.
- Blaxter, M. L., De Ley, P., Garey, J. R., Liu, L. X., Scheldeman, P., Vierstraete, A., Vanfleteren, J. R., Mackey, L. Y., Dorris, M. L., Frisse, M. J., Vida, T. and Kelley, W. 1998. A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. **Nature**. 392, 71-75.
- Boemare, N. 2002. Biology, taxonomy and systematics of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. In: Gaugler, R. (Ed.), **Entomopathogenic Nematology**. **CABI**, pp. 35-57. Wallingford, UK.
- Boemare, N., Akhurst, R. J. and Mourant, R. G. 1993. DNA relatedness between *Xenorhabdus* spp. (*Enterobacteriaceae*), symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes, and a proposal to transfer *Xenorhabdus luminescens* to a new genus, *Photorhabdus* gen. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, 43, 249-255.
- Bonsignore, C. P., van Achterberg, C. and Vacante, V. 2008. First record of Braconidae as parasitoids of *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus) (Coleoptera: Buprestidae), with notes on the ecology of *Spathius erythrocephalus* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae). **Zoologische Mededelingen**. <http://www.zoologischemededelingen.nl/82/nr03/a44>.
- Campbell, J. F., Lewis, E. E., Stock, S. P., Nadler, S. and Kaya, H. K. 2003. Evolution of host search strategies in entomopathogenic nematodes. **Journal of Nematology**. 35 (2), 142-145.

- Ciche, T. A., Darby, C., Ehlers, R. U., Forst, S. and Goodrich-Blair, H. 2006. Dangerous liaisons: The symbiosis of entomopathogenic nematodes and bacteria. **Biological Control**. 38, 22-46.
- Chen, S., Li, J., Han, X. and Moens, M. 2003. Effect of temperature on the pathogenicity of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.) to *Delia radicum*. **BioControl**. 48, 713-724.
- Ciglar, I., Baric, B., Raspudic, E. 2004. New pests in peach orchards in Croatia. Bulletin Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group 'Integrated plant protection in stone fruit', 14-16 October 2002. **OILB/SROP** 27 (5) : 9-11. Opatjia, Croatia.
- Crow, W. T. 2002. Using Nematodes to Control Insects: Overview and Frequently Asked Questions. University of Florida. **Extension on institute of food and Agricultural Sciences**, 1-6.
- D'Aguillar, J. and Feron, M. 1949. Sur un Diptère parasite de *Capnodis tenebrionis* L., en France: *Billaea subrotundata* Rond. **Bulletin de la Societe Entomologique de France**, 44: 119-121.
- De Nardo, E. A. B., Grewal, P. S., McCartney, D., and Stinner, B. R. 2006. Nontarget effects of entomopathogenic nematodes on soil microbial community and nutrient cycling process: A microcosm study. **Applied Soil Ecology**. 34, 250-257.
- Fischer-Le Saux, Viallard, M., Brunel, V., Normand, B. P., and Boemare, N. 1999. Polyphasic classification of the genus *Photorhabdus* and proposal of new taxa: *P. luminescens* subsp. *luminescens* subsp. nov., *P. luminescens* subsp. *akhurstii* subsp. nov., *P. luminescens* subsp. *laumondii* subsp. nov., *P. temperata* sp. nov., *P. temperata* subsp. *temperata* subsp. nov. and *P. asymbiotica* sp. nov. **International Journal of Systematic Bacteriology** 49, 1645-1656.
- Forst, S. and Neilson, K. 1996. Molecular biology of the symbiotic-pathogenic bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp. **Microbiological Review**. 60, 21-43.
- Gaugler, R. and Kaya, H. 1990. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. **CRC Pres**, 365p., USA.
- Gaugler, R. 2002. Entomopathogenic Nematology. **CABI publishing**, 440p., USA.
- Georgis, R., Koppenhöfer, A. M., Lacey, L. A., Belair, G., Duncan, L. W., Grewal, P. S., Samish, M., Tan, L., Torr, P. and Van Tol, R. W. H. M. 2006. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological Control**, 38; 103-123.
- Glazer, I. 2002. Survival Biology. In: Gaugler, R. (Ed.), Entomopathogenic Nematology. **CABI**, pp. 169-187. **Wallingford**, UK.
- Gouge, D. H., Lee, L. L. and Henneberry, T. J. 1999. Effect of temperature and lepidopteran host species on entomopathogenic nematode (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) infection. **Environmental Entomology**. 28 (5), 876-883.
- Grant, J. A. and Villani, M. G. 2003. Soil Moisture effects on entomopathogenic nematodes. **Environmental Entomology**. 32 (1), 80-87.
- Grewal, P. S., Ehlers, R. U., and Shapiro-Ilan, D. I. 2005. Nematodes as Biocontrol Agents. **CABI Publishing**, 506p., USA.
- Grewal, P. S., Gaugler, R., Kaya, H. K. and Wusaty, M. 1993. Infectivity of the entomopathogenic nematode *Steinernema scapterisci* (Nematoda: Steinernematidae). **Journal of Invertebrate Pathology**. 62, 22-28.

- Griffin, C. T. 1993. Temperature responses of entomopathogenic nematodes: implications for the success of biological control programmes. In R. Bedding, R. Akhurst, and H. Kaya, Eds. "Nematodes and the biological control of insects". **CSRIO Publications**. pp. 115-126. East Melbourne/Australia.
- Hazır, S. 2002. Türkiye'deki entomopatojenik nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) üzerine faunistik çalışmalar. **Doktora Tezi H. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, 158 s. Ankara.
- Hazır, S., Stackebrandt, E., Lang, E., Schumann, P., Ehlers, R.-U., and Keskin, N. 2004. Two new subspecies of *Photorhabdus luminescens*, isolated from *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae): *Photorhabdus luminescens* subsp. *kayaii* subsp. nov. and *Photorhabdus luminescens* subsp. *thracensis* subsp. nov. **Systematic and Applied Microbiology** 27, 36-42.
- Jagdale, G. B., Grewal, P. S., and Salminen, S. O. 2005. Both heat-shock and coldshock influence trehalose metabolism in an entomopathogenic nematode. **Journal of Parasitology** 91 (5), 988-994.
- Jagdale, G. B., ve Gordon, R. 1998. Effects of propagation temperatures on temperature tolerance of entomopathogenic nematodes. **Fundam. Applied Nematology**. 21 (2), 177-183.
- Kanat M. ve Tozlu, G. 2001. Kahramanmaraş ilinde bulunan Buprestidae (Coleoptera) familyası türleri üzerinde faunistik bir araştırma. **Ziraat Fakültesi Dergisi, Atatürk Üniversitesi** 32 (3) : 223-231.
- Karaca, Z. ve Demirel, N. 2011. Malatya İli Kaysı Bahçelerinde Bulunan *Capnodis* spp. (Coleoptera: Buprestidae) Türleri Yaygınlıkları ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. **Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri**, 28-30 Haziran. pp. 205. Kahramanmaraş.
- Kaya, M. ve Kovancı, B. 2004. Bursa'da ahududu alanlarında saptanan Coleoptera türleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, **Ziraat Fakültesi Dergisi** 19 (3) : 1-7.
- Kaya, H. K. and Stock, S. P. 1997. Techniques in insect nematology. In "Manual of Techniques in Insect Pathology" (L. Lacey, Ed.). **Academic Press**, pp. 281-324. San Diego, CA.
- Kaya, H. K. 1990. Soil ecology. In Gaugler, R. and Kaya, H. K. (Ed.), *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. **CRC Press**, , pp. 93-111. Florida, SA.
- Koppenhöfer, A. M. and Fuzy, E. M. 2007. Soil moisture effects on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabaei*, *S. glaseri*, *Heterorhabditis zealandica*, and *H. bacteriophora*. **Applied Soil Ecology**. 35, 128-139.
- Koppenhöfer, A. M. and Kaya, H. K. 1999. Ecological characterization of *Steinernema rarum*. **Journal of Invertebrate Pathology**. 73, 120-128.
- Kung, S. P. and Gaugler, R. 1990. Soil type and entomopathogenic nematode persistence. **Journal of Invertebrate Pathology**. 55, 401-406.
- Kung, S. P., Gaugler, R., and Kaya, H. K. 1991. Effects of soil temperature, moisture and relative humidity on entomopathogenic nematode persistence. **Journal of Invertebrate Pathology**. 57, 242-249.

- Lengyel, K., Lang, E., Fodor, A., Szallas, E., Schumann, P., and Stackebrandt, E. 2005. Description of four novel species of *Xenorhabdus*, family Enterobacteriaceae: *Xenorhabdus budapestensis* sp. nov., *Xenorhabdus ehlersii* sp. nov., *Xenorhabdus innexi* sp. nov., and *Xenorhabdus szentirmaii* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology**, 28, 115–122.
- Lillo E. de. 1998. Oviposition of *Capnodis tenebrionis* (L) (Coleoptera: Buprestidae). **Entomologica**, 32 : 153-165.
- Lobaton, C. S., Vela, J. R. G., Lopez, M. P. L., and Roca, A. C. 1998. Bioassays with a strain of *Steinernema carpocapsae* (Filipjev) detected on *Capnodis tenebrionis* L. larvae. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas** 24 (4) : 679-686.
- Lodos, N. ve Tezcan, S. 1995. Türkiye Entomolojisi V Buprestidae (Genel Uygulamalı ve Faunistik). **Entomoloji Derneği Yayınları**, No: 8, Ege Üniversitesi Basımevi, 138 s. Bornova-İzmir.
- Mahhou, A. and Dannis, F. G. 1992. The almond in Morocco. Hort. **Technology** 2:488-492.
- Marannino, P. and de Lillo, E. 2005. Nemici naturali di *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera Buprestidae) ed effetto dell'umidità del suolo sulla schiusura delle uova. **Atti Congresso Nazionale Entomologia, Assisi 2005**: 1.
- Marannino, P., Santiago-Álvarez, C., Lillo, E. De., and Quesada-Moraga, E. 2006. A new bioassay method reveals pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against early stages of *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera; Buprestidae). **Journal of Invertebrate Pathology** 93(3):210-213.
- Marannino, P. and de Lillo, E. 2007. The peach flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (L.), and its enemies, in: Papierok, B. (ed.), Working Group Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes. **Proceedings X European Meeting, Locorotondo**, June 2005. **IOBC/WPRS Bulletin**: 197-200. Bari (Italy).
- Martinez de Altube, M. del M., Strauch, O., Fernandez de Castro, G. and Martinez Peña, A. 2008. Control of the flat-headed root borer *Capnodis tenebrionis* (Linné) (Coleoptera: Buprestidae) with the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Nematoda: Steinernematidae) in a chitosan formulation in apricot orchards. **BioControl**, 53(3): 531-539.
- Morton, A. and Pino, F. G. del. 2007. An autochthonous strain of *Steinernema feltiae* against Mediterranean flatheaded rootborer, *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae): field experiments. Editörler: Ehlers, R. U.; Enkerli, J.; Glazer, I.; López-Ferber, M.; Tkaczuk, C. **Proceedings of the IOBC/WPRS Working Group "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes"**, , 3-7 June 2007. Alés, France.
- Nishimura, Y., Hagiwara, A., Suzuki, T., Yamanaka, S. 1994. *Xenorhabdus japonicus* sp. nov. associated with the nematode *Steinernema kushidai*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 10:207-210.
- Poinar Jr., G. O. and Thomas, G. M. 1965. A new bacterium *Achromobacter nematophilus* sp. nov. (Achromobacteriaceae: Eubacteriales) associated with a nematode. **International Bulletin of Bacteriological Nomenclature and Taxonomy**. 15: 249-252.
- Pussard, R. 1934. Observation sur la biologie du *Capnodis tenebrionis* L. et sur les méthodes de lutte contre cet insecte. **Bulletin de la Societe Entomologique de France**, 40 (23): 26

- Rivnay, E. 1947. Physiological and ecological studies on the species of *Capnodis* in Palestine (Col., Buprestidae). IV. Toxicological studies. **Bulletin of Entomological Research**, 37: 531-542.
- Russo, A., Siscaro, G., and Spampinato, R. G. 1994. Almond pests in Sicily. **Acta Horticulturae** (No. 373) : 309-315.
- Smart, G. C. Jr. 1995. Entomopathogenic Nematodes for the Biological Control of Insects. **Journal of Nematology**, 27(4S):529-534.
- Stuart, R. J., Barbercheck, M. E., Grewal, P. S., Taylor, R. A. J., and Hoy, C. W. 2006. Population biology of entomopathogenic nematodes: Concepts, issues, and models. **Biological Control**, 38, 80-102.
- Tezcan, S. 1990. İzmir ilinde bulunan Sphenopterini, Buprestini ve Psilopterini (Coleoptera: Buprestidae:Buprestinae) tribus'larına bağlı türler üzerinde sistematik araştırmalar. **E.Ü.Fen Bil.Enst.Bit.Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi**, ,162 s. Bornova-İzmir.
- Tezcan, S. 1995. Kemalpařa (İzmir) yöresi kiraz ağaçlarında zararlı Buprestidae (Coleoptera) familyası türleri üzerinde araştırmalar. **Türkiye Entomoloji Dergisi** 19 (3) : 221-230.
- Thomas, G. M. and Poinar, G. O. JR. 1979. *Xenorhabdus* gen. nov., a genus of entomopathogenic and nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. **International Journal of Systematic Bacteriology**. 29, 352-360.
- Walsh, K. T. and Webster, J. M. 2003. Interaction of microbial populations in *Steinernema* (Steinernematidae, Nematoda) infected *Galleria mellonella* larvae. **Journal of Invertebrate Pathology**. 83: 118-126.



## TEŞEKKÜR

Tez alıŐmamn her aŐamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle desteğini esirgemeyerek Őahsıma iyi bir çalışma ortamı sağlayan danıŐman Hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. Nihat DEMİREL'e ve ArŐ.Gör. Ahmet Emin YILDIRIM' a teşekkür ederim.

Arazi çalıŐmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli kayısı üreticilerimize teşekkür ederim.

Ayrıca, tez çalıŐmalarım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Antakya'da doğdum. İlköğretimimi Vali ÜRGEN, orta öğrenimimi Dr. Mustafa GENÇAY'da tamamladım. Lise öğrenimimi Antakya lisesinde tamamladım. 1997 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Antakya Meslek Yüksek Okulu İnşaat Teknikerliği kazandım ve 1999 yılında mezun oldum. 2004 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği lisans eğitimime başladım ve 2008 yılında lisans eğitimimi tamamlayarak Ziraat Mühendisi unvanıyla mezun oldum. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım. 2010 yılında Altınözü İlçe Tarım Müdürlüğünde göreve başladım.