

**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
BİY-YL-2010-0004**

**ENTOMOPATOJENİK NEMATODLARIN
(STEINERNEMATIDAE VE HETERORHABDITIDAE)
DOĞAL DÜŞMANLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Derya AŞICI

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Selçuk HAZIR**

AYDIN

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Derya AŞICI tarafından hazırlanan “Entomopatojenik Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Doğal Düşmanları Üzerine Araştırmalar” başlıklı tez, 11.08.2010 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan :	Doç. Dr. Selçuk Hazır	Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü	
Üye :	Doç. Dr. İbrahim Çakmak	Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Mehmet Karagöz	Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla () tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Serap AÇIKGÖZ
Enstitü Müdürü

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

11/08/2010

Derya AŞICI

ÖZET

ENTOMOPATOJENİK NEMATODLARIN (STEINERNEMATIDAE VE HETERORHABDITIDAE) DOĞAL DÜŞMANLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Derya AŞICI

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Selçuk HAZIR

2010, 56 sayfa

Bu çalışma, biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılan entomopatojenik nematodların doğal düşmanlarının, yani infektif juvenilleri veya bu nematodlarla enfekte olmuş kadvraları tüketen predatör veya yağmacı organizmaların araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmalar enfekte kadvraların veya serbest infektif juvenillerin tüketilmesine yönelik olarak iki grup halinde yürütülmüştür.

Bir grup arthropodun (hamamböcekleri, çekirgeler, karıncalar, dermopterler, akarlar ve collembolalar) enfekte kadvralar ile beslenip beslenmediklerini belirlemek amacıyla ile yürütülen deneyler sonucunda elde edilen veriler toprak ortamında yaşayan arthropodların entomopatojenik nematodlarla enfekte olan kadvralara farklı tepkiler verdiğini ortaya koymuştur. *Tetramorium chefketi* türüne ait karıncalar ile, *Periplaneta americana* türü hamamböcekleri, dermopterler ve *Sancassania polyphyllae* türü akarların *Steinernema* ile enfekte kadvraları tüketen önemli yağmacı organizmalar oldukları; çekirge (*Gryllus bimaculatus*) ve collembolaların (*Sinella curviseta* ve *Folsomia candida*) ise enfekte kadvralar ile beslenmedikleri belirlenmiştir. Ayrıca deneylerde kullanılan karınca türlerinin (*Tetramorium chefketi* ve *Pheidole pallidula*) *Heterorhabditis bacteriophora* ile enfekte kadvralardan uzak durdukları tespit edilmiştir.

Diğer çalışmada, *S. polyphyllae* türüne ait akarlar ile *Folsomia candida* ve *Sinella curviseta* türü collembolaların entomopatojenik nematodların infektif juvenillerini tüketme etkinliklerini belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar *S. polyphyllae*'nin topraktaki serbest evre IJ'ler üzerinde etkin bir predatör olmadığını; kullanılan iki collembola türünün ise IJ'leri önemli ölçüde tükettiğini göstermiştir. Bu sonuçlar etkin bir biyolojik mücadelede infektif juvenil veya enfekte kadvra uygulamaları için oldukça önemli bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Entomopatojenik nematodlar, biyolojik mücadele, doğal düşmanlar.

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON THE NATURAL ENEMIES OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (STEINERNEMATIDAE AND HETERORHABDITIDAE)

Derya AŞICI

M.S. Thesis, Biology Department

Advisor: Associate Professor Dr. Selçuk HAZIR
2010, 56 pp.

This study has been conducted to investigate the natural enemies of entomopathogenic nematodes. These natural enemies can be invertebrate predators that consume the infective juveniles in the soil, or scavengers that feed on infected cadavers.

Experiments showed that different soil arthropods (crickets, cockroaches, ants, dermapterans, mites and collembolans) have different responses to infected cadavers. Results suggested that *Tetramorium chefketi*, *Periplaneta americana*, *Sancassania polyphyllae* and a group of dermapterans are scavengers that feed on *Steinernema*-infected cadavers. However crickets, *Gryllus bimaculatus*, and collembolans, *Sinella curviseta* and *Folsomia candida*, did not consume infected cadavers. In addition, the ant species that used in the studies (*Tetramorium chefketi* and *Pheidole pallidula*) were deterred from *Heterorhabditis bacteriophora*-infected cadavers.

In the second part of the study, experiments were conducted to determine whether mites, *S. polyphyllae*, and collembolans, *F. candida* and *Sinella curviseta*, consume infective juveniles of entomopathogenic nematodes. The results showed that *S. polyphyllae* is not an effective predator of infective juveniles in the soil. However both of the collembolan species significantly consumed the infective juveniles in the experiments. The overall results provide important information for using infective juveniles or nematode-infected cadavers in biological control.

Key words: Entomopathogenic nematodes, biological control, natural enemies.

ÖNSÖZ

Beni bugünlere getiren, hayatımın hiçbir aşamasında benden desteklerini ve en önemlisi de sevgilerini eksik etmeyen, haklarını ödeyemeyeceğim sevgili annem, babam ve ablama,

Lisans eğitimimden bu yana hayatı acısıyla tatlısıyla birlikte paylaştığım sevgili Yüksel ULUĞ'a,

Gerek lisans, gerekse yüksek lisans eğitimim boyunca hem hayat hem de bilime dair bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Selçuk HAZIR' a,

Çalışmamın istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. İbrahim ÇAKMAK (Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)' a, böcekler ile yapılan deneylerde bilgilerini paylaşan Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAGÖZ (Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'e,

Tez çalışmasında kullanılan karınca türlerinin teşhislerini yapan Dr. Kadir KIRAN (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'a, collembola türlerinin teşhisini yapan Dr. Lubomir KOVAC (Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences)'a, çekirgelerin teşhisini yapan Doç. Dr. Hasan SEVGİLİ (Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'ye, hamamböceklerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Öner KOÇAK (Hacettepe Üniversitesi)'a,

Çalışmalarımnda her zaman yanımda olan, deneylerim aşamasında bana her türlü destek ve yardımı sağlayan, tüm bilgilerini benimle paylaşan çok sevgili dostum Dr. Barış GÜLCÜ ile laboratuvar çalışmalarına katılan tüm öğrenci arkadaşlarıma,

Tez çalışmamı FEF-10012 no'lu proje ile destekleyen Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxii
1.GİRİŞ	1
1.1. Nematodlar	1
1.2. Entomopatojenik Nematodlar (Fam: Steinernematidae ve Heterorhabditidae	2
1.3. Entomopatojenik Nematod- Bakteri Simbiyozu	3
1.4. Entomopatojenik Nematodların Genel Hayat Döngüleri	3
1.5. Entomopatojenik Nematodların Konukçu Dağılımı ve Hayatta Kalmaları	5
1.6. Entomopatojenik Nematodları Etkileyen Biyotik ve Abiyotik Faktörler	5
1.6.1. Abiyotik Faktörler	5
1.6.1.1. Sıcaklık	5
1.6.1.2. UV	6

1.6.1.3. Nem.....	6
1.6.1.4. Toprak tipi	6
1.6.1.5. Oksijen	6
1.6.1.6. pH	6
1.6.2. Biyotik Faktörler.....	7
1.6.2.1. Antibiyozis	7
1.6.2.2. Tür içi ve türler arası rekabet.....	7
1.6.2.3. Doğal düşmanlar	7
1.6.2.3.1. Fajlar ve bakteriler	8
1.6.2.3.2. Protozoa	8
1.6.2.3.3. Nematofag funguslar.....	8
1.6.2.3.4. Omurgasız predatörler	9
1.6.2.4. Omnivorlar ve yağmacılar.....	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar.....	12
3.1.1. Nematod Kültürlerinin Hazırlanması	12
3.1.2. Kadavra Deneyleri	12
3.1.2.1. Hamamböcekleri ile yapılan deneyler	12
3.1.2.2. Çekirgeler ile yapılan deneyler	14

3.1.2.3. Karıncalar ile yapılan deneyler.....	15
3.1.2.4. Dermopterler ile yapılan deneyler	16
3.1.2.5. Akarlar ile yapılan deneyler.....	17
3.1.2.6. Collembola'lar ile yapılan deneyler.....	18
3.2. İnfektif Juvenillerin EPN'lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar	19
3.2.1. Akarlar İle Yapılan Deneyler.....	19
3.2.2. Collembola'lar İle Yapılan Deneyler.....	21
3.3. İstatistiksel Analizler	23
4. BULGULAR.....	24
4.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Olmuş Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar.....	24
4.1.1. Kadavra Deneyleri	24
4.1.1.1. Hamamböcekleri ile yapılan deneyler	24
4.1.1.2. Çekirgeler ile yapılan deneyler	26
4.1.1.3. Karıncalar ile yapılan deneyler.....	27
4.1.1.4. Dermopterler ile yapılan deneyler	31
4.1.1.5. Akarlar ile yapılan deneyler.....	31
4.1.1.6. Collembola'lar ile yapılan deneyler.....	33
4.2. İnfektif Juvenillerin EPN'lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar	33
4.2.1. Akarlar İle Yapılan Deneyler.....	33

4.2.2. Collembola’lar ile yapılan deneyler	34
4.2.2.1. <i>F.candida</i> ile yapılan deneyler	34
4.2.2.2. <i>Sinella curviseta</i> ile yapılan deneyler	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	39
5.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar	39
5.2. İnfektif Juvenillerin EPN’lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar	43
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	56

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
ADF	Ant Deterrent Factor
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
EPN	Entomopatojenik Nematod
IJ	İnfektif juvenil
J1	1. Juvenil evre
J2	2. Juvenil evre
J3	3. Juvenil evre
J4	4. Juvenil evre
l	Litre
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
pH	Power of Hydrogen
sp.	Tür
UV	Ultraviolet
vd.	ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Karton zemine iğnelenen enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvası.....	13
Şekil 3.2. Deneylerin yürütüldüğü düzenekler.....	13
Şekil 3.3. Çekirge deneylerinin yürütüldüğü düzenek	14
Şekil 3.4. Karınca denemelerinin yapıldığı alan ve deney düzeneği.....	15
Şekil 3.5. Dermoptterlerle yapılan deneyde kullanılan düzenek	16
Şekil 3.6. Akarlarla yapılan deneyde kullanılan düzenek	17
Şekil 3.7. <i>Sinella curviseta</i> ile yapılan deneylerde kullanılan deney düzeneği.....	18
Şekil 3.8. Tel kafesler içindeki <i>Galleria mellonella</i> larvalarının saksılar içerisine yerleştirilmesi.....	20
Şekil 3.9. Akarların saksılara eklenmesi	20
Şekil 3.10. Kullanılan deney düzeneği.....	22
Şekil 3.11. Ortamda kalan infektif juvenillerin elde edilmesi için filtre kağıtları ve petrielerin yıkanması	22
Şekil 3.12. Deney sonunda geriye kalan infektif juvenillerin sayılması	23
Şekil 4.1. İki günlük enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvası ile beslenen <i>Periplaneta americana</i> nimfi.....	24
Şekil 4.2. İki günlük enfekte kadvraların <i>Periplaneta americana</i> tarafından tüketilme miktarları	25
Şekil 4.3. Deney sonunda çekirgeler tarafından tüketilen 1 günlük enfekte kadavra.....	26

Şekil 4.4. Deney sonunda ortamdan alınan çekirgeler tarafından tüketilmemiş 2 günlük enfekte kadavra.....	26
Şekil 4.5. <i>Steinernema feltiae</i> ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> ile enfekte kadvraların <i>Tetramorium chefketi</i> tarafından tüketilme durumları	28
Şekil 4.6. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> ile enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvalarının <i>Tetramorium chefketi</i> türü tarafından tüketilme miktarları (%).	28
Şekil 4.7. <i>Steinernema feltiae</i> ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> ile enfekte kadvraların <i>Pheidole pallidula</i> tarafından tüketilme durumları.....	29
Şekil 4.8. <i>Steinernema feltiae</i> ile enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvalarının <i>Pheidole pallidula</i> türü karıncalar tarafından tüketilme miktarları (%).....	29
Şekil 4.9. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> ile enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvalarının <i>Pheidole pallidula</i> türü karıncalar tarafından tüketilme miktarları (%)	30
Şekil 4.10. <i>Cataglyphis nodus</i> türüne ait karıncanın deney alanına gelerek enfekte larvaları alıp götürmesi	30
Şekil 4.11. Enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvası ile beslenen dermopter.....	31
Şekil 4.12. Enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvası üstünde toplanan akarlar	32
Şekil 4.13. Enfekte <i>Galleria mellonella</i> larvasını parçalayarak larva dokuları ve nematodlarla beslenen akarlar.....	32
Şekil 4.14. Deney ve kontrol gruplarında <i>Galleria mellonella</i> içerisine giren ortalama IJ sayıları.....	33
Şekil 4.15. <i>Folsomia candida</i> tarafından 9 gün içerisinde tüketilen infektif juvenil oranları (%).....	34

Şekil 4.16. <i>Sinella curviseta</i> tarafından 9 gün içerisinde tüketilen infektif juvenil oranları (%).....	35
Şekil 4.17. 6 gün sonunda geriye kalan <i>Steinernema carpocapsae</i> infektif juvenil sayısı	36
Şekil 4.18. Üç gün sonunda geriye kalan <i>Steinernema carpocapsae</i> infektif juvenil sayıları	36
Şekil 4.19. Collembolaların <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> infektif juvenillerini tüketme miktarları	37
Şekil 4.20. Collembolaların <i>Steinernema feltiae</i> infektif juvenillerini tüketme miktarları	38
Şekil 4.21. Collembolaların <i>Steinernema carpocapsae</i> infektif juvenillerini tüketme miktarları.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Collembola türleriyle entomopatojenik nematod türlerinin karşı karşıya kalma süreleri.....	21
Çizelge 4.1. İki günlük enfekte kadavraların <i>Periplaneta americana</i> tarafından tüketilme miktarlarının G-testi ile değerlendirilmesi.....	25

1.GİRİŞ

1.1. Nematodlar

Nematodlar, boyları 0,1 mm ile birkaç metre arasında değişebilen, segmentsiz, genelde silindirik ve uzun bir vücut yapısına sahip canlılardır. Yalancı tip vücut boşluğuna (pseudosölom) sahip olmalarından dolayı vücutları iç içe geçmiş iki tüp gibidir (Koppenhöfer, 2007). Vücut yapılarının morfolojik görünümünden dolayı bazen yuvarlak solucanlar, yılanbalığı solucanlar ya da iplik solucanlar olarak da adlandırılmaktadırlar (Kaya ve Stock, 1997). Bu canlıların vücutları, kimyasal olarak artropodların kitin yapısındaki kütikulasından farklıdır ve hücre içermeyen elastik bir kütikula tabakası ile kaplıdır. Nematodlar sindirim, üreme, boşaltım, sinir ve kas sistemlerine sahipken; özelleşmiş dolaşım ve solunum sistemlerinden yoksundurlar. Solunumlarını gazlara geçirgen olan nemli vücut yüzeyleri ile yaparlar. Yalancı tip vücut boşluğu ise dolaşım sistemi olarak fonksiyon yapmaktadır (Kaya, 1993).

Nematodlar dünyada en fazla birey sayısı ile temsil edilen ökaryotik çok hücreli canlılardır. Dünyadaki her 5 çok hücreli canlıdan 4 tanesinin nematod olduğu tahmin edilmektedir (Crow, 2002). Nematodlar çöllerden tundralara, tatlı sulardan denizlere, sıcak su kaynaklarından buzullara kadar oldukça geniş bir habitat dağılımına sahiptirler (Kaya, 1993).

Nematodlar doğada serbest olarak veya bitki ve hayvanlarda fakültatif ya da zorunlu parazitler olarak yaşarlar. Hayvanlar alemi içerisinde en geniş grubu böceklerin oluşturduğu düşünüldüğünde, nematodların böceklerle de ilişkili olması şaşırtıcı değildir. Böcek-nematod ilişkileri rastlantısal olarak zorunlu ve kommensalden parazitliğe kadar oldukça çeşitlilik göstermektedir (Kaya, 1993). Günümüzde böceklerle parazitik ilişki içinde olduğu belirlenen nematodlar 23 aile içerisinden tanımlanmıştır. Bu aileler içerisinde, böceklerin biyolojik kontrolünde kullanılmak üzere potansiyel role sahip olan 7 aile: Mermithidae ve Tetradonematidae (Ordo: Stichosomida); Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae ve Sphaerulariidae (Ordo: Tylenchida); Heterorhabditidae ve Steinernematidae (Ordo: Rhabditida)'dir (Koppenhöfer, 2007).

1.2. Entomopatojenik Nematodlar (Fam: Steinernematidae ve Heterorhabditidae)

Entomopatojenik nematodlar (EPN) (Fam: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) ekonomik olarak önemli pek çok zararlı böceğin kontrolünde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılan zorunlu böcek paraziti organizmalardır (Hazir vd., 2003). Bu familyalara ait *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerinin kökenlerinin Orta Paleozoik dönemine dayandığı, ayrıca bu iki cinsin konvergent olarak evrimleşerek benzer morfoloji ve yaşam özellikleri kazandıkları düşünülmektedir (Poinar, 1993). Diğer pek çok araştırmacı tarafından da desteklenen bu görüşe göre *Heterorhabditis* ve *Steinernema* cinsleri tamamen farklı atalardan türeyerek sahip oldukları bakteriler ve konukçu böcekler ile ilişkili olarak evrimleşmişlerdir (Liu vd., 1997; Adams vd., 1998).

Şimdiye kadar Steinernematidae familyasında *Steinernema* cinsine ait 66, *Neosteinernema* cinsine ait ise yalnızca 1 tür tespit edilmiştir. Heterorhabditidae familyasında da *Heterorhabditis* cinsinden 18 tür ve *Heterorhabditoides* cinsinden de 1 tür olmak üzere toplam 19 tür tanımlanmıştır (Mráček vd., 2006; Uribe-Lorio vd., 2007; Zhang vd. 2008; Lee vd., 2009; Stock vd., 2009). Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait entomopatojenik nematodlar *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* cinslerine ait bakteriler ile mutualistik ilişki içerisindeyler (Poinar,1990). Sahip oldukları bu bakteriler ile konukçularını 48 saat gibi kısa bir süre içerisinde öldürebilme yeteneğine sahip olmaları, bu nematodların “entomopatojenik” olarak adlandırılmalarına neden olmuştur (Kaya ve Stock, 1997).

Entomopatojenik nematodlar pek çok firma tarafından *in vivo* ya da katı veya sıvı ortamlarda *in vitro* olarak kitle halinde üretilebilmektedirler (Ehlers ve Shapiro-Ilan, 2005). Ticari amaçlı olarak üretilen infektif juvenillerin raf ömürlerini ve sıcaklık ekstermlerine dirençlerini arttırmak için alginat, kil, aktive edilmiş kömürler, poliakrilamid ve suda dağılan granüller içeren farklı formülasyonlar geliştirilmiştir (Grewal ve Peters, 2005). Son yıllarda üretilen entomopatojenik nematodlar daha çok çim alanlarında (Grewal vd., 2005), seralarda (Tomalak vd., 2005), fidanlıklar ve ağaçlarda (Van Tol ve Raupp, 2005), mantar yetiştirme alanlarında (Jess vd., 2005), insan ve hayvanlarda zararlı olan böceklerin kontrolünde (Glazer vd., 2005), meyve bahçelerinde (Shapiro-Ilan vd., 2005),

sebze bahçelerinde (Bélair vd., 2005) ve ormanlık alanlarda (Torr vd., 2005) kullanılmaya başlanmıştır.

1.3. Entomopatojenik Nematod- Bakteri Simbiyozu

Xenorhabdus ve *Photorhabdus* spp. Enterobacteriaceae familyasına ait fakültatif anaerobik, çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, oksidaz negatif, hareketli ve gram-negatif bakterilerdir (Thomas ve Poinar, 1979; Boemare ve Akhurst, 1988). Her iki cinse ait bakteriler böcekler için patojenik özellik gösterirler. *Xenorhabdus* cinsine ait bakteriler *Steinernema* cinsi nematodların; *Photorhabdus* cinsine ait bakteriler ise *Heterorhabditis* cinsine ait nematodların “**infektif juvenil (IJ)**” olarak adlandırılan evreleri tarafından taşınırlar. Bugüne kadar bu bakterilerin topraktan ya da su kaynaklarından serbest yaşayan formları izole edilememiştir (Forst vd., 1997). Bu bulgular bakterilerin toprak habitatında hayatta kalabilmesi için nematodlarla simbiyotik ilişkinin gerekli olduğunu göstermektedir. Buna karşılık bakteriler de konukçunun etkili bir biçimde öldürülmesi ve nematodların hayat döngülerini tamamlaması için gerekli olan besinin sağlanmasında işlevseldir (Kaya ve Gaugler, 1993). Hem *Xenorhabdus* spp. hem de *Photorhabdus* spp. laboratuvar koşullarında *in vitro* olarak üretilebilmektedir. Bakteriler durgun fazda iken böcek hemosölü içerisine lipaz, fosfolipaz, proteaz gibi enzimler ve geniş spektrumlu antibiyotikler gibi pek çok hücre dışı madde salgırlar (Akhurst, 1982). Salınan bu enzimler böcek kadavrasındaki makromolekülleri parçalayarak gelişmekte olan nematodlar için gerekli besini sağlarken, üretilen antibiyotikler ise kadavranın diğer mikroorganizmalar tarafından istila edilmesini engeller (Forst ve Clarke, 2002).

1.4. Entomopatojenik Nematodların Genel Hayat Döngüleri

Pek çok nematod türü benzer ve basit bir yaşam döngüsüne sahiptir ve gelişimleri boyunca yumurta, juvenil (J1, J2, J3, J4) ve ergin olmak üzere başlıca üç ana evre geçirirler (Kaya, 1993). Nematodların toprakta serbest olarak yaşayan tek evresi olan 3. juvenil (J3) evresi “infektif juvenil” evre olarak adlandırılır. Nematodlar bu evredeyken beslenmez ve gelişmezler (Kaya ve Gaugler, 1993). İnfektif juveniller toprak içerisinde uygun bir konukçu bulduktan sonra, böceğin doğal açıklıklarını kullanarak (ağız, anüs ve spirakıl) veya bazı durumlarda doğrudan kütikuladan

(sadece *Heterorhabditis* cinsinde) böceğin hemosölü içerisine girer ve taşıdıkları mutualistik bakterileri konukçunun hemosölü içerisine bırakırlar. Bu bakteriler *Steinernema* cinsine ait türlerde infeksiif juvenillerin bağırsaklarının ön kısmındaki özel bir kesede (Bird ve Akhurst, 1983), *Heterorhabditis* cinsine ait türlerde ise bağırsağın özellikle ilk 1/3'lük kısmında yoğun olarak taşınmaktadır (Boemare vd., 1996). Böceğin hemosölü içerisine salınan bakteriler çoğalmaya başlar ve bu esnada salgıladıkları hücre dışı enzimler ve toksinler ile konukçunun 48 saat içerisinde septisemiadan ölmesine neden olurlar (Kaya, 2002). Bakteriler tarafından salgılanan enzimler böcek dokularını parçalayarak nematodların beslenmesi ve gelişmesi için uygun ortamı oluştururlar. Nematodlar hem parçalanmış böcek dokuları hem de çoğalan mutualistik bakteriler ile beslenmeye başlarlar ve önce 4. juvenil (J4) evreye, ardından da ergin dişi ve erkek bireylere gelişirler. Çiftleşen dişiler döllenmiş yumurtaları taşırlar ve juveniller genellikle yumurta içerisinde bir kez gömlek değiştirerek 1. juvenil evreden (J1) 2. juvenil evreye (J2) geçerler. Nematodlar bu evredeyken yumurtalar açılır ve yumurtadan çıkan nematodlar dişinin vücut dokularıyla beslenmeye başlarlar. Bir süre sonra dişinin vücudu tamamen bu yeni nesil nematodlarla kaplanır ve bu evre "Endotokia matricida" evresi olarak adlandırılır (Ciche vd., 2008). Nematodların üremesi kadavradaki besin bitene kadar genellikle 2-3 jenerasyon boyunca devam eder (Kaya, 2002). Dişi bireyden geriye kalan tüm dokuları bitiren nematodlar J3 evresinde gelişimlerini durdurarak konukçuyu terk edip toprağa geçer ve yeni konukçular aramaya başlarlar (Hazır vd., 2003).

Heterorhabditler ile steinernematidlerin hayat döngüleri oldukça benzer olmasına rağmen aralarındaki en önemli fark *Heterorhabditis* erginlerinin konukçu içerisindeki ilk jenerasyonda hermafrodit bireylerden oluşması, *Steinernema* erginlerinin ise bütün jenerasyonlarda ayrı eşeyli olmasıdır. Tek istisna, ilk jenerasyonda hermafrodit bireylere de rastlanmış olan *Steinernema hermaphroditum* türüdür (Stock vd., 2004). *Heterorhabditis* cinsinde birinci nesilden sonraki nesillerde hermafroditlerle birlikte ayrı eşeyli bireyler de görülmektedir (Gaugler ve Kaya, 1990).

1.5. Entomopatojenik Nematodların Konukçu Dağılımı ve Hayatta Kalmaları

Heterorhabditidae ve Steinernematidae familyalarına ait nematod türleri dünyanın pek çok ülkesinde kitlesel olarak üretilip çeşitli formülasyonlar ile ticari olarak satılmakta ve zararlı böceklerin mikrobiyal kontrolünde kullanılmaktadır (Grewal, 2002; Gaugler ve Han, 2002). Diğer familyalara ait böcek patojeni nematodların ise mikrobiyal kontrol potansiyelleri bu türlerin kültüre alınmasındaki zorluklar ya da konukçu spektrumlarının dar olmasından dolayı daha düşüktür (Koppenhöfer, 2007).

Pek çok entomopatojenik nematod türü laboratuvar koşullarında oldukça farklı gruplardan çok sayıda böceği enfekte edebilmektedir. Ancak laboratuvar koşullarında bütün koşullar optimum olduğundan nematodların infektivitesini olumsuz etkileyen herhangi bir etmen yoktur. Alan uygulamalarında ise infektif juvenillerin canlı kalma süreleri farklı davranışsal, fizyolojik (Womersley, 1993; Wright vd., 1998) ve genetik özellikler (Gaugler, 1993) gibi iç, ayrıca rekabet ve doğal düşmanlar gibi biyotik (Kaya ve Koppenhöfer, 1996) ve ekstrem sıcaklıklar, toprak yapısı, toprak nemi, ozmotik stres ve UV ışınları gibi abiyotik dış faktörlere bağlıdır (Glazer, 1996; Smits, 1996; Koppenhöfer, 2000).

1.6. Entomopatojenik Nematodları Etkileyen Biyotik ve Abiyotik Faktörler

1.6.1. Abiyotik Faktörler

1.6.1.1. Sıcaklık

Sıcaklığın nematodların performansı üzerindeki etkisi türler ve ırklar arasında farklılık göstermektedir (Grewal vd., 1994; Hazir vd., 2001). Genellikle düşük sıcaklıklarda (<10-15 °C) nematodlar durgunlaşmakta, yüksek sıcaklıklarda (>30-40 °C) ise inaktive olmaktadır. 0 °C'nin altında ya da 40 °C'nin üstündeki sıcaklıklar pek çok nematod türü için öldürücüdür ancak etkiler maruz kalma

süresine bağı olarak değişebilmektedir (Glazer, 2002). Pek çok nematod türünün hayatta kalabildiği optimum sıcaklık 5-15 °C arasındadır (Georgis, 1990).

1.6.1.2. UV

UV ışığı nematodları dakikalar içinde inaktive edebilir ya da öldürebilir. UV nin zararlı etkilerini en aza indirmek için nematod uygulamaları sabahın erken saatlerinde ya da akşam yapılmaktadır (Koppenhöfer, 2007).

1.6.1.3. Nem

Nematodların performansını etkileyen en önemli faktör nemdir. İnfektif juveniller etkili bir biçimde hareket edebilmek için ince bir su tabakasına ihtiyaç duyarlar. Toprak içerisinde İJ'ler gözenekler arası boşlukları kaplayan su film tabakası içerisinde hareket ederler. Eğer bu su tabakası çok inceyse ya da gözenekler tamamen su ile dolu ise nematodların hareketi kısıtlanır (Koppenhöfer vd., 1995).

1.6.1.4. Toprak tipi

Nematodların dağılım ve hayatta kalma oranları toprak tipleri arasında değişiklik göstermektedir. İnce taneli yapıya sahip topraklarda (killi topraklar) nematodların dağılım ve hayatta kalma oranlarının daha düşük olma eğiliminde olduğu ve bu durumun daha küçük toprak porları içerisinde oksijen seviyesinin daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir (Kaya, 1990).

1.6.1.5. Oksijen

Oksijen, suya doymuş veya yüksek miktarda organik materyal içeren topraklarda sınırlayıcı bir faktör olabilmektedir (Kaya, 1990).

1.6.1.6. pH

Toprağın pH değeri infektif juvenillerin hayatta kalmaları üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir. Bu yüzden 4-8 arası pH değerlerinin infektif juveniller

üzerindeki etkisi arasında bir fark yoktur ancak pH 10'da IJ'lerin canlılık oranları hızla düşmektedir (Kaya, 1990).

1.6.2. Biyotik Faktörler

Biyotik faktörler de entomopatojenik nematodları ve onların mutualistik bakterilerini antagonistik olarak etkileyebilmektedirler. Bu faktörleri genel bir gruplandırma yaparak antibiyozis, rekabet, doğal düşmanlar ve yağmacılar olarak tanımlamak mümkündür (Kaya, 2002)

1.6.2.1. Antibiyozis

Antibiyozis olarak adlandırılan bazı durumlarda topraktaki bitki köklerinden bazı kimyasallar salınmakta ve bunlar IJ'lerin konukçu arama davranışını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kaya ve Koppenhöfer, 1996). Diğer yandan enfekte olan konukçu içerisinde bulunan kimyasallar da nematod enfeksiyonunu ve üremesini etkileyebilmektedir (Barbercheck vd., 1995).

1.6.2.2. Tür içi ve türler arası rekabet

Bir konukçu içinde çok fazla sayıda infektif juvenil bulunması durumunda tür içi rekabet nedeniyle ortamın nematodlar için uygunluğu azalabilmektedir. Türler arası rekabet ise lokal türlerden birisinin ortadan kalkmasına neden olabilmektedir. Türler arası rekabet özellikle aynı bölgeye uygulandıklarında diğer böcek patojenleri arasında da yaşanabilmektedir. Rekabetin sonucu, rekabetçilerin türüne (entomopatojenik fungus, bakteri veya virüs), enfeksiyon zamanına ya da sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Koppenhöfer, 2007).

1.6.2.3. Doğal düşmanlar

Nematodların doğal düşmanları arasında üzerinde en çok çalışılan entomopatojenik funguslardır. Entomopatojenik nematodların diğer doğal düşmanları collembolalar, akarlar, tardigradlar ve predatör nematodlar gibi omurgasız predatörlerdir. Bu doğal düşmanların laboratuvar koşullarında topraktaki infektif juvenillerin popülasyonlarını azalttıkları belirlenmiştir. Ancak

bunların tarla şartlarındaki etkileri tam olarak anlaşılmamıştır. Ayrıca entomopatojenik nematodlar enfekte kadavra yağmacılarına karşı da oldukça hassastırlar (Koppenhöfer, 2007 ; Karagoz vd., 2007).

1.6.2.3.1. Fajlar ve bakteriler

Entomopatojenik nematodlardan herhangi bir viral ya da bakteriyal patojen izole edilmemiştir. Ancak Marti ve Timper (1999) *Paenibacillus* cinsine ait tanımlanmamış bir fungus türünün spor keselerini *G. mellonella* larvasından çıkış yaparak toprağa geçen *Heterorhabditis* sp. infeksiif juvenillerinin kutikulası üzerinde bulmuşlardır. Entomopatojenik nematodların bakteriyal simbiyotları *Xenorhabdus* spp. ve *Photorhabdus luminescens*' ten fajlar izole edilmiştir (Boemare vd., 1993).

1.6.2.3.2. Protozoa

Protozoan parazitler nadir olmalarına rağmen entomopatojenik nematodlar da dahil, pek çok farklı nematod türünden izole edilmiştir (Poinar ve Hess, 1988). Veremtchuk ve Issi (1970) yaptıkları çalışmada *Pleistophora schubergi* ve *Nosema mesnili*' nin *S. carpocapsae*' ye karşı patojenik olduğunu belirlemişlerdir.

1.6.2.3.3. Nematofag funguslar

Nematofag funguslar dünyanın pek çok yerinde toprak habitatlarından izole edilmiştir. Nematofag funguslar iki temel formda bulunur. İlki predatör ya da “trapping” olarak adlandırılan ve nematodları özelleşmiş bir hif aracılığı ile yakalayan funguslardır. Bu hifler daha sonra vücut boşluğu içerisine girerek nematod konukçusunu öldürür (Jaffee vd., 1992). Bu funguslar aynı zamanda saprofitik olarak da yaşamlarını sürdürebilirler. Endoparazitik funguslar olarak adlandırılan diğer form, nematodların kütikulasına tutunan konidia veya zoosporlarla ya da sindirim yoluyla alınmış germ tüplerinin vücut boşluğuna tutunması ile konukçularını enfekte ederler. Endoparazitik funguslar doğada zorunlu patojen organizmalardır.

1.6.2.3.4. Omurgasız predatörler

Protozoa, collembola, tardigrad, turbellaria, nematod, oligochaet, akar ve böcekleri içeren bir grup omurgasız predatörün nematodların popülasyonlarının azalmasıyla ilişkili oldukları belirtilmiştir (Small, 1988). Ancak bu konuda elde mevcut olan verilerin büyük çoğunluğu gözlemsel olup sayısal verilerden uzaktır (Kaya, 2002).

1.6.2.4. Omnivorlar ve yağmacılar

Omnivor ve yağmacı organizmalar entomopatojenik nematodların popülasyon dinamiğinde önemli bir role sahiptir. İnfektif juveniller bir konukçu böceği enfekte edip öldürdükten sonra kadavra yeni nesil nematodlar çıkana kadar 7-15 gün kadar (nematod türü ve çevresel koşullara bağlı olarak) toprak yüzeyinde ya da içerisinde kalır. Bu süre boyunca enfekte kadvralar yağmacıların saldırılarına karşı savunmasızdırlar (Kaya vd., 1998).

Nematodların pek çok doğal düşmanı olduğu belirtilmektedir ancak bu doğal düşmanların etkinliklerinin ne düzeyde olduğu ve entomopatojenik nematodların bu doğal düşmanlara duyarlılıkları veya tepkileri hakkında çok az bilimsel veri bulunmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, toprakta bulunan bazı arthropodların biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılacak enfekte kadavra ya da infektif juvenillerin popülasyonu üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Epsky vd. (1988), yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında bazı akar ve collembola türlerinin entomopatojenik nematodların hayatta kalmaları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla deneyler yapmışlardır. Kullanılan artropodların çoğunun *S. feltiae* ve *H. heliothidis* türlerine ait infeksiif juveniller ile beslendikleri belirlenmiştir.

Gilmore ve Potter (1993), *Folsomia candida* (Isotomidae) ve *Sinella caeca* (Entomobryidae) türlerine ait collembolaların *Steinernema* cinsine ait üç farklı entomopatojenik nematod türünü tüketme kapasiteleri ve bu tüketim sonucunda nematodların *Galleria mellonella* ve *Popilla japonica* türlerine karşı etkinliklerinin azalmasının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada her iki collembola türünün de nematodları önemli ölçüde tükettikleri belirlenmiş, collembola ve nematod türleri arasında foretik bir ilişki gözlemlenmemiştir.

Lee ve Widden (1996), yaptıkları çalışmada, önceki çalışmalarda fungusla beslendiği belirlenen *F. candida* türüne ait collembolaların iki farklı nematod türü ve bir fungus türü üzerindeki beslenme davranışlarını araştırmışlardır. Çalışmanın sonunda “fungivor” olarak bilinen *F. candida*’nın tercihen nematodlarla beslendiği belirlenmiştir.

Baur vd. (1998), toprak yüzeyinde ve toprağın 2 cm altında bulunan nematodlarla enfekte kadvraların *Linepithema humile* (Mayr) türüne ait işçi karıncalar tarafından tüketildiğini bulmuşlardır. Aynı çalışmada bu karıncaların steinernematidlerle enfekte kadvraları heterorhabditidler ile enfekte kadvralardan önemli ölçüde daha fazla tükettiğini ve yine 4 günlük enfekte kadvraların 10 günlük enfekte kadvralara oranla daha fazla tüketildiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer karınca türlerinin de [*Veromessor andrei* (Mayr), *Pheidole vistana* (Forel), *Formica pacifica* (Francoeur), ve *Monomorium ergatogyna* (Wheeler)] nematodlarla enfekte kadvraları yağmaladığı görülmüştür. Bu karınca türleri steinernematidlerle enfekte kadvraları %45 oranında yağmalamıştır.

Kaya vd. (1998), *Steinernema* cinsi nematodlarla 4 ve 10 günlük enfekte kadavraları toprak yüzeyine bıraktıklarında Arjantin karıncalarının (*Linepithema humile*) bu kadavraları sırasıyla %80 ve %70; heterorhabditlerle enfekte kadavraları ise %35 ve %5 oranında tükettiklerini rapor etmişlerdir.

Karagöz vd. (2007) *Sancassania* sp.'ye ait dişi bireylerin agar ortamında 24 saat içinde *S. feltiae* türüne ait infektif juvenillerin %80'den fazlasını tükettiklerini saptamışlardır. Yine aynı çalışmada toprak tipinin akarların nematodlar üzerindeki predasyonunu önemli ölçüde etkilediğini; akarların kumlu toprakta tınlı toprağa oranla daha fazla infektif juvenil tükettiklerini belirlemişlerdir. Çalışmada akarlar ve nematodlar arasında foretik bir ilişki gözlenmemiştir.

Foltan ve Puza (2009), predatör/yağmacı bir böcek olan *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) türünün *Phasmarhadditis hermaphrodita* ile enfekte *Deroceras reticulatum* (Gastropoda: Agriolimacidae) türü sümüklüböcekler ve *Steinernema affine* ile enfekte *G. mellonella* larvalarını besin olarak tercih edip etmediklerine bakmışlar ve yaptıkları deney sonucunda yağmacı böcek, *P. melanarius*'un nematodlar tarafından enfekte olan kadavraları tüketmediklerini sadece kontrol grubundaki dondurularak öldürülen kadavraları yediklerini belirlemişlerdir.

Ekmen ve arkadaşları (2010a), *Sancassania polyphyllae* türüne ait akarların biyolojik mücadeleye herhangi bir negatif etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla deneyler yapmışlardır. Bu deneylerde akarların toprak içerisinde ve agar ortamında *S. feltiae* ile enfekte kadavralardan çıkış yapmakta olan infektif juvenilleri %96 oranında tükettiğini, infektif juvenillerin ortamda serbest olarak bulunduğu durumlarda ise tüketimin çok fazla etkili olmadığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

3.1.1. Nematod Kültürlerinin Hazırlanması

Yapılan çalışmalarda Aydın ili sınırları içerisinde izole edilmiş *Steinernema feltiae* (izolat 09-38) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (izolat 09-43) türleri kullanılmıştır. Nematod kültürleri, içerisinde un, mısır unu, süt tozu, bal, gliserin, maya ve balmumu bulunan yapay ortamda (Mohammed ve Coppel, 1983) kültürleri yapılan *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları kullanılarak üretilmiştir (Kaya ve Stock, 1997). İçlerinde filtre kağıdı bulunan 9 cm'lik petripler içerisine 1000IJ/ml nematod süspansiyonundan 800 µl uygulanmıştır. Ardından petrilere 5'er adet son dönem *G. mellonella* larvası eklenmiştir. Ölen larvalar White trap (White, 1927) sistemine aktarılmıştır. Kadavralardan çıkış yapan yeni jenerasyon enfektif juveniller toplanarak 3 kez distile su içerisinde yıkanmıştır. Nematodlar 10°C'lik inkübatörlerde yaklaşık 1000 enfektif juvenil/ml'lik sulu süspansiyonlar halinde saklanmış ve en fazla 2 hafta içerisinde denemelerde kullanılmışlardır (Cakmak vd., 2010).

3.1.2. Kadavra Deneyleri

3.1.2.1. Hamamböcekleri ile yapılan deneyler

Çalışmada kullanılan *Periplaneta americana* türüne ait Amerikan hamamböcekleri Aydın'a 9 km uzaklıkta bulunan Umurlu Beldesi'ne bağlı Serçeköy bölgesindeki bahçelerden toplanarak laboratuvara getirilmiş ve 30-40 bireyden oluşan koloniler oluşturulmuştur. Hamamböceklerinin tür teşhisleri Hacettepe Üniversitesi'nden Prof. Dr. Öner KOÇAK tarafından yapılmıştır. Koloniler 30x30x50 ebatlarındaki insektaryumlarda %40 nem oranı sağlanarak karanlık ortamlarda tutulmuştur. Kolonideki bireyler kuru köpek maması ve dondurularak öldürülmüş *G. mellonella* larvaları ile beslenmiştir. *P. americana* türünün entomopatojenik nematodlar ile enfekte olmuş kadavralar ile beslenip beslenmediğinin belirlenmesi için *S. feltiae* türü ile 1 ve 2 günlük enfekte kadavralar hazırlanmıştır. Hazırlanan

kadavrular karton bir zemin üzerine 20 numara toplu iğne ile sabitlenmiştir (Şekil 3.1) . Yirmi adet 20x10x15 ebatlarında kilitli kapaklı plastik kaplar içerisine birer adet (ergin veya nimf) hamamböceği konmuş ve bu bireyler 14 gün boyunca aç bırakılmıştır (Şekil 3.2). Karton zeminlere sabitlenen kadavralardan her bir plastik kap içerisine birer adet konmuş ve her saat başı bireylerin davranışları gözlenmiştir. Deney 24 saat sonunda bitirilmiş ve kadavruların tüketilme durumları mikroskop altında kontrol edilmiştir. Denemeler 3 kez tekrarlanmış ve her deneme sonunda kullanılan bireyler yenileriyle değiştirilmiştir.



Şekil 3.1. Karton zemine iğnelenen enfekte *Galleria mellonella* larvası



Şekil 3.2. Deneylerin yürütüldüğü düzenekler

3.1.2.2. Çekirgeler ile yapılan deneyler

Deneylerde kullanılmak üzere Aydın ilinin Umurlu Beldesi'ne bağlı Serçeköy alanındaki bahçelerden toplanan *Gryllus bimaculatus* türü çekirgeler ile 15-20 bireyden oluşan laboratuvar kolonileri oluşturulmuştur. Çekirgelerin tür teşhisleri Ordu Üniversitesi'nden Doç. Dr. Hasan SEVGİLİ tarafından yapılmıştır. Koloniler, 23-24°C sıcaklıkta, 30x30x50 ebatlarındaki insektaryumlarda tutulmuştur. Kolonilere belirli periyotlarla besin olarak kuru köpek maması, semizotu, üzüm ve erik verilmiştir. *G. bimaculatus*'un entomopatojenik nematodlar ile enfekte kadavraları tüketip tüketmediğinin belirlenmesi için *S. feltiae* türü ile 1 ve 2 günlük enfekte *G. mellonella* larvaları hazırlanmıştır. Hazırlanan enfekte larvalar karton bir zemin üzerine toplu iğne ile sabitlenmiştir. 20x10x15 ebatlarındaki 20 adet plastik kap içerisine birer adet çekirge konmuş ve bu bireyler 2 gün boyunca aç bırakılmıştır. Kadavralardan her bir kap içerisine birer adet konmuş ve her saat başı bireylerin davranışları gözlenmiştir (Şekil 3.3). Yirmi dört saat sonunda deneyde kullanılan kadavralar alınarak 40 x büyütmede mikroskop altında incelenmiştir. Kadavraların üzerinde ısırık izlerinin olup olmadığı ve tüketilme oranları belirlenerek veriler kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Çekirge deneylerinin yürütüldüğü düzenek

3.1.2.3. Karıncalar ile yapılan deneyler

Deneyler Aydın ilinin Umurlu Beldesi'ne bağlı Serçeköy alanında bulunan iki farklı karınca kolonisi, *Tetramorium cheşketi* ve *Pheidole pallidula* ile yapılmıştır. Deneyler 2010 yılının Mayıs ayında ve öğleden sonra 16:00-19:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Her iki karınca kolonisinden tür teşhislerinin yapılması için %70'lik alkol içerisine birey örnekleri alınmıştır. Türlerin teşhisi Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden Arş. Gör. Dr. Kadri KIRAN tarafından yapılmıştır.

Deneylerde karınca kolonilerinin entomopatojenik nematodlar ile enfekte böcek kadvralarına verdikleri tepkiler gözlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* türleri ile 1-7 günlük enfekte *G. mellonella* larvaları hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak -20°C de 20 dakika tutularak öldürülmüş *G. mellonella* larvaları kullanılmıştır. Hazırlanan kadvralar toplu iğne yardımıyla karton zeminlere iğnelenmiş ve karınca kolonilerinin yuvalarına yakın bölgelere yerleştirilmiştir (Gülcü vd., yayınlanmamış veri) (Şekil 3.4). On beşer dakikalık periyotlarla 3 saat boyunca karınca davranışları kaydedilmiştir. Denemeler 3 kez tekrar edilmiştir.



Şekil 3.4. Karınca denemelerinin yapıldığı alan ve deney düzeneği

3.1.2.4. Dermopterler ile yapılan deneyler

Çalışmada kullanılan dermopterler Aydın ilinin Umurlu Beldesi'ne bağlı Serçeköy bölgesindeki bahçelik alanlardan toplanmıştır. Laboratuvara getirilen dermopterler içerisinde nemlendirilmiş steril toprak bulunan 9 cm'lik cam petri kapları içerisinde 2 hafta boyunca dondurularak öldürülmüş *G. mellonella* larvaları ile beslenmişlerdir. Kannibalizmi önlemek amacıyla bireyler ayrı ayrı petriler içerisinde tutulmuştur. Deneylere başlanmadan önce bireyler 5 gün boyunca aç bırakılmıştır. Dermopterlerin entomopatojenik nematodlar tarafından enfekte edilen kadvralar ile beslenip beslenmediğini belirlemek amacıyla *S. feltiae* ile enfekte 2 günlük *G. mellonella* larvaları hazırlanmıştır. İçerisinde birer adet dermopter bulunan 5 ayrı petri kabına bu larvalardan birer tane yerleştirilmiştir (Şekil 3.5). Üç kez tekrarlanan deneyler 24 saat sonunda bitirilmiş ve elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir.



Şekil 3.5. Dermopterlerle yapılan deneyde kullanılan düzenek

3.1.2.5. Akarlar ile yapılan deneyler

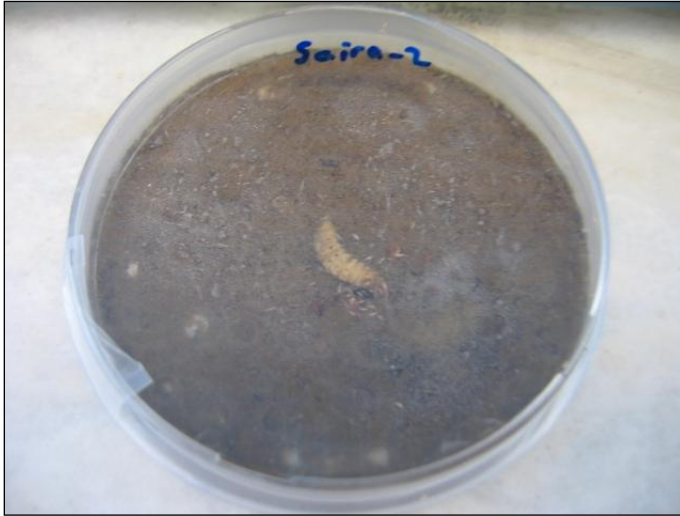
Çalışmada *Sancassania polyphyllae* (Acari: Acaridae) türüne ait akarlar kullanılmıştır. Bu akarlar Aydın ilindeki çilek tarlalarından toplanan *Polyphylla fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvalarının üzerinde bulunarak kültüre alınmıştır (Karagoz vd., 2007; Cakmak vd., 2010). Akarlar, %2 oranında hazırlanan Water Agar (Fluka) içeren petrielerde, parçalanmış *G. mellonella* veya *P. fullo* larvaları ile beslenerek oda sıcaklığında (23-24 °C) üretilmişlerdir (Cakmak vd., 2010). 9 cm'lik plastik petri kapları içerisine 2 adet kurutuma kağıdı yerleştirilmiş ve üzeri 5 gram steril toprak ile kaplanmıştır. Her petri kabına 2 ml steril distile su ilave edilerek ortamın nemlendirilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan bu ortama 30 adet ergin *S. polyphyllae* dişi ve 1 adet *S. feltiae* ile 2 günlük enfekte *G. mellonella* larvası bırakılmıştır (Şekil 3.6). Kontrol olarak deney düzeneğinin aynısı hazırlanmış ancak ortama akar ilave edilmemiştir. Akarların davranışları ve kadavranın tüketilme durumu 7 gün boyunca her gün kontrol edilmiştir. Her denemede 10 petri kullanılmış ve deneyler 2 kez tekrar edilmiştir.



Şekil 3.6. Akarlarla yapılan deneyde kullanılan düzenek

3.1.2.6. Collembola'lar ile yapılan deneyler

Denemelerde kullanılan *Sinella curviseta* türüne ait collembolalar Dartfrog şirketinden (<http://www.dartfrog.co.uk/livefoods.html>) koloni halinde satın alınmıştır. Collembolalar 20x10x15 ebatlarındaki plastik saklama kutuları içerisinde, oda sıcaklığında (23-24 °C), %100'e yakın nem oranı sağlanarak üretilmiştir. Akarlarla yapılan deney düzeneğinde olduğu gibi 9 cm'lik plastik petri kapları içerisine 2 adet kurutuma kağıdı yerleştirilmiş ve üzeri 5 gram steril toprak ile kaplanmıştır. Her petri kabına 2 ml steril distile su ilave edilerek ortamın nemlendirilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan bu ortama 30 adet ergin collembola ve 1 adet *S. feltiae* ile 2 günlük enfekte *G. mellonella* larvası bırakılmıştır (Şekil 3.7). Collembolaların davranışları ve kadvranın tüketilme durumları 7 gün boyunca her gün kontrol edilmiştir.



Şekil 3.7. *Sinella curviseta* ile yapılan deneylerde kullanılan deney düzeneği

3.2. İnfektif Juvenillerin EPN'lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

3.2.1. Akarlar İle Yapılan Deneyler

Denemeler 400 gram %10 oranında nemlendirilmiş steril toprak içeren 10 adet plastik saksı içerisinde yapılmıştır. Her bir saksıya toprak yüzeyinin 5 cm altında olacak şekilde 10'ar adet *G. mellonella* larvası yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Saksılara yerleştirilen *G. mellonella* larvalarını sabit olarak tutabilmek için her bir larva küçük tel kafesler içerisine hapsedilmiştir. Larvaların üzeri toprak ile örtüldükten sonra her bir saksıya 50 adet dişi akar eklenmiş ve üzerleri 1 cm kalınlığında toprak ile örtülmüştür (Şekil 3.9). Akarların ortama adapte olmaları için saksılar 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiş, daha sonra ortama 25 IJ/cm² olacak şekilde hazırlanan *S. feltiae* türüne ait nematod süspanyonu eklenmiş ve toprağın son nem oranı %13 olarak ayarlanmıştır. Kontrol grubu olarak seçilen 5 saksı deney grubundaki gibi hazırlanmış ancak bu saksılara akar konmamıştır. Nem kaybını önlemek için plastik poşetler içerisine alınan saksılar oda sıcaklığında (23-24 °C) 72 saat bekletilmiştir. Yapılan kontroller sonucu ölü larvaların her biri 9 cm'lik cam petri kapları içerisine alınıp pepsin solusyonu içerisnde parçalanmıştır (Mauleon vd., 1993). Parçalanan larva dokularını içeren petri kapları çalkalamalı inkübatörde 55 rpm ve 37°C' de 1,5-2 saat inkübe edilmiştir. Mikroskop altında 40 x büyütmede doğrudan sayım yöntemiyle her bir larva içerisine giren nematod sayıları belirlenmiştir. Deneyler 2 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 3.8. Tel kafesler içindeki *Galleria mellonella* larvalarının saksılar içerisine yerleştirilmesi



Şekil 3.9. Akarların saksılara eklenmesi

3.2.2. Collembola'lar İle Yapılan Deneyler

Çalışmada *Folsomia candida* ve *Sinella curviseta* türlerine ait collembolalar kullanılmıştır. Bu iki collembola türünün infektif juvenilleri tüketme etkinliğini belirlemek amacıyla entomopatojenik nematodlardan *S. feltiae*, *Steinernema carpocapsae* ve *H. bacteriophora* türleri kullanılmıştır. Deneyler, içerisine çift katlı filtre kağıdı konulan 9 cm'lik cam petrilerde yürütülmüştür. Filtre kağıtları önce 1 ml distile su ile nemlendirilmiştir. Daha sonra nemlendirilen filtre kağıtlarının üzerine 0,5 gram steril kum konmuştur. Her bir petri içerisine 300 IJ/500 µl olacak şekilde hazırlanan nematod süspansiyonundan 500 µl eklenmiştir. Deney gruplarına 20 adet *F. candida* veya *S. curviseta* eklenmiş ve nem kaybını önlemek amacıyla petrilerin etrafı parafilm ile sarılmıştır. Kontrol grupları deney düzeneklerinde olduğu gibi hazırlanmış ancak bu gruba collembola konmamıştır (Şekil 3.10). kullanılan collembola ve nematod türüne göre deney süreleri Çizelge 3.1.' de verilmiştir (Gilmore ve Potter, 1993).

Çizelge 3.1. Collembola türleriyle entomopatojenik nematod türlerinin karşı karşıya kalma süreleri

Kullanılan nematod türü	<i>Folsomia candida</i>	<i>Sinella curviseta</i>
	Gün sayısı	Gün sayısı
<i>Steinernema carpocapsae</i>	3 ve 9	3, 6 ve 9
<i>Steinernema feltiae</i>	9	9
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	9	9

Her bir deneyde 10 deney ve 10 kontrol grubu kullanılmış ve tüm deneyler 3 kez tekrarlanmıştır. Tüm deneyler oda sıcaklığında (23-24 °C) yürütülmüştür. Deney süreleri sonunda filtre kağıtları ve petriler distile su ile yıkanmıştır (Şekil 3.11). Yıkama sonrası elde edilen IJ'ler mikroskop altında 40 x büyütmede doğrudan sayım tekniği ile sayılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Kullanılan deney düzeneği



Şekil 3.11. Ortamda kalan enfektif juvenillerin elde edilmesi için filtre kağıtları ve petrilerin yıkanması



Şekil 3.12. Deney sonunda geriye kalan infeksiif juvenillerin sayılması

3.3. İstatistiksel Analizler

Çalışmada kadavra deneylerinin sonuçlarını değerlendirirken sadece hamamböcekleri ile yapılan deneylerde istatistiksel analiz uygulanmıştır. Bu deneylerden elde edilen veriler related goodness-of-fit testi (G-test) ile analiz edilmiştir (Sokal ve Rohlf, 1995). Diğer deneylerde ise kalan IJ sayıları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla elde edilen veriler tek yönlü varyans analiz uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu testine göre değerlendirilmiştir (SPSS, 2004). Collembolar ile ilgili deneylerde her collembola türünün 3 farklı entomopatojenik nematod türünün infeksiif juvenilleri tüketme oranlarını belirlemede ise verilere arcsine transformasyonu uygulandıktan sonra Tek Yönlü Varyans Analizi ile değerlendirilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu testine göre değerlendirilmiştir (SPSS, 2004).

4. BULGULAR

4.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Olmuş Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

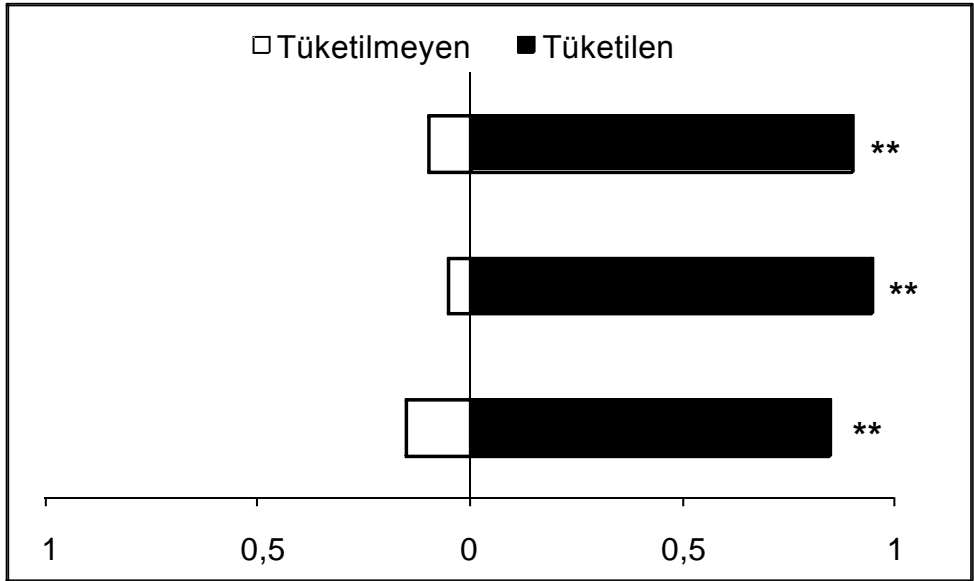
4.1.1. Kadavra Deneyleleri

4.1.1.1. Hamamböcekleri ile yapılan deneyler

Deneyleer sonucunda *Periplaneta americana* türüne ait hamamböcekleri *Steinernema feltiae* ile 1 ve 2 günlük enfekte kadavralar üzerinden beslenmişlerdir (Şekil 4.1). Bir günlük enfekte larvalar kullanılarak yapılan deneyleerde tüm hamamböcekleri enfekte larvaların tamamını tüketmiştir. Elde edilen bu sonuçlar nedeniyle 1 günlük enfekte larvaların tüketilme miktarları ile ilgili istatistiksel analizler yapılmamış ve veriler grafik halinde gösterilmemiştir. İki günlük enfekte larvalar ile yapılan deneyleerde ise hamamböceklerinin büyük çoğunluğu (%89) bu kadavraları besin olarak tüketmiştir. Mikroskop altında yapılan incelemeler sonucunda tüketilmeyen kadavraların üzerinde hiçbir ısırık izine rastlanmamıştır. Elde edilen veriler replicated goodness-of-fit testi (G-test) ile analiz edilmiş ve tüketim oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1) (Şekil 4.2.).



Şekil 4.1. İki günlük enfekte *Galleria mellonella* larvası ile beslenen *Periplaneta americana* nimfi



Şekil 4.2. İki günlük enfekte kadavraların *Periplaneta americana* tarafından tüketilme miktarları

Çizelge 4.1. İki günlük enfekte kadavraların *Periplaneta americana* tarafından tüketilme miktarlarının G-testi ile değerlendirilmesi

				p
G_H	1,157665	d.f.	2	0,560553
G_P	44,1677	d.f.	1	3,01E-11
G_T	45,32537	d.f.	3	7,89E-10

G_P değeri toplam sonuçların normal dağılımdan sapmalarını test etmektedir. G_H değeri ise tekrarlar arasındaki heterojenliği sınamaktadır.

4.1.1.2. Çekirgeler ile yapılan deneyler

Deneylerde *Gryllus bimaculatus* türüne ait çekirgelerin hepsi *S. feltiae* ile 1 günlük enfekte kadavralar üzerinden beslenirken (Şekil 4.3), ekirgelerin hiçbiri *S. feltiae* ile 2 günlük enfekte kadavraları tketmemiŐtir (Şekil 4.4). Tketilmeyen kadavraların mikroskop altında incelenmesi sonucunda hiçbir kadavranın üzerinde ısırık izine ratlanmamıŐ, dolayısıyla kadavranın bütünlüğü bozulmamıŐtır. Hamamböcekleri ile yrtlen deneylerde olduğu gibi 1 ve 2 günlük enfekte larvaların tüketilme miktarları ile ilgili istatistiksel analizler yapılmamış ve veriler grafik halinde gösterilmemiştir.



Şekil 4.3. Deney sonunda çekirgeler tarafından tüketilen 1 günlük enfekte kadavra



Şekil 4.4. Deney sonunda ortamdan alınan çekirgeler tarafından tüketilmemiş 2 günlük enfekte kadavra

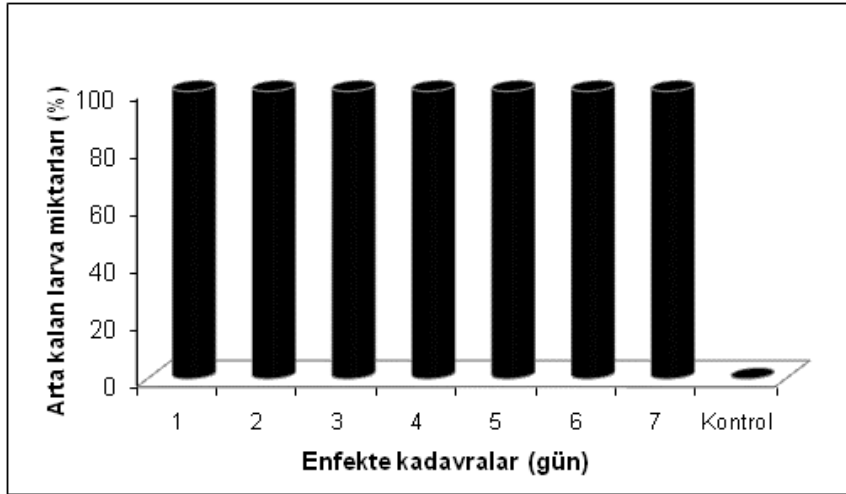
4.1.1.3. Karıncalar ile yapılan deneyler

İki farklı karınca türünün *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* türleri ile enfekte kadvralara verdiği tepkiler incelendiğinde karınca türüne göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. *Tetramorium chejketi* türü ile yapılan çalışmalar sonucunda bu karıncalar kontrol gruplarını ve *S. feltiae* ile 1-7 günlük enfekte tüm kadvraları tüketmiştir. Ancak *H. bacteriophora* ile enfekte olan larvaların hiçbirisi (1 günlük dahil) ile beslenmemişlerdir (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6). Yapılan gözlemler sonucunda karıncaların deney düzeneğindeki tüm kadvraları kontrol ettikten sonra *H. bacteriophora* ile enfekte kadvralardan uzak durdukları tespit edilmiştir. Kontrol grupları ve *S. feltiae* ile enfekte kadvralar tükendikten sonra karıncalar deney alanını terk etmiştir. *Pheidole pallidula* türü ile yapılan deneylerde ise karıncaların kontrol grubu ve *S. feltiae* ile enfekte 1 günlük kadvraları tamamen tüketmişlerdir. *S. feltiae* ile enfekte diğer kadvraları ise sadece ısırdukları ancak yemedikleri gözlenmiştir (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8). Deney düzeneğinde yer alan *H. bacteriophora* ile enfekte kadvraların ise hiçbirisi karıncalar tarafından tüketilmemiştir (Şekil 4.7 ve Şekil 4.9).

Deney düzeneğinin bulunduğu ortama gelen *Cataglyphis nodus* türüne ait karıncaların enfekte kadvraları iğnelere ayırarak kendi yuvasına götürdükleri gözlenmiştir. Ancak bu karıncaların enfekte kadvraları besin olarak tüketip tüketmedikleri belirlenmemiştir (Şekil 4.10).



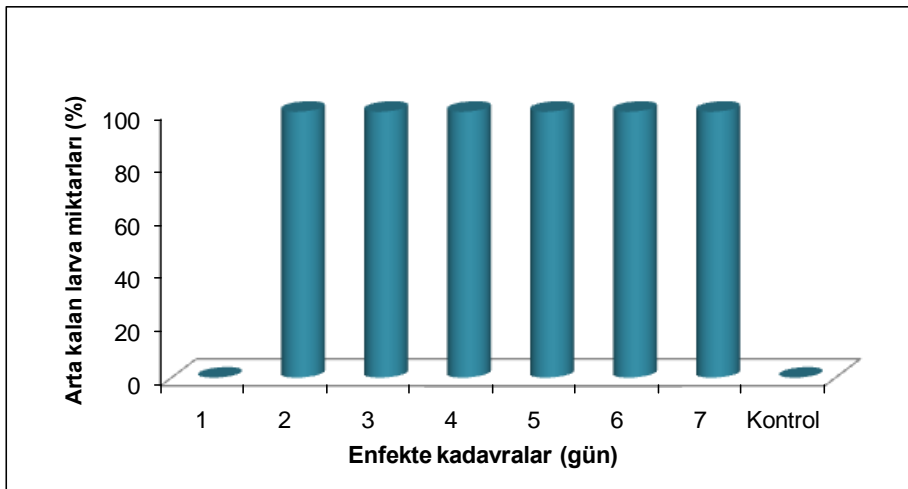
Şekil 4.5. *Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* ile enfekte kavruların *Tetramorium chefketi* tarafından tüketilme durumları



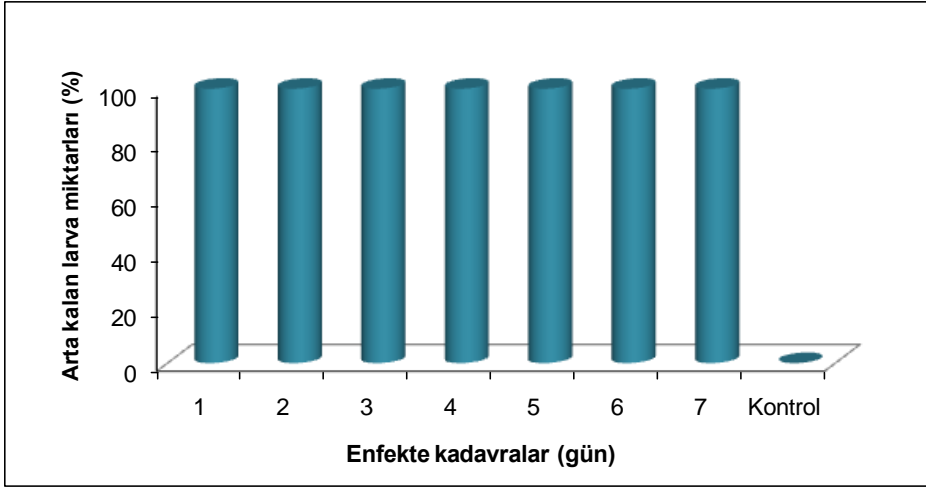
Şekil 4.6. *Heterorhabditis bacteriophora* ile enfekte *Galleria mellonella* larvalarının *Tetramorium chefketi* türü tarafından tüketilme miktarları (%)



Şekil 4.7. *Steinernema feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora* ile enfekte kavruların *Pheidole pallidula* tarafından tüketilme durumları



Şekil 4.8. *Steinernema feltiae* ile enfekte *Galleria mellonella* larvalarının *Pheidole pallidula* türü karıncalar tarafından tüketilme miktarları (%)



Şekil 4.9. *Heterorhabditis bacteriophora* ile enfekte *Galleria mellonella* larvalarının *Pheidole pallidula* türü karıncalar tarafından tüketilme miktarları (%)



Şekil 4.10. *Cataglyphis nodus* türüne ait karıncanın deney alanına gelerek enfekte larvaları alıp götürmesi

4.1.1.4. Dermopterler ile yapılan deneyler

Yapılan denemeler sonucunda dermopterlerin tamamının *S. feltiae* ile 2 günlük enfekte *G. mellonella* larvaları ile beslendiği görülmüştür (Şekil 4.11). Ancak dermopterlerin deneyin başlangıcında enfekte kadvralar ile bir miktar beslendikleri daha sonraki 3-4 gün boyunca beslenme davranışı göstermedikleri tespit edilmiştir. Parçalanarak bütünlüğü bozulan kadvraların üzerinde zamanla fungusların üremeye başlayarak tüm kadvrayı kapladığı gözlenmiştir. Sonuç olarak dermopterler 2 günlük *S. feltiae* ile enfekte kadvralar üzerinden beslenmekte ancak kadvrayı tamamen tüketememektedir.



Şekil 4.11. Enfekte *Galleria mellonella* larvası ile beslenen dermopter

4.1.1.5. Akarlar ile yapılan deneyler

Her gün yapılan kontroller sonucunda akarların ortama kondukları andan itibaren enfekte kadvra üzerinde toplandıkları gözlenmiştir (Şekil 4.12). Deneyin başlangıcından 4 gün sonra akarların enfekte kadvrayı parçalayarak beslenmeye başladıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Denemelerde kullanılan akarların hepsi kadvraları besin olarak kullanmış ve ortamda üremeye başlamışlardır. Kontrol grubunda ise enfekte kadvranın bütünlüğü bozulmamış olup nematodlar gelişimine devam etmiştir. Oysa içerisinde akarların bulunduğu düzeneklerde hiçbir nematoda rastlanmamıştır. Akarların bulunduğu düzeneklerde enfekte larvaların tamamının tüketildiği, kontrol grubunda ise herhangi bir değişiklik

olmadığı için larvaların tüketilme miktarları ile ilgili herhangi bir istatistiksel analiz yapılmamış ve veriler grafik halinde gösterilmemiştir.



Şekil 4.12. Enfekte *Galleria mellonella* larvası üstünde toplanan akarlar



Şekil 4.13. Enfekte *Galleria mellonella* larvasını parçalayarak larva dokuları ve nematodlarla beslenen akarlar

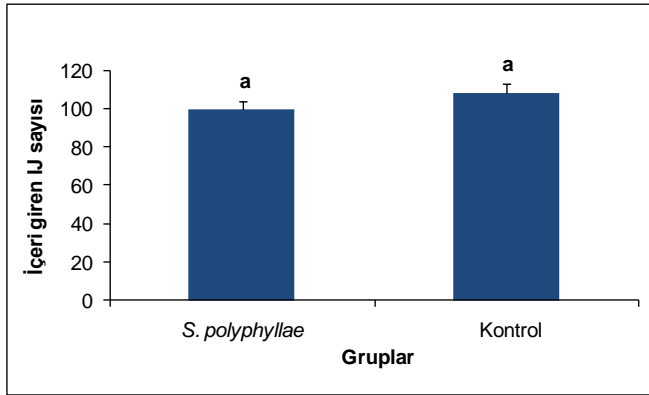
4.1.1.6. Collembolalar ile yapılan deneyler

Yedi gün süresince yapılan kontroller sonucunda *Sinella curviseta* türüne ait collembolaların enfekte kadavra üzerinden beslenmedikleri gözlenmiştir. Ayrıca mikroskop altında yapılan incelemeler sonucunda kadvraların üzerinde herhangi bir tahribat olmadığı belirlenmiştir. Kontrol gruplarında da kadvraların bütünlüğü bozulmamış olup nematod gelişiminin devam ettiği gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar dolayısıyla herhangi bir istatistiki analize ve grafik çizimine gerek duyulmamıştır.

4.2. İnfektif Juvenillerin EPN'lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

4.2.1. Akarlar İle Yapılan Deneyler

Deney sonucunda yapılan kontrollerde hem deney hem de kontrol gruplarındaki saksılarda bulunan *G. mellonella* larvalarının tamamının enfekte olduğu tespit edilmiştir. Enfekte olan bu larvaların pepsin solusyonu içerisinde parçalanması sonucu yapılan sayımlarda, içerisinde akar bulunan saksılarda, her bir *G. mellonella* larvası içine giren ortalama IJ sayısı kontrol grubuna oranla daha düşük çıkmıştır. Akarların bulunduğu deney grubunda larva başına ortalama 99 IJ saptanırken bu rakam kontrol grubunda 108 olarak saptanmıştır. Ancak yapılan istatistiksel analizler sonucunda iki grup arasında IJ sayıları bakımından önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($F=1.69$; $df=1,198$; $P>0,05$) (Şekil 4.14).



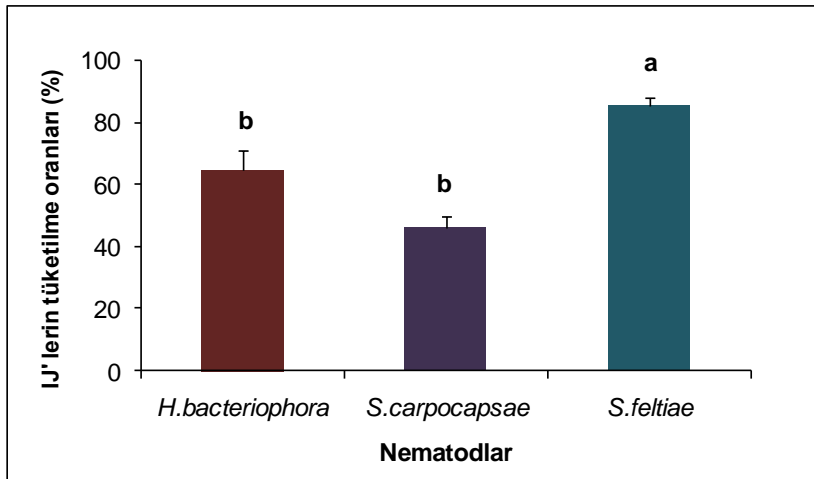
Şekil 4.14. Deney ve kontrol gruplarında *Galleria mellonella* içerisine giren ortalama IJ sayıları

4.2.2. Collembola'lar ile yapılan deneyler

Yapılan kontroller sonucunda tüketilmeden kalan IJ sayılarının deney süresi, collembola ve nematod türüne göre değiştiği saptanmıştır.

4.2.2.1. *F.candida* ile yapılan deneyler

F. candida türü ile yapılan deneyler sonucunda collembolaların ortama konan 300 infektif juvenilden *H.bacteriophora*'ların %64, *S. carpocapsae*'nin % 46 ve *S. feltiae*'nin %85'lik kısmını 9 gün içerisinde tükettiği belirlenmiştir (Şekil 4.14) Yapılan istatistiksel analizler sonucunda en fazla tüketimin olduğu *S. feltiae* ile diğer iki nematod grubu arasında önemli derecede fark olduğu saptanmıştır (F= 18.97; df= 2,6; P<0.05). *F.candida* türü *H. bacteriophora*'ları *S. carpocapsae*'den daha fazla tüketmiş olmasına rağmen bu iki grup arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır (P>0.05) (Şekil 4.15).

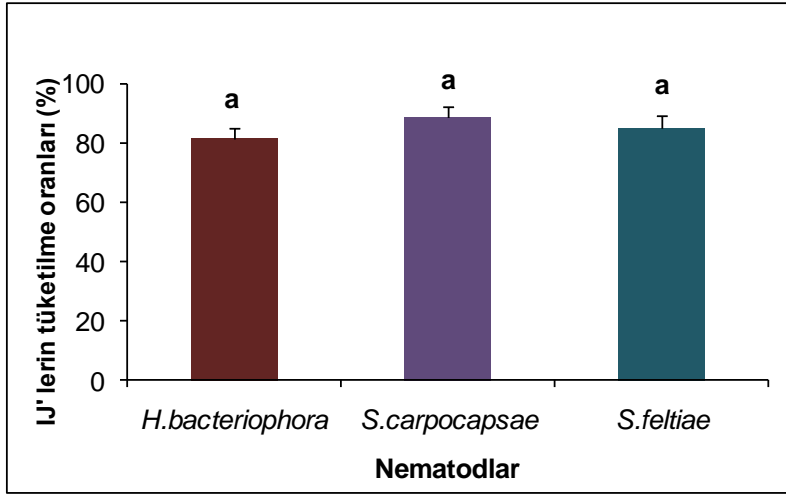


Şekil 4.15. *Folsomia candida* tarafından 9 gün içerisinde tüketilen infektif juvenil oranları (%)

4.2.2.2. *Sinella curviseta* ile yapılan deneyler

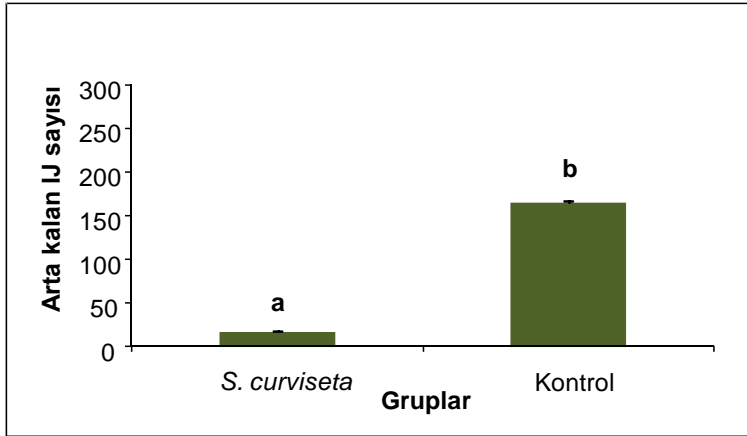
S. curviseta ile yapılan deneyler sonucunda ise collembolaların ortama konan infektif juvenilleri oldukça yüksek oranda tükettiği görülmüştür. Deneyin

başlangıcından itibaren 9 gün sonra yapılan kontrollerde *Sinella*'lar ortama konan infektif juvenillerden *H.bacteriophora* 'ları %81, *S. carpocapsae*'leri % 88, *S. feltiae*'leri ise %84 oranında tüketmiştir. Yapılan analizler sonucunda tüketilme oranları bakımından nematod türleri arasında istatistiksel açıdan bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($F= 1.03$; $df=2,6$; $P>0.05$) (Şekil 4.16).



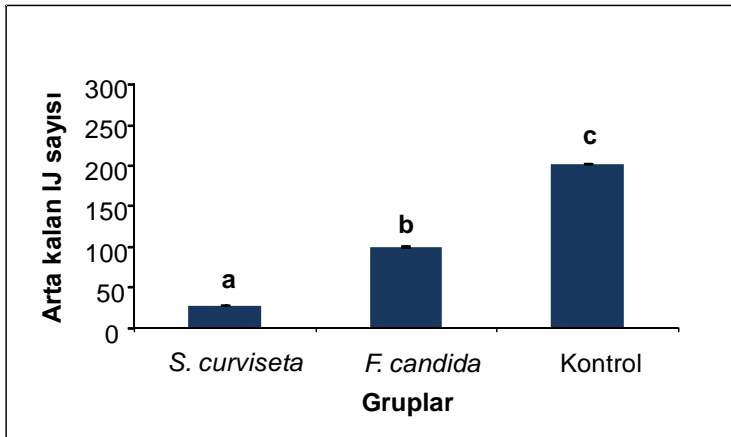
Şekil 4.16. *Sinella curviseta* tarafından 9 gün içerisinde tüketilen infektif juvenil oranları (%)

S. curviseta ile yapılan ve 6 gün sonra kontrol edilen deneyler sonucunda collembolaların bu süre içerisinde denemelerde kullanılan *S. carpocapsae* türüne ait infektif juvenilleri büyük oranda tükettikleri tespit edilmiştir. Yapılan sayımlar sonucunda *S. curviseta*'ların bulunduğu ortamda 300 infektif juvenilden geriye ortalama 17 nematod kaldığı; kontrol gruplarında ise ortalama bu sayının 164 olduğu saptanmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda deney grupları ile kontrol grupları arasında önemli düzeyde farkın olduğu belirlenmiştir ($F= 1167.43$; $df= 1,58$; $P<0.05$) (Şekil 4.17).



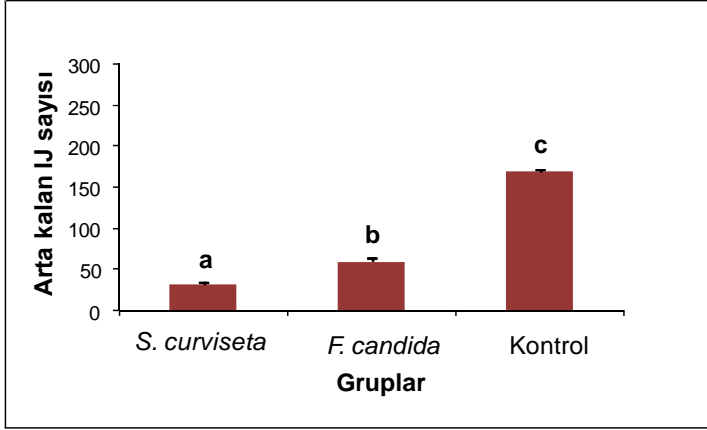
Şekil 4.17. 6 gün sonunda geriye kalan *Steinernema carpocapsae* infektif juvenil sayısı

S. carpocapsae infektif juvenilleri ile yapılan ve 3 gün sürdürülen deneyler sonucunda *S. curviseta* nin bulunduğu ortamda geriye ortalama 27 nematodun kaldığı, *F. candida* bulunan ortamda ise bu oranın ortalama 100 nematod olduğu tespit edilmiştir. İçerisinde Collembola bulunmayan kontrol gruplarında ortalama 201 infektif juvenil sayılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($F= 724.22$; $df=2,87$; $P<0.05$) (Şekil 4.18).



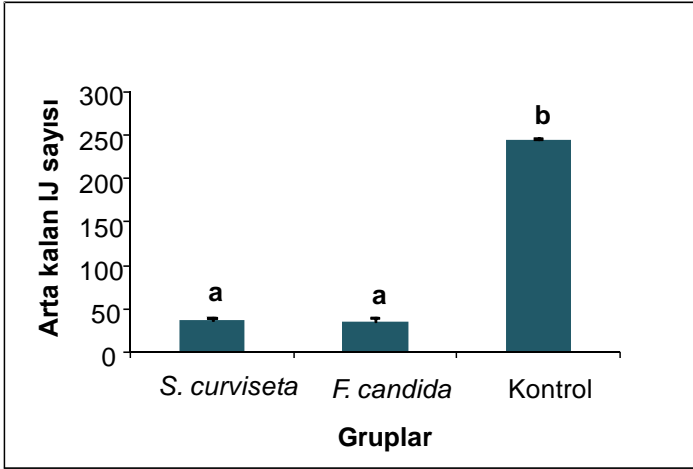
Şekil 4.18. Üç gün sonunda geriye kalan *Steinernema carpocapsae* infektif juvenil sayıları.

Farklı türlere ait infektif juvenillerin collembolalar tarafından tüketilme oranları göz önüne alındığında *H. bacteriophora* türünün *F. candida*'ya göre *Sinella curviseta* tarafından daha fazla tüketildiği tespit edilmiştir. Yapılan analizler bu iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir ($F=416,942$; $df=2,87$; $P<0,05$) (Şekil 4.19).



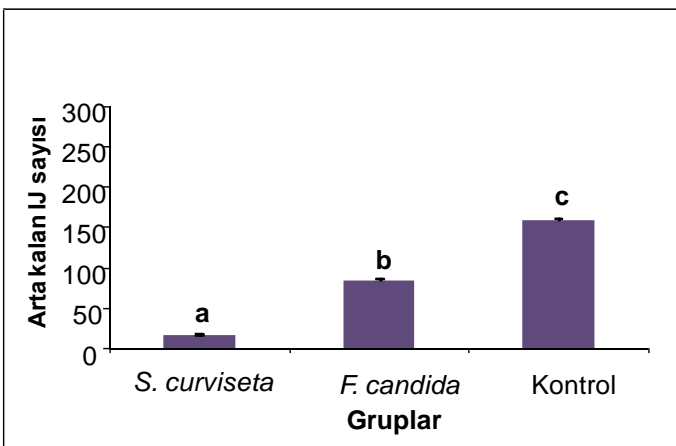
Şekil 4.19. Collembolaların *Heterorhabditis bacteriophora* infektif juvenillerini tüketme miktarları

S. feltiae türüne ait infektif juvenillerin tüketilme durumlarına bakıldığında 2 collembola türü arasında hemen hemen bir fark olmadığı görülmüştür. *F. candida* türünün bulunduğu ortamda geriye kalan *S. feltiae* infektif juvenillerinin sayısı 35 iken *S. curviseta*'nin bulunduğu ortamda bu sayı ortalama 37 olarak tespit edilmiştir. Yapılan analizler bu iki collembola türünün *S. feltiae* infektif juvenillerini tüketme miktarları arasında önemli bir farkın olmadığını göstermiştir ($P>0,05$). Tüm gruplar bir arada değerlendirildiğinde kontrol ve deney gruplarında arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F=912,97$; $df=2,87$; $P<0,05$) (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Collembolaların *Steinernema feltiae* infektif juvenillerini tüketme miktarları

S. carpocapsae infektif juvenilleri ile yapılan deneylerde ise tüm gruplar arasında IJ'lerin tüketim oranları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($F=368.68$; $df=2,87$; $P<0,05$). *S. curviseta* nin *F. candida* ve kontrol grubuna oranla çok daha fazla miktarda *S. carpocapsae* infektif juvenillerini tükettiği belirlenmiştir. Ortalama olarak geriye kalan nematod miktarı *S. curviseta* için 17, *F. candida* içinse 84 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere bakıldığında 2 collembola türü arasında *S. carpocapsae*'nin tüketilme miktarları açısından önemli derecede fark olduğu saptanmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Collembolaların *Steinernema carpocapsae* infektif juvenillerini tüketme miktarları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Entomopatojenik Nematodlar ile Enfekte Kadavraların Yağmacı Organizmalar Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

Tez çalışması kapsamında yürütülen deneyler sonucunda elde edilen veriler toprak ortamında yaşayan arthropodların entomopatojenik nematodlarla enfekte olan kadavralara farklı tepkiler verdiğini ortaya koymuştur.

- Hamamböcekleri (*Periplaneta americana*)

Test edilen organizmalardan *Periplaneta americana* türüne ait hamamböcekleri, *S. feltiae* ile 1 ve 2 günlük enfekte kadavralar üzerinden beslenmiştir. Hamamböceklerinin tamamı 1 günlük kadavraları tüketirken, bazı hamamböcekleri (sadece %11) 2 günlük enfekte kadavraları tüketmemişlerdir.

- Çekirgeler (*Gryllus bimaculatus*)

Gryllus bimaculatus türü çekirgeler ile yapılan deneylerde ise 1 günlük enfekte kadavraların tamamı tüketilirken, 2 günlük enfekte kadavraların hiçbirisi tüketilmemiştir. Benzer bir çalışmada *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* ile enfekte 1-9 günlük larva serisi hazırlanmış ve *G. bimaculatus* kolonilerine besin olarak verilmiştir. 10 gün sonunda çekirgeler sadece dondurularak öldürülmüş kontrol grubundaki larvaları ve 1 günlük enfekte kadavraları tükettikten sonra kolonide kannibalizm başlamıştır. Buna rağmen çekirgeler enfekte kadavraları tüketmemiştir (Gülcü vd. yayınlanmamış doktora tezi). Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda toprakta bulunan yağmacıların 48 saat ve ötesindeki enfekte kadavralardan uzak durdukları belirtilmiştir (Kaya vd., 1998; Bauer vd., 1998). Bu durumun olası nedeni olarak entomopatojenik nematodlarla simbiyotik yaşayan bakterilerin ürettiği karınca uzaklaştırıcı faktör (ADF) gösterilmiştir (Zhou vd. 2002).

- Karıncalar (*Tetramorium chefketi* ve *Pheidole pallidula*)

Tetramorium chefketi ve *Pheidole pallidula* türüne ait karıncaların kullanıldığı bir başka kadavra deneyinde ise karınca türlerine göre değişen farklı davranışlar ortaya çıkmıştır. *T. chefketi* türüne ait karıncalar *S. feltiae* ile 1-7 günlük enfekte

olan kadvraların ve dondurularak öldürölmüş kontrol gruplarının hepsini tüketirken; *H. bacteriophora* türü nematodla enfekte olan 1-7 günlük kadvraların hiçbirisini besin olarak tüketmemişlerdir. Diğer karınca türü olan *P. pallidula* ise sadece kontrol grubundaki dondurularak öldürölmüş larvaları ve 1 günlük *S. feltiae* ile enfekte kadvraları tüketmişlerdir. Bu karınca türü *H. bacteriophora* ile enfekte edilmiş hiç bir kadvraya dokunmamışlardır. Arjantin karıncaları, *Linepithema humile*, ile yapılan daha önceki çalışmalarda karıncaların *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinsine ait entomopatojenik nematodlarla enfekte olan kadvralardan ve bu nematodların mutualistik bakteri süspansiyonlarından uzak durdukları belirtilmiştir (Kaya vd., 1998; Zhou vd., 2002). Özellikle *Heterorhabditis* cinsi nematodlarla enfekte olan kadvraların yağmacı böcekler üzerinde *Steinernema* cinsi ile enfekte olanlara kıyasla daha etkili oldukları belirtilmiştir. Kaya vd. (1998) 4 ve 10 günlük, Baur vd. (1998) ise 2 ve 8 günlük enfekte kadvraları toprağa bıraktıklarında bu kadvralardan *Steinernema* ile enfekte olanların Arjantin karıncaları tarafından yaklaşık %70'lik kısmının, *Heterorhabditis*'lerle enfekte olanların ise sadece % 20'lik kısmının tüketildiğini rapor etmişlerdir. Ancak bu tez çalışmasından elde edilen veriler karıncaların entomopatojenik nematodla enfekte kadvralara gösterdikleri tepkilerin karınca türü ile bağlantılı olarak değiştiğini göstermiştir. Çünkü elde edilen veriler *T. chefketi* türüne ait karınca kolonisindeki bireylerin *S. feltiae* türüne ait tüm kadvraları tükettiğini ancak *H. bacteriophora* türüne ait kadvraların ise hiçbirisini yemediklerini göstermiştir. Diğer bir karınca türü olan *P. pallidula* kolonisindeki bireyler ise sadece kontrol grubundaki larvaları ve 1 günlük *S. feltiae* ile enfekte kadvraları tüketmişlerdir. *H. bacteriophora* ile enfekte kadvraların ise hiçbirisini yememişlerdir. Her iki karınca türünün gösterdiği ortak özellik *H. bacteriophora* ile enfekte kadvraları yememeleridir. Bu durum akla *Heterorhabditis*'lerle mutualistik yaşayan *Photorhabdus* bakterilerinin daha etkili bir madde salarak yağmacıları uzaklaştırdığını akla getirmektedir. Benzer şekilde yapılan bir açıklamada araştırmacılar, steinernematidlerle ilişkili *Xenorhabdus* cinsi bakterilerin ADF üretmediklerini, bu maddenin sadece *Photorhabdus* bakterilerince üretildiğini öne sürmüşlerdir (Kaya vd., 1998). Fakat Zhou vd. (2002) *Steinernema* cinsine ait nematodlarla enfekte olan kadvraların Arjantin karıncaları tarafından tüketilmediğini, kadvralar üzerinde sadece karınca ısırıklarının olduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacılar *Heterorhabditis*'lerle enfekte olan kadvralarda ise hiçbir ısırık izine dahi rastlamamışlardır. Bu verilere

dayanan araştırmacılar *Xenorhabdus* bakterilerinin de ADF maddesi ürettiklerini ancak *Photorhabdus*'larda bu etkinin daha kuvvetli olduğunu öne sürmüşlerdir. Foltan ve Puza (2009) tarafından yürütölen bir başka çalışmada araştırmacılar predatör bir böcek olan *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) türünün *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Nematoda: Rhabditidae) ile enfekte *Deroceras reticulatum* (Gastropoda: Agriolimacidae) türü sümöklüböcekler ve *Steinernema affine* ile enfekte *G. mellonella* larvalarını besin olarak tercih edip etmediklerine bakmışlardır. Sonuçta yağmacı böcek, *P. melanarius*'un nematodlar tarafından enfekte olan kadvraları tüketmediklerini sadece dondurularak öldürölen kontrol grubundaki kadvraları yediklerini belirlemişlerdir.

- Dermopterler

Dermopterler ile yürütölen çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu canlıların *S. feltiae* ile 2 günlük enfekte kadvraları besin olarak tükettiklerini göstermiştir. Test edilen tüm dermaopterler aynı davranışı sergilemiştir. Ancak dermopterlerin hiçbirisi kadvraların tamamını tüketememiştir. Bu durumun olası nedeni dermopterlerin küçük boyutlu ve her düzenekte 1 adet olması nedeniyle 4.evre *Galleria* larvası gibi büyük bir besini tüketemedikleri yönündedir. Elde edilen veriler dermopterlerin enfekte kadvralardan uzak durmadıklarını ve onları kısmen de olsa yiyerek kadvra bütönlüğünü bozduklarını göstermiştir. Bu durum biyolojik mücadele çalışmalarında enfekte kadvra kullanımı ve IJ uygulaması sonucu konukçu içerisinde üreyen yeni nesil nematodlar açısından son derece önemlidir. Çünkü toprağa uygulanan IJ'ler konukçularını öldürmekle kalmaz onların içerisinde 2-3 nesil geçirerek sayıca çoğalırılar (Kaya ve Gaugler, 1993). Toprakta bulunan dermopterlerin kadvra bütönlüğünü bozması bu nematodların üremesini engelleyeceği için oldukça önemlidir.

- Akarlar (*Sancassania polyphyllae*)

Toprakta bulunan zararlı böceklerle karşı yapılan entomopatojenik nematod uygulamalarından elde edilen sonuçlar oldukça değişiklik göstermektedir. Bazen çok başarılı sonuçlar alınmasına rağmen, bazen de başarısızlıkla karşılaşılmaktadır. Bunun olası nedenlerinden birisi de uygulanan nematodlar üzerinden beslenen topraktaki predatör akarlardır (Epsky vd., 1988; Kaya, 2002). Tez çalışması kapsamında yürütölen deneylerde *Sancassania polyphyllae* türü

akarların *S. feltiae* ile enfekte kadvraları tamamen tükettikleri ve hatta bu kadvralar üzerinde üremeye başladıkları saptanmıştır. Başlangıçta erken dönemdeki enfekte kadvraların etrafında toplanan akarlar, zamanla kadvra kütikulasının incilmesi sonucu larvayı parçalamış ve içeride gelişmekte olan nematodlarla birlikte tüm kadvrayı tüketmişlerdir. Yapılan gözlemler sonucunda akarların ortamda canlı nematod bırakmadıkları tespit edilmiştir. Karagoz vd. (2007) ilk defa bu akar türünü entomopatojenik nematodları yerken tespit etmiştir. Yaptıkları laboratuvar çalışmasında 2 adet *S. polyphyllae* dişisinin 24 saat içerisinde *S. feltiae* infektif juvenillerinin %80'den fazlasını tükettiğini rapor etmişlerdir. Bir başka çalışma sonucunda böcek larvaları üzerinde beslenen *S. polyphyllae*'nin gelişme süresinin daha kısa ve üreme yeteneğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Cakmak vd., 2010). Aynı araştırmacılar *S. polyphyllae*'nin entomopatojenik nematodlar ile beslendiğinde gelişimini tamamlayabildiğini ve üremesini sürdürdüğünü rapor etmişlerdir. Ekmen vd. (2010a), laboratuvar koşullarında *S. polyphyllae*'nin besin tercihini belirlemeye yönelik çalışmalar yapmış ve *S. polyphyllae*'nin test edilen besinler içerisinde en çok *Polyphylla fullo* larvasını, ikinci olarak da *S. feltiae* infektif juvenillerini tercih ettiğini saptamışlardır. Ekmen vd. (2010b) yürüttükleri bir başka çalışmada ise aynı akar türünün enfekte Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) larvalarını dondurularak öldürülmüş kadvraya ve aynı büyüklükteki bambu parçasına oranla daha çok tercih ettiğini ve bu kadvralar üzerinden beslenerek çok az sayıda infektif juvenilin dışarı çıkışına izin verdiğini bildirilmişlerdir. Ortamda akar bulunan kadvralardan ortalama 34 IJ çıkış yaparken, akar bulunmayan kontrol gruplarında bu sayı 470 olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar bu akarların toprak içerisindeki enfekte kadvraları kolayca bulup tükettiklerini ortaya koymuşlardır. Elde edilen bu bulgular *S. polyphyllae* veya başka nematod yiyen akarların ortamda varolması durumunda enfekte kadvra uygulamaları (Shapiro ve Lewis, 1999) ile yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarının olumsuz etkileneceğini göstermiştir. Çünkü infektif juveniller kadvrayı terk etmeye başlamadan önce akarlar kadvrayı yemeye başlayacaklardır. Bu durumda nematodların içerisinde bulunduğu kadvra nematodların üremesi için uygun olmayan bir ortam haline gelecektir.

- Collembolalar (*Sinella curviseta*)

Sinella curviseta türü ile yapılan çalışmalarda bu arthropodların nematodla enfekte kadvralar ile beslenmedikleri belirlenmiştir. Mikroskop altında yapılan incelemeler sonucunda da kadvralar üzerinde herhangi bir parçalanma veya zarar meydana gelmediği saptanmıştır. Bu nedenle collembolaların (en azından bu 2 türün) enfekte kadvralar üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi belirlenmemiştir. Bugüne kadar collembolalar ile yapılan çalışmalar zaten hep infektif juvenil evreler ile beslenip beslenmedikleri yönünde olmuştur (Gilmore ve Potter, 1993; Lee ve Widden, 1995).

5.2. İnfektif Juvenillerin EPN'lerin Doğal Düşmanları Tarafından Tüketilmesine Yönelik Çalışmalar

- Akarlar (*Sancassania polyphyllae*)

S. polyphyllae türü akarlar ile yapılan çalışmalar sonucunda, ortama konan *Galleria* larvaları içerisine giren nematod sayıları bakımından, ortamda akar bulunmayan kontrol gruplarıyla akar bulunan deney grupları arasında istatistiksel açıdan bir farkın olmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda saksılardaki toprak yüzeyine bırakılan infektif juveniller akarlar tarafından kolaylıkla bulunup tüketilememiştir. Oysa enfekte kadvra deneylerinde akarlar, toprak içerisinde gömülü olsa nematodla enfekte kadvraları kolayca bulup tüketmişlerdir (Ekmen vd., 2010a). Elde edilen bu sonuçlar daha önce yürütülen çalışmalardan elde edilenlerle uyum içerisindedir. Ekmen vd. (2010) toprak sütun ortamına infektif juveniller ve 10 tane *S. polyphyllae* dişi koyarak yaptıkları çalışmada 4 günün sonunda kadvra denemelerine kıyasla akarların nematodları etkin bir şekilde bulamadığını belirlemişlerdir. Diğer yandan, infektif juveniller ve akarlar birarada toprağa uygulandığında, infektif juvenil sayısında önemli bir azalma olduğu belirlenmiştir. İnfektif juveniller ve akarlar alansal olarak ayrıldıklarında, infektif juvenillerin tüketilme oranlarında bir düşüş meydana gelmiş ya da sayılarında hiçbir azalma görülmemiştir. Bu durumu açıklamak için araştırmacılar "koku hipotezini" ortaya atmışlardır. Bu hipoteze göre *S. polyphyllae*'lar enfekte kadvradan çıkan koku ya da kokuları algılamakta ancak infektif juveniller böyle bir koku salgılamadıkları için onları tespit edememektedirler. Nematofag akarların nematodlar üzerindeki predasyonu ve tüketimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır (Epsky vd., 1988;

Sell, 1988; Walter vd., 1987; Oliveira vd., 2007; Karagoz vd., 2007). Poinar (1979) *Macrocheles* cinsine ait akarların entomopatojenik nematod *S. feltiae* Filipjev infektif juvenillerini tükettiğini bulmuştur. Ishibashi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre (1987), mesostigmatid akarlardan *Eugamasus* sp. *S. carpocapsae* (Weiser) infektif juvenillerini tüketmiştir. Ayrıca farklı ordolardan (Mesostigmata, Endeostigmata, Cryptostigmata, ve Astigmata) 13 nematofag akar, *S. carpocapsae* infektif juvenillerine karşı denenmiş ve sonuçta 13 akar türünden 12'sinin bu nematod üzerinden beslendiği tespit edilmiştir (Epsky et al., 1988). Farklı akar gruplarının entomopatojenik nematod infektif juvenilleriyle besleniyor olduğunu gösteren bu çok sayıdaki çalışmaya rağmen, en azından *S. polyphyllae*'nin topraktaki serbest evre IJ'ler üzerinde etkin bir predatör olmadıkları anlaşılmaktadır. Kadavra ve infektif juvenil çalışmalarından elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde *S. polyphyllae*'nin bulunduğu ortamlarda enfekte kadavra uygulaması çalışmalarının yapılmaması; bunun yerine serbest dönem IJ'lerin kullanılması daha başarılı sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

- Collembolalar (*Folsomia candida* ve *Sinella curviseta*)

F. candida ve *S. curviseta* türlerinin infektif juveniller üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar sonucunda her iki collembola türünün de önemli birer nematod predatörü oldukları anlaşılmıştır. *F. candida* türü 9 günün sonunda *S. feltiae* IJ'lerini *H. bacteriophora* ve *S. carpocapse* türlerine oranla daha fazla tüketmiştir. Gilmore ve Potter (1993) yine *F. candida* ile yaptıkları çalışmada benzer sonuçları elde etmişlerdir. Bu araştırmacılar *F. candida*'ların *S. feltiae* IJ'lerini *S. carpocapsae*'den daha fazla tükettiğini saptamışlardır. Bu durumun olası nedeni, çalışmada kullanılan nematodlar arasındaki boy uzunlukları olabilir. Çünkü Karagoz vd., (2007) akarlarla yaptıkları bir çalışmada *S. polyphyllae* dişilerinin önemli oranda *S. feltiae* IJ'leri ile beslendiklerini, *H. bacteriophora* IJ'lerinin tüketilme oranlarının ise daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar buna neden olarak akarların uzun olan *S. feltiae* IJ'lerini (750-850 µm) daha kısa olan *H. bacteriophora*'ya (500-590 µm) oranla daha kolay bulabildiğini öne sürmüşlerdir. Bu tez çalışmasında *F. candida* türüne ait collembolalar en az *S. carpocapsae* IJ'lerini tüketmiştir. Bu nematodun boy uzunluğuna baktığımızda 438-650 µm ile (Adams ve Nguyen, 2002) diğer iki nematod'tan daha kısa oldukları anlaşılmaktadır. Gilmore ve Potter (1993) *F. candida* ile *S. carpocapsae* infektif juvenillerini 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 günlük sürelerle karşı karşıya getirdikten

sonra ortama *Galleria* larvaları eklemişler ve kontrol grubuyla collembolaların bulunduğu deney grubu arasında *Galleria*'ların enfekte olma oranları açısından önemli fark olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca collembolalar ile IJ'lerin karşı karşıya gelme süreleri ile *Galleria* larvalarının enfekte olma oranları arasında ters bir ilişki olduğunu saptamışlardır.

S. curviseta ile yapılan 9 günlük çalışmada ise bu türe ait collembolaların her 3 nematod türüne ait infektif juvenilleri hemen hemen aynı oranda tükettiği görülmüştür. Tüketim oranlarına bakıldığında *S. curviseta*'nın *F. candida*'ya oranla daha etkin predatör olduğu düşünülmektedir. Çünkü *S. curviseta*'da en düşük tüketim oranı %81 iken, *F. candida*'da bu oran %46 olarak saptanmıştır. Buna rağmen yapılan literatür taramaları sonucunda *Seira* cinsine ait collembolaların nematodları tüketmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

S. curviseta'nin 6 gün içerisinde *S. carpocapsae* infektif juvenillerini tüketme miktarına bakıldığında, kontrol gruplarında 167 IJ bulunurken, collembolaların bulunduğu ortamlarda geriye kalan IJ sayısı ortalama 17 olarak tespit edilmiştir. Bu durum *Sinella*'ların 6 gün içerisinde *S. carpocapsae* IJ'lerini ne kadar büyük bir etkinlikle tükettiğini ortaya koymuştur.

F. candida ve *S. curviseta* ile 3 gün boyunca sürdürülen deneylerde, *Sinella*'ların *Folsomia*'lara göre çok daha önemli miktarda IJ tükettikleri görülmüştür. *S. curviseta* bulunan düzeneklerde ortama konan başlangıçtaki 300 IJ'den geriye ortalama 27, *F. candida* bulunan düzeneklerde 100, kontrol grubunda ise 201 IJ kalmıştır.

Tüketilme durumlarına nematodlar açısından bakıldığında, *H. bacteriophora* türü IJ'lerinin hem *S. curviseta*'ler hem de *F. candida* türü collembolalar tarafından büyük oranda tüketildikleri belirlenmiştir. İki collembola türü kıyaslandığında *H. bacteriophora* IJ'lerini *S. curviseta*'lerin daha fazla miktarda tükettiği saptanmıştır. Aynı durum *S. carpocapsae* türü için de geçerli bulunmuştur. *S. carpocapsae* IJ'lerini hem *S. curviseta*, hem de *F. candida* türü collembolalar etkin bir şekilde tüketmişlerdir. Karşılaştırma yapıldığında en fazla tüketimi *S. curviseta* yapmıştır ve *F. candida* ile aralarında istatistikî fark olduğu belirlenmiştir. *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* türlerinin IJ boy uzunlukları

birbirine oldukça yakındır. *H. bacteriophora*'nın IJ boy uzunluğu ortalama 588 µm iken *S. carpocapsae* IJ boy uzunluğu ortalama 558 µm'dir (Adams ve Nguyen, 2002). Daha önce de değinildiği gibi predatörler tarafından avlanma esnasında avın boy uzunluğu fark edilip yakalanma açısından oldukça önemli bir faktör olarak görülmektedir (Karagoz vd., 2007). Bu nedenle *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* IJ'lerinin tüketilme miktarları birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur. Boy uzunluğu ortalama 849 µm olan *S. feltiae* IJ'lerinin tüketilme durumuna bakıldığında ise *S. curviseta* ile *F. candida* arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ancak kontrol grubuyla kıyaslandıklarında *S. feltiae* IJ'lerinin her iki collembola türü tarafından da etkin bir şekilde tüketildiği anlaşılmıştır.

Lee ve Widden (1996) fungus yiyen collembolaların besin tercihlerine yönelik yaptıkları çalışmada *F. candida* türü collembolalar ile doğada serbest olarak yaşayan *Caenorhabditis elegans* türü nematodları ve *Cladosporium cladosporioides* funguslarını kullanmışlardır. Elde ettikleri veriler fungus yiyen collembolaların beslenmek için nematodları tercih ettiğini göstermiştir. Bu araştırmacılar ileri sürdükleri hipotezde toprağın döküntü katmanının üst bölgelerinde daha çok fungusların ürediğini ve bu organizmaların kuraklığa oldukça toleranslı olduklarını, nematodların ise toprağın daha alt katmanlarında ve çoğunlukla daha nemli ortamlarda bulduklarını belirtip, *F. candida* gibi fungus yiyen collembolaların ortamda nematod çok olduğunda onları tercih edebileceğini, azaldığında veya yok olduğunda ise funguslarla beslendiklerini belirtmişlerdir.

Elde edilen tüm veriler bir arada değerlendirildiğinde, özellikle *S. curviseta*'nın laboratuvar koşullarında IJ'lerin çok önemli bir predatörü olduğu anlaşılmıştır. Gerek *S. curviseta* ve gerekse *F. candida* bulunan topraklarda infektif juvenil evre entomopatojenik nematodlar kullanarak biyolojik mücadele çalışmalarının yapılması oldukça riskli olacaktır. Bu türlerin bulunduğu yerlerde en uygun mücadele yönteminin enfekte kadastro kullanımı olduğu söylenebilir. Çünkü elde edilen sonuçlar collembolaların enfekte kadvralar üzerinden beslenmediklerini göstermiştir. Aynı şekilde Gilmore ve Potter (1993) test ettikleri her 2 collembola türü, *F. candida* ve *Sinella caeca*'nın entomopatojenik nematod IJ'lerini çok önemli oranda tükettiklerini tespit etmiş ve collembolaların nematodlarla yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarını olumsuz etkileyen biyotik faktörlerden biri olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Yürütölen bu tez çalışması sonucunda, toprakta bulunan bazı arthropod yağmacıların, özellikle *S. polyphyllae* türüne ait akarlar ile *F. candida* ve *S. curviseta* türlerine ait collembolaların, entomopatojenik nematodlar ile yapılacak biyolojik mücadele çalışmalarında büyük bir tehdit oluşturabileceği ortaya konmuştur.

6. KAYNAKLAR

- Adams, B. J., Burnell, A. M. and Powers T. O., 1998. A phylogenetic analysis of *Heterorhabditis* (Nemata: Rhabditidae) based on internal transcribed spacer 1 DNA sequence data. **Journal of Nematology** 30: 22-39.
- Adams, B. J. and Nguyen, K. B., 2002. Taxonomy and Systematics. In: Entomopathogenic Nematology (Gaugler, R. ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 1-33.
- Akhurst R. J., 1982. Antibiotic activity of *Xenorhabdus* spp., bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematodes of the families Heterorhabditidae and Steinernematidae. **Journal of General Microbiology** 128: 3061–65.
- Barbercheck, M. E., Wang, J. And Hirsh, I. S., 1995. Host plant effects on entomopathogenic nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology** 66: 169-177.
- Baur, M. E., Kaya, H. K., Strong, D. R., 1998. Foraging ants as scavengers on entomopathogenic nematode-killed insects. **Biological Control** 12: 231–236.
- Bélair, G., Wright, D. J. and Curlo, G., 2005. Vegetabla and Tuber Crop Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 255-264.
- Bird, A. F. and Akhurst, R. J., 1983. The nature of the intestinal vesicle in nematodes of the family Steinernematidae. **International Journal of Parasitology** 13: 599–606.
- Boemare N. E., Akhurst R. J., 1988. Biochemical and physiological characterization of colony form variants in *Xenorhabdus* spp. (Enterobacteriaceae). **Journal of General Microbiology** 134: 751–6.
- Boemare, N. E., Boyer-Giglio, M.-H., Thaler, J. O. And Akhurst, R. J., 1993. The phages and bacteriocins of *Xenorhabdus* sp., symbiont of the nematodes *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. In: Nematodes and the Biological Control of Insect Pests (Bedding, R., Akhurst, R. And Kaya Eds.). CSIRO Publications, Victoria, Australia, pp. 137-145.
- Boemare, N. E., Laumond, C. and Mauleon, H., 1996. The entomopathogenic nematode-bacterium complex: Biology, life cycle and vertebrate safety. **Biocontrol Science and Technology** 6: 333-346.

- Cakmak, I., Ekmen Z. I., Karagoz, M., Hazir, S. and Kaya H. K., 2010. Development and reproduction of *Sancassania polyphyllae* (Acari:Acaridae) feeding on entomopathogenic nematodes and tissues of insect larvae. **Pedobiologia** 53: 235-240.
- Ciche, T. A., K. S. Kim, B. Kaufmann-Daszczuk, K. C. Nguyen, D. H. Hall., 2008. Cell Invasion and Matricide during *Photorhabdus luminescens* Transmission by *Heterorhabditis bacteriophora* Nematodes. **Applied and Environmental Microbiology** 74: 2275-2287.
- Crow, W. T., 2002. Using nematodes to control insects: Overview and frequently asked questions (<http://edis.ifas.ufl.edu/in468>), Erişim Tarihi: 25.04.2010
- Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D. I., 2005. Mass Production. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 65-78.
- Ekmen, Z. I., Hazir, S., Cakmak, I., Ozer, N., Karagoz, M. and Kaya, H. K. 2010a. Potential negative effects on biological control by *Sancassania polyphyllae* (Acari: Acaridae) on an entomopathogenic nematodes species. **Biological Control** 54: 166-171.
- Ekmen, Z. I., Cakmak, I., Karagoz, M., Hazir, S., Ozer, N., Kaya, H. K. 2010b. Food preference of *Sancassania polyphyllae* (Acari: Acaridae): living entomopathogenic nematodes or insect tissues? **Biocontrol Science and Technology** 20: 553-566.
- Epsky, N. D., Walter, D. E., Capinera, J. L., 1988. Potential role of nematophagous microarthropods as biotic mortality factors of entomogenous nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae). **Journal of Economic Entomology** 81: 821-825.
- Foltan, P., Puza, V. 2009. To complete their life cycle, pathogenic nematode-bacteria complexes deter scavengers from feeding on their host cadaver. **Behavioural Processes**. 80: 76-79.
- Forst S., Dowds B., Boemare N., Stackebrandt E., 1997. *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp.: Bugs that kill bugs. **Annual Review of Microbiology** 51: 47-72.
- Forst, S., Clarke, D., 2002. Bacteria–Nematodes Symbiosis. In: Entomopathogenic Nematology (Gaugler, R. eds.), CABI Publishing, Wallingford, UK. pp. 57–77.
- Gaugler, R. and Kaya, H. K., 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

- Gaugler, R. and Han, R., 2002 .Production Technology. In: Entomopathogenic Nematology. (Gaugler, R. ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK. pp 289-310.
- Gaugler, R., 1993. Ecological genetics of entomopathogenic nematodes. In: Nematodes and the Biological Control of Insects (R. Bedding, R. Akhurst, and H. K. Kaya, eds.). East Melbourne, Australia: CSIRO Publications. pp. 89-95.
- Georgis, R., 1990. Formulation and application technology. In: Entomopathogenic Nematodes In Biological Control (R. Gaugler and H. K. Kaya, Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 153–191.
- Gilmore, S. K. and Potter, D. A., 1993. Potential role of collembola as biotic Mortality agents for entomopathogenic nematodes. **Pedobiologia** 37: 30-38.
- Glazer, I., 1996. Survival mechanisms of entomopathogenic nematodes. **Biocontrol Science and Technology** 6: 373-378.
- Glazer, I., 2002. Survival biology. In: Entomopathogenic Nematology (R. Gaugler, ed.), pp 169–187.
- Glazer, I., Samish, M. and del Pino, F. G., 2005. Applications for the Control of Pests of Humans and Animals. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 295-316.
- Grewal, P. S., Selvan, S., and Gaugler, R., 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. **Journal of Thermal Biology** 19: 245–253.
- Grewal, P. S., 2002. Formulation and Application Technology. In: Entomopathogenic Nematology. In: Entomopathogenic Nematology. (Gaugler, R. ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK. pp 265-287.
- Grewal, P. S., Koppenhöfer, A. M. and Choo H. Y., 2005. Lawn, Turfgrass and Pasture Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 115-146.
- Grewal, P. S. and Peters, A., 2005. Formulation and Quality. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 79-90.

- Hazır, S., Stock, S. P., Kaya, H. K., Koppenhofer, A. M. and Keskin, N., 2001. Developmental temperature effects on five geografic isolates of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae). **Journal of Invertebrate Pathology** 77: 243-250.
- Hazır, S., Kaya, H. K., Stock, S. P., Keskin, N., 2003. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. **Turkish Journal of Biology** 27: 181-202.
- Jaffee, B. A., Muldoon, A. E. and Tedford, E. C., 1992. Trap production by nematophagous fungi growing from parasitized nematodes. **Phytopathology** 82: 615-620.
- Jess, S., Schweizer, H. and Kilpatrick, M., 2005. Mushroom Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 191-214.
- Karagoz, M., Gulcu, B., Cakmak, I., Kaya, H.K., Hazır, S., 2007. Predation of entomopathogenic nematodes by *Sancassania* sp. (Acari: Acaridae). **Experimental and Applied Acarology** 43: 85-95.
- Kaya, H. K., 1990. Soil ecology. In: Entomopathogenic Nematodes in Biological Control (R. Gaugler and H. K. Kaya, eds.), CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 93–115.
- Kaya, H. K., 1993. Nematodes, nematomorphs, and platyhelminthes. In: Insect Pathology (Kaya, H. K. ed.), pp. 459-483.
- Kaya, H. K. and Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. **Annual Review of Entomology** 38: 181–206.
- Kaya, H. K., and Koppenhöfer, A. M., 1996. Effects of microbial and other antagonistic organism and competition on entomopathogenic nematodes. **Biocontrol Science and Technology** 6: 333–345.
- Kaya, H. K. and Stock, S. P., 1997. Techniques in insect nematology. In: Manual of Techniques in Insect Pathology (Lacey L. ed.). Academic Press, San Diego, CA. pp. 281-324.
- Kaya, H. K., Koppenhöfer A. M. and Johnson, M., 1998. Natural enemies of entomopathogenic nematodes. **Japanese Journal of Nematology** 28: 13-21.
- Kaya, H. K., 2002. Natural Enemies and Other Antogonists. In: Entomopathogenic Nematology. (Gaugler, R. ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK. pp. 189-205.

- Koppenhöfer, A. M., Kaya, H. K. and Taormino, S., 1995. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) at different soil depths and moistures. **Journal of Invertebrate Pathology** 65: 193–199.
- Koppenhöfer, A. M., 2000. Nematodes. In: Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology (L. A. Lacey and H. K. Kaya, eds) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer. pp. 283-301.
- Koppenhöfer, A. M., 2007. Nematodes. In: Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology (Lacey, L. A. and Kaya, H. K., eds). Springer, Germany. pp 249-264.
- Lee, Q. and Widden, P., 1996. *Folsomia candida*, a “fungivorous” collembolan, feeds preferentially on nematodes rather than soil fungi. **Soil Biology and Biochemistry** 28: 689-690.
- Lee, M-M., Sicard, M., Skeie, M., Stock, S. P., 2009. *Steinernema boemarei* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from southern France. **Systematic Parasitology** 72: 127–141.
- Liu, J., Berry, R. E., and Moldenke, A. F., 1997. Phylogenetic relationships of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) inferred from partial 18S rRNA gene sequences. **Journal of Invertebrate Pathology** 69: 246-252.
- Marti, O. G. Jr and Timper, P., 1999. Phoretic relationship between *Bacillus* sp. And the entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis*. **Journal of Nematology** 31: 553.
- Mauleon, H., Briand, S., Laumond, C., and Bonifassi, E., 1993. Utilisation d’enzyme digestives pour l’étude du parasitisme des Steinernematidae et Heterorhabditidae envers les larves d’insectes. **Fundamental and Applied Nematology** 16: 185–186.
- Mohamed, M. A. and Coppel, H. C., 1983. Mass Rearing of the Greater Wax Moth , *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera: Pyralidae) for Small-Scale Laboratory Studies, **The Great Lakes Entomologist** 16: 139-142.
- Mráček, Z., Nguyen, K. B., Tailliez, P., Boemare, N., and Chen, S. 2006. *Steinernema sichuanense* n. sp. (Rhabditida, Steinernematidae), a new species of entomopathogenic nematode from the province of Sichuan, east Tibetan Mts., China. **Journal of Invertebrate Pathology** 93: 157–169.

- Oliveira, A. R., de Moraes, G. J., Ferraz, L. C. C. B., 2007. Consumption rate of phytonematodes by *Pergalumna* sp. (Acari: Oribatida: Galumnidae) under laboratory conditions determined by a new method. **Experimental and Applied Acarology** 41: 183-189.
- Poinar Jr., G. O., 1979. Nematodes for biological control of insects. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Poinar Jr., G. O. and Hess, R., 1988. Protozoan diseases. In: Diseases of Nematodes (Poinar Jr, G. O. And Jansson, H.-B. Eds), Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 103-131.
- Poinar Jr., G. O., Hess, R., Lanier, W., Kinney, S. and White, J., 1989. Preliminary observations of a bacteriophage infecting *Xenorhabdus luminescens* (Enterobacteriaceae). **Experientia** 45: 191-192.
- Poinar Jr., G. O., 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In: Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. (Gaugler, R., Kaya, H.K. Eds.), CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 23–62.
- Poinar Jr., G. O., 1993. Origins and phylogenetic relationships of the entomophilic rhabditids, *Heterorhabditis* and *Steinernema*. **Fundamental and Applied Nematology** 16: 333-338.
- Sell, P., 1988. *Caloglyphus* sp. (Acarina: Acaridae) an effective nematophagous mite on root knot nematode (*Meloidogyne* spp.). **Nematologica** 34: 246-248.
- Shapiro-Ilan, D. I. and Lewis, E. E., 1999. Infectivity of entomopathogenic nematodes from cadavers vs. aqueous applications. **Environmental Entomology** 28: 907-911.
- Shapiro-Ilan, D. I., Duncan, L. W., Lacey, L. A. And Han, R., 2005. Orchard Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 215-230.
- Small, R. W., 1998. Invertebrate predators. In: Diseases of Nematodes. Vol.2. (Poinar, G.O. Jr and Jansson, H.-B. Eds.), CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.73-92.
- Smits, P. 1996. Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. **Biocontrol Science and Technology** 6: 379-387.
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J., 1995. Replicated Goodness-Of-Fit Tests (G Statistics). In: Biometry., 3rd ed. Freeman, New York, pp. 716–722.

SPSS, 2004. SPSS v.13.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA

Stock, S. P., Griffin, C. T., and Chaerani, R., 2004. Morphological and molecular characterisation of *Steinernema hermaphroditum* n. sp. (Nematoda: Steinernematidae), an entomopathogenic nematode from Indonesia, and its phylogenetic relationships with other members of the genus. **Nematology** 6: 401-412.

Stock, S. P., Rivera-Orduño, B., and Flores-Lara, Y., 2009. *Heterorhabditis sonorensis* n. sp. (Nematoda: Heterorhabditidae), a natural pathogen of the seasonal cicada *Diceroprocta ornea* (Walker) (Homoptera: Cicadidae) in the Sonoran desert. **Journal of Invertebrate Pathology**. 100: 175–184.

Thomas G. M., Poinar Jr. G. O., 1979. *Xenorhabdus* gen. nov., a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. **International Journal of Systematic Bacteriology** 29: 352–60.

Tomalak, M., Piggott, S. and Jagdale, G. B., 2005. Glasshouse Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 147-166.

Torr, P., Wilson, M. J. and Haritage, S., 2005. Forest Applications In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 281-294.

Uribe-Lorio, L., Mora, M., and Stock, S. P., 2007. *Steinernema costaricense* n. sp. and *S. puntauvene* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), two new entomopathogenic nematodes from Costa Rica. **Systematic Parasitology** 68: 167–182.

Van Tol, R. W. H. M. and Raupp, M. J., 2005. Nursery and Tree Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Grewal P. S., Ehlers R-U., Shapiro-Ian D. I. eds.). CABI International. Wallingford, UK. pp 167-190.

Veremtchuk, G. V. and Issi, I. V., 1970. On the development of the microsporidian of insects in the entomopathogenic nematodes *Neoplectana agriotis* Veremtchuk (Nematodes: Steinernematidae). **Parazitologiya** 4: 3-7.

Walter, D. E., Hunt, H. W., Elliott, E. T., 1987. The influence of prey type on the development and reproduction of some predatory soil mites. **Pedobiologia** 30: 419-424.

White, G.T., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. **Science** 66: 302–303.

- Womersley, C. Z., 1993. Factors affecting physiological fitness and modes of survival employed by dauer juveniles and their relationship to pathogenicity. In: *Nematodes and the Biological Control of Insect Pests*. (R. Bedding, R. Akhurst, and H. Kaya, eds) East Melbourne, Australia: CSIRO Publications. pp. 79-88.
- Wright, D. J., Piggott, S and Patel, M.N. 1998. Physiological aspects of survival by entomopathogenic nematodes. *Proceedings of the VIIth International Colloquium in Invertebrate Pathology and Microbial Control*, Sapporo, Japan. pp. 20-23.
- Zhang, C., Liu, J., Xu M., Sun, J., Yang, S., An, X., Gao, G., Lin M., Lai R., He, Z., Wub Y., Zhang K., 2008. *Heterorhabditoides chongmingensis* gen. nov., sp. nov. (Rhabditida: Rhabditidae), a novel member of the entomopathogenic nematodes. **Journal of Invertebrate Pathology** 98: 153–168.
- Zhou, X. S., Kaya, H. K., Heungens, K., Goodrich-Blair, H., 2002. Response of ants to a deterrent factor(s) produced by the symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes. **Applied and Environmental Microbiology** 68: 6202–6209.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Derya AŞICI
Doğum Yeri ve Tarihi : Torbalı/İZMİR, 31.05.1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat
Fakültesi Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat
Fakültesi Biyoloji Bölümü
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar

-Poster sunumları

1) **Derya Aşıcı**. A New Technique for the Isolation of the Mutualistic Bacteria *Photorhabdus* spp. Associated with Entomopathogenic Nematodes in the Genus *Heterorhabditis*. 2. Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu. 24-27 Eylül, **2009**. Sarıgerme, **MUĞLA**.

2) Barış Gülcü, Mehmet Karagöz, **Derya Aşıcı** and Selçuk Hazır. "Biological Control Potential of Three Different Entomopathogenic Nematode Species Against Chestnut Fruit Pests, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae). 2. Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu. 24-27 Eylül, **2009**. Sarıgerme, **MUĞLA**.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

İLETİŞİM

E-posta Adresi : deryaasici@yahoo.com
Tarih : 11.08.2010