T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) mücadelesinde entomopatojen nematodların bazı insektisit ve bitkisel yağlarla birlikte kullanılma olanakları

Hazırlayan
Nuray MAMUK

Danışman
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2021
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) mücadelesinde entomopatojen nematodların bazı insektisit ve bitkisel yağlarla birlikte kullanılma olanakları

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Nuray MAMUK

Danışman
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2020-10167 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Ağustos 2021
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Nuray MAMUK

İmza

"Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) mücadelesinde entomopatojen nematodların bazı insektisit ve bitkisel yağlarla birlikte kullanılma olanakları**"** adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Nuray MAMUK	Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL
İmza	

Bitki Koruma ABD Başkanı

Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerini bizimle paylaşan, tez çalışmamı seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup, çalışmam süresince tüm olanakları sağlayıp yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım; Zir. Müh. Tülay BOZKURT'a, Zir. Müh. Betül YAYLACI'ya , Zir. Müh. Nuray Nurgül TATAR'a, Zir. Müh. Khalid ABDALSLAM'a ve maddi manevi her türlü desteği sağlayıp herzaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Nuray MAMUK

Ağustos 2021, KAYSERİ

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) mücadelesinde entomopatojen nematodların bazı insektisit ve bitkisel yağlarla birlikte kullanılma olanakları

Nuray MAMUK

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2021
Danışman: Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

ÖZET

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) mücadele edilmediği takdirde yüksek oranda ürün kayıplarına neden olan turunçgil ana zararlısıdır. Vücudunun koruyucu mum salgısıyla kaplı olmasının yanısıra, karanlık ve saklı yerlerde beslenmeleri, kimyasal mücadelesini güçleştirmektedir. Bu nedenle birçok doğal düşman uygulaması kimyasallara alternatif olarak uygulanmaktadır. Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait entomopatojen nematodlar, böcekler üzerinde patojen etkiye sahip ve ekonomik açıdan önemli birçok böcek için biyolojik kontrol ajanıdır. Yapılan bu çalışmada, labaratuvar koşullarında, mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının dört entomopatojen nematod (EPN) türünün canlılığı üzerine etkisi ve EPN'ların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı araştırılmıştır. Çalışma sonunda tüm canlılık testlerinde oranlar, %92,8 ile %98 arasında farklılık göstermiştir. Yapılan kombinasyon uygulamalarınının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranlarına bakıldığında ise, en yüksek ölüm oranlarının sırasıyla; mineral yağ ile *H. indica* (%98,7), *H. bacteriophora* (%98,7), *S. carpocapsae* (%92,5) kombinasyonları, azadiraktin ile *H. bacteriophora* (%87,5), *H. indica* (%82,5) kombinasyon uygulamalarında gerçekleşmiştir. Kekik yağı hariç tüm kombinasyon uygulamalarının EPN etkinliğini artırıcı yönde katkı sağladığı görülmüştür. Kekik yağının, sadece *H. indica*'nın etkinliğine katkı sağlayıp, *H. bacteriophora* üzerinde negatif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Steinernematidae türlerinde önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Entomopatojen nematod, Mineral yağ, Sulfoxaflor, Azadiraktin, Kekik Yağı, Unlubit

Possibilities of using entomopathogenic nematodes with some insecticides and vegetable oils in the control of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Nuray MAMUK
Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, August 2021
Supervisor: Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

ABSTRACT

Citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) is a main citrus pest which causes high yield losses in case of not controlled. Besides the fact that its body is covered with protective wax secretion, feeding in dark and hidden places makes its chemical control difficult. Many natural enemy applications can be applied as an alternative to chemicals. Entomopathogenic nematodes belonging to the families Steinernematidae and Heterorhabditidae have a pathogenic effect on insects and are a biological control agent for many economically important insects. In this study, the effect of mineral oil, sulfoxaflor, azadiractin and thyme oil on the viability of four EPN species and its contribution to the biological effectiveness of EPNs on *Planococcus citri* were investigated under laboratory conditions. The results of the study show that the rates in all viability tests varied between 92,8% and 98%. Considering the mortality rates caused by the combination applications to *P. citri*, the highest mortality rates were in the combination applications of *H. indica* (98,7%), *H. bacteriophora* (98,7%), *S. carpocapsae* (92,5%) with mineral oil and *H. bacteriophora* (87,5%), *H. indica* (82,5%), with azadiractin, respectively. It has been shown to contribute to increasing EPN effectiveness in all combination applications except thyme oil. Thyme oil has been found to have a negative effect on *H. bacteriophora*, only contributing to increasing the effectiveness of *H. indica*. No significant effect has been found on Steinernematidae species.

Keywords: Entomopathogen nematodes, Mineral oil, Sulfoxaflor, Azadiractin, Thyme oil, Mealybug

İÇİNDEKİLER

TURUNÇGİL UNLUBİTİ, *Planococcus Citri* (HEMİPTERA: PSEUDOCOCCİDAE) MÜCADELESİNDE ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN BAZI İNSEKTİSİT VE BİTKİSEL YAĞLARLA BİRLİKTE KULLANILMA OLANAKLARI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii

YÖNERGEYE UYGUNLUK iii

KABUL VE ONAY iv

TEŞEKKÜR v

ÖZET vi

ABSTRACT vii

İÇİNDEKİLER viii

KISALTMALAR xi

TABLOLAR LİSTESİ xii

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Turunçgil unlubiti *Planococcus citri* 6

1.1.1. Tanımı 6

1.1.2.Yaşam Döngüsü 7

1.1.3.Zararı 8

1.1.4. Dağılımı 8

1.1.5. Konukçu dizilimi 9

1.1.6. Mücadele Yöntemleri 9

1.1.6.1 Kültürel önlemler 9

1.1.6.2. Kimyasal Mücadele 9

1.1.6.3. Biyolojik Mücadele 10

1.2.Entomopatojen Nematodlar 11

1.2.1.Yaşam Döngüsü 11

1.2.2.Güvenirliği ve Hedefdışı Organizmalar üzerine etkisi 12

1.2.3.Avantajları 12

1.2.4.Uygulama Parametreleri 13

1.2.5.Tarım İlaçlarıyla ile Uyumluluğu 14

1.3. İnsektisitler ve Bitkisel Yağlar 15

1.3.1.Mineral Yağ 15

1.3.2.Sulfoxaflor 15

1.3.3.Azadiraktin 16

1.3.4. Kekik yağı 17

1.4. Daha önce yapılmış çalışmalar 18

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. *Planococcus citri'* nin kitle üretimi 32

2.2. *Galleria mellonella* üretimi 33

2.3. Entomopatojen nematodların üretimi 33

2.4. Denemelerde kullanılan pestisitler ve bitkisel yağlar 35

2.5. Canlılık Testleri 36

2.6. Mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 36

2.6. Veri analizi 37

3. BÖLÜM

BULGULAR38

3.1 Canlılık testleri 38

3.2 Mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 43

3.2.1 Katkı maddelerinin, *H. indica*'nın *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 45

3.2.2 Katkı maddelerinin, *H. bacteriophora*'nın *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 46

3.2.3 Katkı maddelerinin, *S. carpocapsae*'nin *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 47

3.2.4 Katkı maddelerinin, S. *bicornotum*'un *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 47

3.2.5 Mineral yağın, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 50

3.2.6 Sulfoxaflorun, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 51

3.2.7 Azadiraktinin, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 53

3.2.8 Kekik yağının, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı 53

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER 57

KAYNAKÇA 63

ÖZGEÇMİŞ 79

KISALTMALAR

FAOSTAT	: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
IJ	: İnfektif Juvenil
EPN	: Entomopatojen Nematod
IPM	: Integrated Pest Management
UV	: Ultraviyole
°C	: Santigrat
IRM	: Insect Resistance Management
IRAC	: Insect Resistance Action Committee
Ppm	: Milyonda Bir Birim
g	: Gram
l	: Litre
LC	: Ölümcül Konsantrasyon
SC	: Süspansiyon Konsantre
ml	: Mililitre
ha	: Hektar
WDG	: Suda Dağılabilen Granüller
Kg	: Kilogram
EC	: Emülsiyon Konsantre
IOBC	: International Organization for Biological Control
LD	: Ölümcül Doz
cm	: Santimetre
J3	: 3. Juvenil evre
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
µl	: Mikrolitre

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Denemelerde kullanılan entomopatojen nematod izolatları 35
Tablo 2 İnsektisit ve bitkisel yağların etken maddesi, tavsiye edilen dozu, formülasyonu ve firma bilgisi 35
Tablo 3 EPN türlerinin katkı maddelerine maruz kaldıktan sonra zaman içinde ortalama canlılık oranı(% ± SH)..... 39
Tablo 4 Ana faktörler ve interaksiyonlarının *Planoccus citri* üzerinde zamana bağlı olarak meydana getirdiği ölüm oranlarının çok yönlü varyans analizi (MANOVA) parametreleri..... 43
Tablo 5 EPN türleri ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *Planococcus citri* üzerinde 24, 48 ve 72 saatte meydana getirdiği ölüm oranları (% ± SH) 44
Tablo 6 Katkı maddelerinin, EPN türleri ile kombinasyonuyla *Planococcus citri* üzerinde 24, 48 ve 72 saatte meydana gelen ölüm oranları(% ± SH)..... 49
Tablo 7 Mineral yağ ve Sulfoxaflor'un *Planococcus citri* üzerindeki uzun süreli etkisi..... 50

ŞEKİLLER LİSTESİ

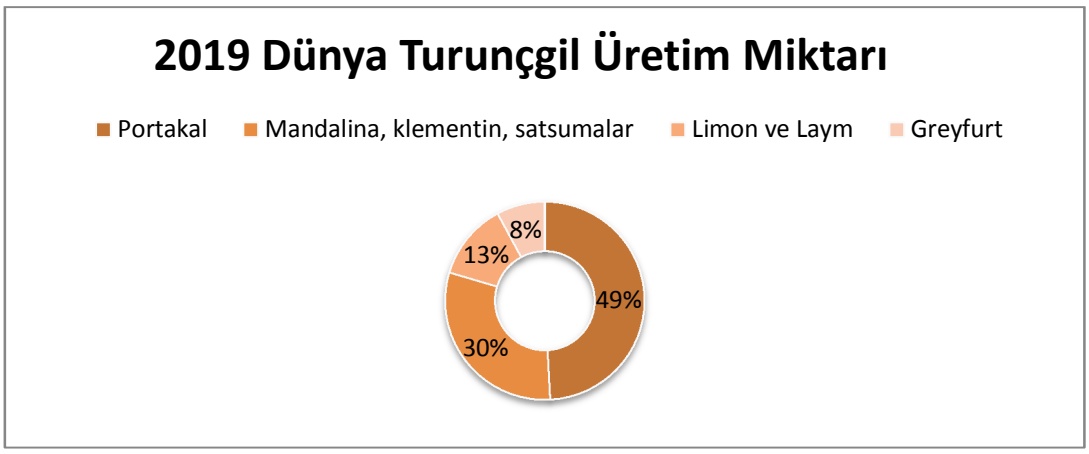
Şekil 1 2019 yılında, başlıca turunçgil çeşitlerinin Dünya'da üretim miktarları 1
Şekil 2 2019 yılında, başlıca turunçgil çeşitlerinin Türkiye'de üretim miktarları 2
Şekil 3 *Planococcus citri*'nin patates ve kabak üzerinde üretimi 32
Şekil 4 *Galleria mellonella*'nın inkübatörde üretimi 33
Şekil 5 White tuzağına alınmış EPN enfekteli *Galleria mellonella* larvaları 34
Şekil 6 Canlılık testi solüsyonlarının hazırlanması ve Well Plate'e aktarımı 36
Şekil 7 Uygulamaların yapılması ve iklim kabinine yerleştirilmesi 37
Şekil 8 Katkı maddelerine maruz kalan *Heterorhabditis indica* canlılık oranı (%) 40
Şekil 9 Katkı maddelerine maruz kalan *Heterorhabditis bacteriophora* canlılık oranı (%) 40
Şekil 10 Katkı maddelerine maruz kalan *Steinernema carpocapsae* canlılık oranı (%) 41
Şekil 11 Katkı maddelerine maruz kalan *Steinernema bicornotum* canlılık oranı (%) .. 41
Şekil 12 Katkı maddelerine maruz kalan tüm EPN türlerindeki canlılık oranı (%) 42
Şekil 13 Katkı maddelerine maruz kalan EPN türlerindeki canlılık oranı (%) 42
Şekil 14 *H. indica* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 45
Şekil 15 *Heterorhabditis bacteriophora* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 46
Şekil 16 *Steinernema carpocapsae* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 47
Şekil 17 *Steinernema bicornotum* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 48
Şekil 18 Mineral yağ ve sulfoxaflorun 3, 7 ve 14 günde, *Planococcus citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%). 50
Şekil 19 Mineral yağ ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 51
Şekil 20 Sulfoxaflor ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 52
Şekil 21 Azadiraktin ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) 53

Şekil 22 Kekik yağı ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%)..... 54
Şekil 23 Tüm katkı maddeleri ve EPN kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%)..... 55
Şekil 24 Tüm katkı maddeleri ve EPN kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%)..... 55
Şekil 25 Kombinasyon uygulamaları sonucunda ölen *Planococcus citri* erginleri ve bireylerin içinde çoğalan entomopatojen nematodlar..... 56

GİRİŞ

Subtropik iklime sahip olan bölgelerde yetişen turunçgillerin, hemen hemen tüm ülkelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Anavatanı Çin, Hindistan ve Güneydoğu Asya'dır. Yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik olarak önemi olan portakal, mandalina, greyfurt ve limonun yanısıra, ağaç kavunu, bergamot ve şadok da turunçgil çeşitleri arasındadır. Turunçgiller, C vitamini içermesi nedeniyle insan sağlığına önemli etkisi bulunmaktadır. Taze tüketimin yanısıra, meyve suyu, reçel ve marmelat yapımında kullanılmakta ve kozmetik sektöründe ham madde olarak da kullanılabilmektedir (Akgün, 2006).

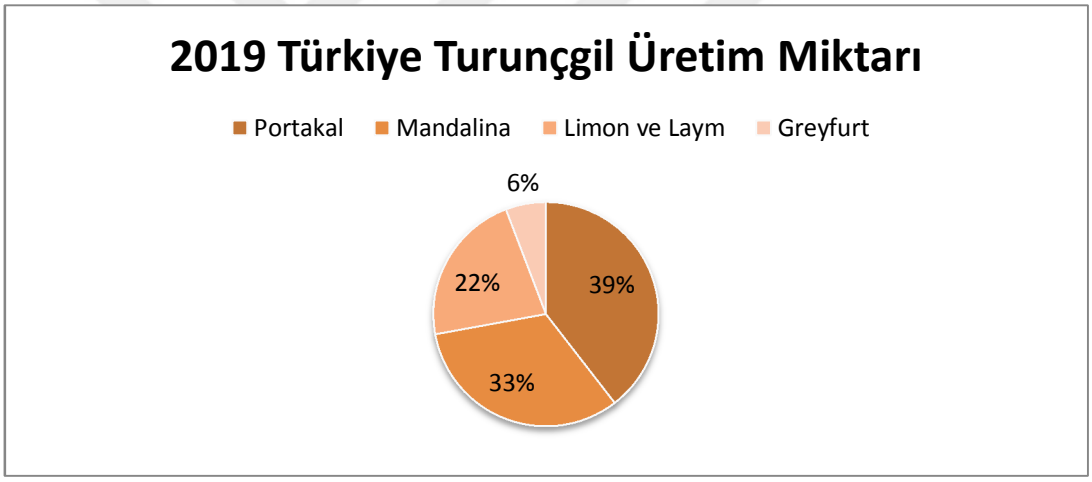
Dünya'da turunçgil üretimi sürekli artış göstermekte olup son verilere göre toplam üretim miktarı 181.674.386 tona ulaşmıştır**.** Toplam turunçgil üretiminin 89.282.961 ton ile %49'unu portakal, 55.327.123 ton ile %30'unu mandalina, klementin, satsumalar, 22.761.720 ton ile %13'ünü limon ve laym, 14.302.582 ton ile %8'ini greyfurt oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 2. 2019 yılında, başlıca turunçgil çeşitlerinin Dünya'da üretim miktarları ("FAOSTAT", 2020)**.**

Ülkemiz, dünya turunçgil üretim alanının en kuzey sınırında yer almaktadır. Ilıman iklime ihtiyaç duyan turunçgiller, ülkemizde en fazla uygun koşullara sahip olan Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bununla birlikte, Marmara ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde de az miktarda üretimi yapılabilmektedir (Uysal and Polatöz, 2014). Türkiye'de turunçgil üretimi oldukça eski bir tarihe dayanmaktadır. Cumhuriyet sonrası hızla gelişmeye başlamış olup, 1930'dan sonra önemli artışlar göstermeye başlamıştır.

Ülkemiz turunçgil üretiminde türlerin üretim paylarına göre sıralaması dünya genelinde olduğu gibidir. Üretimin %39'unu portakal(1700000ton), %33'ünü mandalina (1400000ton), %22'sini limon(950000ton) ve %6'sını ise greyfurt (249185ton) oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 3. 2019 yılında, başlıca turunçgil çeşitlerinin Türkiye'de üretim miktarları ("FAOSTAT," 2020)

Ülkemizde turunçgil üretim alanlarında 100'e yakın zararlı tür mevcuttur. Yüksek oranda zararlı bulunmasının yanısıra bu zararlıları baskı altında tutan çok sayıda faydalı tür de bulunmaktadır. Bu nedenle, zararlı ile mücadele edilirken Entegre Mücadele Prensipleri göz önünde bulundurulmalı ve gerekli uygulamalar yapılmalıdır.

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) turunçgil alanlarındaki ana zararlılardan olup mücadele edilmediği takdirde ekonomik ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Kafa and Canıhoş, 2010).

Unlubitler, bitki özsuyunu ekstrakte eden delici emici ağız parçalarına sahip, küçük ve yumuşak vücutlu böceklerdir (Downie and Gullan, 2004). Vücutları karakteristik olarak mumsu unlu bir tabaka ile kaplıdır. Dişileri kanatsız, yumuşak, oval, belirgin segmentli

ve mumsu tabaka ile kaplanmıştır. Baş, thorax ve abdomen tamamen kaynaşmıştır (Daly et al., 1998). Erkek bireyler küçük ve ince bir vücuda, fonksiyonsuz ağız parçalarına, bir çift kanada, iki uzun anten ve anal flamente sahip kısa ömürlü böceklerdir (Smith et al., 1997).

Zararlı, turunçgil bitkilerinde direk ve dolaylı olmak üzere çeşitli istilalara neden olmaktadır (Hattingh and Tate, 1996). Bitkinin kök kısmı hariç tüm kısımlarında beslenebilmektedirler (Canhilal et al., 2001). Zararı; solgunluk, meyve ve çiçek dökümü, çürümüş meyve görünümü, deformasyonlar ve siyah küf şeklinde görülebilir (Blumberg et al., 1995). Bazı ırkları konukçu bitki üzerinde toksik etkiye sahip olabilir ve ağır istilalarda bodurluğa ya da konukçunun ölmesine neden olabilir (McKenzie, 1967).

Vücutlarının koruyucu mumsu tabakaya sahip olması ve kimyasalların ulaşmadığı korunmuş alanlarda gizlendikleri için kimyasal mücadeleleri zordur (Franco et al., 2004; McKenzie, 1967; Michelakis and Hamid, 1995). Unlubitler aynı zamanda insektisitlere karşı hızlı bir şekilde direnç oluşturma yeteneğine sahiptir (Blumberg and Van Driesche, 2001; Mahfoudhi and Dhouibi, 2009; McKenzie, 1967). Devamlı geniş spektrumlu pesitisit uygulamaları zararlı popülasyonunun patlak vermesinin sebebidir. Bu nedenle turunçgil unlubitine karşı biyolojik mücadele daha çok tercih edilmekte ve birçok doğal düşman uygulaması kimyasallara alternatif olarak uygulanmaktadırtedir.

Unlubit popülasyon seviyesi, insektisit uygulaması ya da diğer zararlı uygulamalarla kontrol altına alınamadığı durumlarda, genellikle hasattan önce doğal düşmanlarla iyi bir şekilde kontrol altında tutulabilmektedir (Hattingh, 1993; Hattingh and Moore, 2003; Hattingh and Tate, 1996). Ancak bu doğal düşmanlar, kıştan sonra yavaş bir şekilde çoğalır ve ilkbahar esnasında, meyvesiz bitkilerdeki beslenme zararını engellemek için yetersizdirler (Franco et al., 2004; Hattingh, 1993). Predatör *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) ve parazitoit *Leptomastix dactylopii* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) gibi yararlı böcekler 1972 den beri kitle üretimi yapılmakta ve biyolojik kontrol ajanı olarak çiftçilere satılmaktadır (Blumberg and Van Driesche, 2001).

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarından entomopatojen nematodlar böcekler üzerinde patojen etkiye sahip (Griffin et al., 2005) ve ekonomik açıdan önemli birçok böcek için biyolojik kontrol ajanıdır (Grewal et al., 2005). Entomopatojen

nematodlar, konukçu arama yeteneğine sahip olmasının yanısıra, memeliler ve çevre üzerinde zararlı etkisi olmayan, kaçınılmaz biyolojik kontrol ajanıdırlar (Gaugler and Boush, 1979).

Steinernematidler ve Heterorhabditidler olgunlaşmadan önce dört dönem geçirirler (Glazer and Lewis, 2000). Dauer ya da infektif juvenil (IJ) olarak bilinen 3. dönem EPN'lar serbest yaşayan tek dönemdir. Yaşam döngüsünde beslenmeyen dönemdir ve toprağın içinde doğal bir şekilde oluşur. Nematodlar konukçuya, doğal açıklıklardan (ağız, anüs ve doğal açıklıklar) ya da kutikulda ince tabakaları penetrasyon yoluyla direkt giriş yapar (Shapiro-Ilan, 2009). Konukçunun kutikülüne doğrudan penetrasyon, genellikle dorsal bir dişle donatılmış heterorhabditidlerde görülür (Peters, 1996). Konukçunun hemoseline simbiyotik bakterilerini salıp hızlı bir şekilde çoğalarak, 24-48 saat içerisinde septisemiye neden olup ölüm meydana gelir (Adams and Nguyen, 2002; Dowds and Peters, 2002). Steinernematidler ve heterorhabditidlerle ilişkili simbiyotik bakteriler sırasıyla Xenorhabdus ve Photorhabdus cinsine aittir (Jagdale et al., 2009). EPN konukçu dokusunda olduğu gibi, bakteri hücrelerinde beslenir. Bakteri geliştirerek parçalanır ve 4. ve ergin döneme girer. Konukçunun vücut boyutuna bağlı olarak, EPN' lar deri değiştirir ve 1. dönemden 3. döneme kadar jenerasyonu konukçu içinde tamamlar (Kaya and Gaugler, 1993). Bakteri aynı zamanda, böcek kadavralarının korunmasını sağlayan antibiyotik maddeler salıp fırsatçı organizmalara karşı korur (Kondo and Ishibashi, 1986). Gıda kaynağı tükendiğinde, konukçuyu yeni bir konukçu arayışına bırakan IJ'ler üretilir. Entegre mücadele programlarında entomopatojen nematodları başarılı bir şekilde kullanabilmek için diğer mücadele preparatlarıyla uyumluluklarını test etmek önemli bir faktördür. Zamandan ve işçilik maliyetlerinden tasarruf etmek için, genellikle bir veya daha fazla zirai kimyasal veya biyopestisitin karıştırılması arzu edilen bir yöntemdir. Nematodlar, diğer kimyasallardan kısa bir süre sonra veya tek bir zaralının daha iyi kontrolünü sağlamak için diğer kontrol ajanlarıyla aynı anda uygulanabilmektedir (Koppenhöfer and Grew, 2005).

Genel olarak nematodlar, sıradan agrokimyasal sprey ekipmanı kullanılarak yapraklara sulu bir süspansiyon halinde uygulanmaktadır (Grewal, 2002; Hussaini, 2002). Nematodlar canlı organizmalar olduğundan, uygulama için kullanılan su çok klorlanmamalı ve sıcaklık 4 - 30°C aralığında olmalıdır (Wright et al., 2005). Toprak üstü koşullar nematodun hayatta kalması için optimal olmadığından yaprak zararlılarını nematodların yardımıyla başarılı bir şekilde kontrol etmek son derece zordur (Mráček,

2002; Tomalak et al., 2005). Uygulama sonrası nematod canlı kalma oranlarını sağlamak için, kurumayı geciktirmek ve hareketliliği korumak için bir su filmi gerektirdiğinden, kurumayı geciktirmek için yüksek bağıl nem önemli bir faktördür (Wright et al., 2005). Yağmurlu dönemler ve tropikal koşullar, yeşil aksan üzerinde nematodun canlı kalma oranlarını artırır (Mráček, 2002). Rüzgâr ayrıca buharlaşmayı hızlandırdığından, rüzgârlı günlerde nematodların uygulanması tavsiye edilmemektedir (Unruh and Lacey, 2001). Kuruma geciktirmek için uygulama formülasyonları geliştirmek mümkündür (Glazer et al., 1992).

IJ EPN' lar herbisit, fungusit, akarisit ve insektisitler dahil tarımsal ilaçların çoğuna kısa süreli (2-6 saat) uygulamalara karşı dirençlidir (Krishnayyaand and Grewal, 2002). EPN' lar uyumlu diğer preparatlarla kombine edildiğinde daha iyi kontrol olanağı sağlamakla beraber iyi bir IPM programı sunabilmektedir. Uyumsuz kombinasyonlar, eşzamanlı uygulamalar yerine farklı zamanlarda uygulama gerektirmektedir. Bu nedenle, IPM sistemlerinde böyle uygulamaların dahil edilmesi için uygulamadan önce, ayrı ayrı değerlendirilmeler yapılmalıdır. EPN'lar direk güneş ışığı altında kurumaya ve düşük nem şartlarına karşı savunmasızdır. Nem tutan maddeler EPN'lara nem sağlar ve UV ışınlarına karşı korurlar. Böylelikle bu maddeler uygulandıklarında EPN'lara nem sağlayarak hayatta kalma süresini uzatır ve konukçu bulma kabiliyetinin devam etmesini sağlamaktadır (Dito et al., 2016) .

Bu çalışmada, turunçgil unlubitine karşı bazı insektisitlerin(sulfoxaflor, mineral yağlar, azadiraktin) ve kekik yağının entomopatojen nematodlardan *Steinernema carpocapsae*, *S. bicornotum, Heterorhabditis bacteriophora* ve *H. indica* ile birlikte kullanılabilme olanakları araştırılmıştır.

İnsektisitlerin ve bitkisel yağların EPN'ların canlılığı ve *P.citri*'ye karşı virülensliği üzerine etkisi belirlenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Turunçgil unlubiti *Planococcus citri*

Turunçgil unlubiti *Planococcus citri* yıllarca asma unlu biti *Planococcus ficus* ile karıştırılmıştır (Annecke and Moran, 1982; Cox, 1981). Bu iki böcek türü morfolojik olarak çok benzer olması ve eşzamanlı olarak çeşitli birçok ekosistemde görülebilmesi nedeniyle morfolojik tanımlanmaları soru işareti olmuştur (Demontis et al., 2007; Saccaggi et al., 2008).

1.1.1. Tanımı

Turunçgil unlubiti farklı çevresel koşullar altında çoğaltıldığında farklı morfolojik özelikler gösterebilmektedir (Cox, 1981). Unlubitler (Hemiptera:Pseudococcidae), delici emici ağız yapısına sahip, küçük, yumuşak vücutlu böceklerdir. Zararlı, ağız parçalarını bitki dokusuna sokup bitki özsuyunu emerek zarar yapmaktadır (Downie and Gullan, 2004). Unlubit adı geniş bir familya olan Pseudococcidae'yi tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu familyanın üyelerinin karakteristik olarak mumlu unsu bir tabaka ile kaplıdır (Hattingh, 1993; Scholtz and Holm, 1985). Bu familya 274 cins, 2200 türü kapsamaktadır (Millar, 2002).

Dişileri, baş, thorax ve abdomeni tamamen kaynaşmış, kanatsız, yumuşak, oval, belirgin segmentli ve vücudu mumsu ya da unsu tabakayla kaplıdır. Ergin erkekler küçük, narin, kısa ömürlü, fonksiyonsuz ağız parçaları, bir çift fonksiyonlu kanat ve iki uzun anten ve anal flamente sahiptir (Smith et al., 1997).

1.1.2.Yaşam Döngüsü

Unlubitler eşeysel olarak dimorfiktir ve bu nedenle erkek bireylerin yaşam döngüleri tamamen farklıdır. Crawler olarak bilinen ergin öncesi dönemler yüzeysel olarak ergin dişileri anımsatırlar ve sürekli büyüme gösterip deri değiştirmeyle erginleşirler (Smith et al., 1997). Eşeysel üreme esnasında ergin dişiler erkek bireylerin cezbetmek için özel feromonlar salgılamaktadır (Tauber et al., 1985). Ergin dişiler vücudunun dorsal uzunluğu boyunca, bıraktıkları 300-600 yumurta içerisine gizlenen, pamuksu yığın içinde gelişen ince mumsu iplikler üretmektedir (Annecke and Moran, 1982; Smith et al., 1997). Yumurta bırakma ve açılımı için gerekli periyot, sıcaklığa bağlıdır. Yaz aylarında, yumurtlama 6-14 gün ve yumurta açılımı 6-10 arasındadır (Ebeling, 1959). Gelişme esnasında dişi bireyler üç nimf dönemi geçirmekteyken erkek bireyler dört dönem geçirmektedir (Annecke and Moran, 1982). Birkaç evreden sonra, erkekler bireyler birkaç kez kokon ördükten sonra ergin hale gelmektedir (Gullan, 2000). Erkek bireyler narin, kısa ömürlü, yeniden üretim için yalnız yaşayan kanatlı böceklerdir ve beslenmelerini sağlayacak ağız parçaları yoktur (McKenzie, 1967).

Unlubit, turunçgil çeşitlerinde ağaç gölgesinde oluşmaktadır. Ilk olarak yapraklarda ve dallarda bulunmalarına rağmen bazı dişi bireyler yumurta bırakmak için konukçularının ana sürgünlerine ve gövdelerine göçmektedir (Martinez-Ferrer et al., 2006). 1. dönemlerin rüzgârda sürüklenmesiyle ya da karıncalar gibi hareket eden ajanların taşımasıyla diğer ağaçlara yayılırlar (Mukhopadhyay, 2004). Turunçgil unlubiti çatlak ve yarıklarda ya da ağaç gölgesi boyunca yaprak sapında kışlamaktadır (Hattingh, 1993; Smith et al., 1997). İlkbahar ve yaz başlangıcında meyve oluşumundan sonra 1. dönem nimfler, yeşil aksana ve küçük meyvelere doğru hareket edip koloniler oluşturmaktadır (Martinez-Ferrer et al., 2006). Zararlının greyfurt ve portakal çeşitleri üzerindeki popülasyon yoğunluğu meyve gelişim yoğunluğuna paralleldir ve en yüksek popülasyon yaz ortası ve sonları arasında oluşmaktadır (Franco et al., 2004). Araştırmacılar, *P. citri* popülasyon yoğunluğunun, küçük farklı iklim değişiklikleri ve konukçu bitkinin dişi bireylerin üremesi üzerindeki etkisine bağlı olarak bir bahçeden diğerine göre oldukça değişkenlik gösterdiğini gözlemlenmiştir. Nerdeyse yıl boyunca meyve üreten Eureka limonu gibi turunçgil çeşitleri, unlubitler için besin ve kışlamak için korunmuş alanlar sağlamaktadır. Sonuç olarak, zararlının böyle çeşitlerdeki popülasyon yoğunluğu, Clementine çeşitleri gibi yılı kısa bir periyodu meyve veren çeşitlere göre çok daha

yüksektir. Bu yüzden, unlubit bireylerinin hayatta kalımının bitki fenolojisinden büyük oranda etkilendiği görülmektedir (Van Niekerk, 2012).

1.1.3.Zararı

Unlubitler, bitkinin kök hariç (Canhilal et al., 2001), tüm kısımlarında beslenerek direk ve dolaylı yönden turunçgillere zarar vermektedir (Hattingh and Tate, 1996). Bitkide solgunluğa, meyve ve çiçek dökümüne, büyüme deformasyonlarına ve isli küfe neden olmaktadır (Blumberg et al., 1995). Zararlı, bol miktarda özsuyu salgılaması nedeniyle, isli küf için bir büyüme ortamı görevi görmektedir (Hattingh, 1993). İsli küf, ince dallar, yapraklar ve meyveler üzerinde koyu renkli, yüzeysel bir kaplama oluşturmakta (Smith ve diğerleri, 1997), ve bu da bitkinin fotosentetik potansiyelini azaltmakta ve fungus ile kaplı meyve, ihracat pazarı için arzu edilememesine neden olmaktadır (Hattingh et al., 1998).

Bazı *P. citri* ırklarının, konukçu bitkide toksik etkiye neden olduğu ve ağır istilalarda büyümenin durduğu ya da şiddetli durumlarda konukçu bitkinin ölümüne neden olduğu görülmüştür (McKenzie, 1967). Kerns ve ark. (2004), turunçgil unlubitinin, bitki özünü emerken bitkiye toksik salvia enjekte ettiğini ve yaprak dökülmesi, meyve renginin solması, meyve yarılması ve meyve dökülmesine neden olduğunu bildirmiştir. Şiddetli istilalarda % 80 yaprak dökülmesine ve % 100 meyve dökülmesine neden olabilmektedir. Zarar en çok yaz aylarında görülmektedir.

1.1.4. Dağılımı

Turunçgil unlubiti *Planococcus citri*, dünya çapında geniş bir yayılıma sahip olmakla beraber geniş bir konukçu dizilimine sahiptir. Dünyada sıcak bölgelerde seralarda büyük bir problem oluşturmaktadır. Tropik ve subtropik bölgelerde ise açık alanlarda zarar yapmaktadır. Yüksek oranda folifagus ve genel olarak familyanın en yıkıcı türlerindendir (Blumberg and Van Driesche, 2001; Cadee and Van Alphen, 1997). *Planococcus citri* Avrupa'nın sıcak bölgelerinde seralarda başlıca zararlılardandır (De Jong and Van Alphen, 1989). Uluslararası ticaretin bir sonucu olarak geniş yayılımı nedeniyle orjini şüpheli kalmaktadır (Franco et al., 2004).

1.1.5. Konukçu dizilimi

Çoğunlukla meyve ağaçlarında ve süs bitkilerinde kısmen de asma, palmiye, schefflera, croton, kalanchoë and gül gibi bitkilerde zararlıdır. Ayrıca hıyar, kavun ve patlıcanda da görülebilmektedir.

Yoğun popülasyonları bitki canlılığını azaltabilmekte, yaprak dökülmesine neden olabilmekte ve yapraklara toksik maddeler taşıyarak klorozu tetikleyebilmektedir. Hattingh ve Moore (2003)'a göre meyve hasarı, genellikle taç yaprağı düşmesi ile meyvenin yaklaşık olarak bir golf topu büyüklüğünde olduğu zaman arasında meydana gelmektedir. Hasat edilen ve nakledilen meyvelerde bu zararlının varlığı, karantina reddinin başlıca nedenidir (Walton et al., 2009).

Günay Afrika'da, mandalina, greyfurt ve navel portakal gibi erken olgunlaşan çeşitler, unlubit zararına geç olgunlaşan çeşitlere göre daha yatkındır (Smith et al., 1997). Erken olgunlaşan çeşitlerde yüksek oranda zararın sebebi, doğal düşmanların hasattan önce zararlıya baskı altına alma şansının daha düşük olmasıdır (Hattingh et al., 1998; Hattingh and Moore, 2003).

Kaliks beslenmesi, meyvede görülebilir darbeler ve çukurlaşma şeklinde meyve deformasyonlarına neden olmaktadır (Hattingh, 1993). Greyfurt, beslenme zararına karşı hassas ve büyüme deformasyonlarına yatkındır (Hattingh et al., 1998).

1.1.6. Mücadele Yöntemleri

1.1.6.1 Kültürel önlemler

Kültürel önlem metodları unlubit istilalarını engelleyememektedir (Hattingh and Moore, 2003). Ancak budama, insektisitlerle mücadelede etkinliği artırmaya yardımcı olabilmektedir. Ağaçtan, ölü ya da fazla dal ve sürgünleri kaldırmak, ilaçlama uygulamalarında penetrasyonu artırmakta (Hattingh and Moore, 2003) ve unlubitler doğal düşmanlara daha çok maruz kalmaktadır (Franco et al., 2004).

1.1.6.2. Kimyasal Mücadele

Kimyasal mücadele yöntemi, sadece zararı hafifleten bir yöntem olmasına rağmen, unlu bitlerde en sık kullanılan yöntemdir (Franco et al., 2004). Unlubitlerin, kimyasallların

ulaşamayacağı korunmuş alanlara gizlenmesi ve vücudunun mumsu tabakayla kaplı olması nedeniyle kimyasal mücadelesi oldukça zordur (Franco et al., 2004; McKenzie, 1967; Michelakis and Hamid, 1995). Bunun yanısıra, insektisitlere karşı hızlı bir şekilde direnç oluşturma yeteneğine sahiptirler (Blumberg and Van Driesche, 2001; Mahfoudhi and Dhouibi, 2009; McKenzie, 1967). Organofosfatlar gibi devamlı geniş spektrumlu pestisit uygulamaları, unlubit salgınlarının kısmen sorumlusudur (Michelakis and Hamid, 1995). Hattingh ve Moore, (2003)'a göre ilkbaharda 1.dönem nimfler ortaya çıktığında insektisit uygulaması için en etkili zamandır.

1.1.6.3. Biyolojik Mücadele

Unlubit popülasyon seviyesi, insektisit uygulaması ya da diğer zararlı uygulamalarla kontrol altına alınamadığı durumlarda, genellikle hasattan önce doğal düşmanlarla iyi bir şekilde kontrol altında tutulabilmektedir (Hattingh, 1993; Hattingh and Moore, 2003; Hattingh and Tate, 1996). Ancak bu doğal düşmanlar, kıştan sonra yavaş bir şekilde çoğalır ve ilkbahar esnasında, meyvesiz bitkilerdeki beslenme zararını engellemek için yetersizdirler (Franco et al., 2004; Hattingh, 1993). Predatör *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), ve parazitoit *Leptomastix dactylopii* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) gibi yararlı böcekler 1972 den beri kitle üretimi yapılmakta ve biyolojik kontrol ajanı olarak çiftçilere satılmaktadır (Blumberg and Van Driesche, 2001).

Biyolojik mücadele uygulamalarında zararlıya karşı birden fazla doğal düşman kullanımının tek türe göre daha etkili olabileceği bildirilmiştir (Huffaker C.B., 1986). Fakat yapılan çalışmalarda buna karşı olan bazı örnekler de bulunmaktadır (Muştu et al., 2008). *C. montrouzieri* ve *A. pseudococci* arasındaki birlik içi avcılık etkileşimi incelenmiş ve elde edilen verilere göre, bu iki doğal düşmanın biyolojik mücadele uygulamalarında birlikte kullanımının uygulamayı olumsuz yönde etkileyebileceği ve birlikte salım sonucunda parazitlenmiş bireylerin avcı tür tarafından tüketilme riski olduğu için, bu uygulamanın ekonomik olmayabileceği belirtilmiş ve farklı zaman dilimlerinde uygulamaların yapılması önerilmiştir (Muştu and Kılınçer, 2007).

1.2.Entomopatojen Nematodlar

Zararlı böcekler geleneksel olarak kimyasal pestisit uygulamalarıyla kontrol edilmektedir. Bu pestisitler özellikle zemin suyuna bulaşarak, besin zincirini kirleterek insan ve hayvan sağlığı üzerinde tehdit oluşturmaktadır (Hussaini, 2002). Bunun yanısıra böceklerin insektisitlere karşı direnç geliştirmesi, alternatif kontrol metodları araştırmaya zorlamaktadır (Ehlers, 1996). Doğal düşman uygulamaları, kimyasal mücadeleye alternatif en çok uygulanabilir yöntemdir (Hussaini, 2002). Entomopatojen nematodlar (EPN), Rhabditida takımının Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait, böceklerin ölümcül patojenleridir (Griffin et al., 2005). Ekonomik yönden önemli birçok zararlı böceğin biyolojik kontrol ajanlarıdır (Grewal et al., 2005). EPN' lar geniş bir konukçu dizilimine sahip olması ve memeliler ile çevre üzerinde herhangi negatif etkisi görülmemesi nedeniyle seçkin bir biyolojik kontrol ajanıdırlar (Gaugler and Boush, 1979).

1.2.1.Yaşam Döngüsü

Steinernematidler ve Heterorhabditidler olgunlaşmadan önce ergin öncesi 4 dönem geçirirler (Glazer and Lewis, 2000). Dauer ya da infektif juvenil (IJ) olarak bilinen 3. dönem EPN'lar serbest yaşayan ve yaşam döngüsünde beslenmeyen tek dönemdir. Toprakta doğal bir şekilde meydana gelir. Nematod konukçuya, doğal açıklıklardan (ağız, anüs, solunum delikleri) ya da ince kütiküla tabakalarından direkt penetrasyonla girerek yerleşir (Shapiro-Ilan, 2009). Çoğunlukla heterorhabditidlerde oluşan direkt penetrasyon, dorsal bir diş ile donatılır (Peters, 1996). Nematod, konukçunun hemoceline girip, taşıdığı simbiyotik bakteriyi hücre içine saldıktan sonra 24-48 saat içerisinde septisemiye neden olarak konukçusunu öldürür (Adams and Nguyen, 2002; Dowds and Peters, 2002). Steinernematidler ve Heterorhabdititlerin taşıdığı simbiyotik bakteriler sırasıyla Xenorhabdus ve Photorhabdus cinslerine aittir (Jagdale et al., 2009). Nematod, konukçu dokusunda beslendiği gibi bakteri hücrelerinde beslenir ve 4. larva dönemi ile ergin dönemini geçirir. Konukçunun boyutuna bağlı olarak, nematod deri değiştirir. 1. jenerasyondan 3. jenerasyona kadar gelişimini konukçu içerisinde tamamlar (Kaya and Gaugler, 1993). Bakteri, aynı zamanda antibiyotik bileşikler salarak böcek kadavrasını fırsatçı organizmalara karşı korur (Kondo and Ishibashi, 1986). Gıda kaynağı tükendiğinde, IJ'ler yeni konukçu arayışına girmek için konukçusunu terkeder. IJ'ler anhidrobiyotik duruma girerek toprakta birkaç ay

yaşayabilmektedir (Adams and Nguyen, 2002). Steinernematidler ve heterorhabditidlerin farklı çoğalma tipleri vardır. Heterorhabditidlerin ilk jenerasyonu kendi üreyen hermafroditken sonraki jenerasyonlar erkek ve dişilerden oluşan çapraz üreme şeklindedir (Dix et al., 1992). Steinernematidlerde, dişi ve erkek bireylerden oluşan çapraz üreme her jenerasyonda görülmektedir (Griffin et al., 2005).

1.2.2.Güvenirliği ve Hedefdışı Organizmalar üzerine etkisi

EPN'ların ve simbiyotik bakterilerinin, insanlar ya da diğer omurgalılar üzerinde herhangi bir akut ya da kronik etkisi ve hedef dışı omurgasız populasyonun üzerinde herhangi önemli uzun süreli etkisi saptanmamıştır (Ehlers, 2005).

Entomopatojen nematodlar öncelikli olarak toprakta yaşayan zararlıları kontrol etmede amaçlanmasına rağmen, bazı yeşil aksan zararlılarını kontrol altına aldığı kanıtlanmıştır (Arthurs et al., 2004), fakat yararlı organizmalar üzerinde negatif etkiye sahip olma ihtimalleri nedeniyle geniş bir konukçu dizilimine sahip olmaları endişe kaynağıdır (Hazır et al., 2003). Rojht et al. (2009), biyo-denemeler kullanarak iki benekli uğur böceği *Adalia bipunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) larvası ve *Chrysoperla carnea*(Stephens) (Neuroptera:Chrsopidae) larvası üzerinde, *Steinernema feltiae, S. carpocapsae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın hedef dışı organizmalar üzerindeki etkilerini çalışmıştır. Bulgular sonucunda, entomopatojen nematodların her iki predatörün larvaları üzerinde belirgin bir hedef dışı etki sergilediği sonucunda varmış ve bulguları doğrulamak için bir saha çalışması tamamlanmasını önermişlerdir. Entomopatojen nematodlar, sahada, labaratuvar koşullarında göre çok daha dar bir konukçu dizilimini enfekte etmektedir (Kaya and Gaugler, 1993).

1.2.3.Avantajları

Entomopatojen nematodlar, birçok önemli zararlıya karşı olağanüstü derecede öldürücü ve bununla birlikte hedef olmayan organizmalar için de güvenlidir (Georgis et al., 1991). Kimyasallardan ve hatta *Bacillus thuringiensis*'ten farklı olarak nematod uygulamaları, maske veya başka güvenlik ekipmanı gerektirmemektedir. Bununla birlikte kalıntı, yeraltı suyu kirliliği, kimyasal ihlal gibi sorunlara neden olmamaktadır. Çoğu biyolojik ajanların zararlıyı öldürmesi günler veya haftalar gerektirmektedir, ancak EPN'lar simbiyotik bakterileriyle çalışarak böcekleri 24-48 saat içinde

öldürebilmektedir. EPN'lar birçok farklı zararlıya karşı patojenitesi yüksek ve bununla birlikte yararlı böceklere veya hedefdışı diğer organizmalara karşı saha çalışmalarında hiçbir yan etki göstermemiştir (Akhurst and Smith, 2002; Georgis et al., 1991). Seri üretime uygun olmasıyla birlikte, çeşitli püskürtücüler (ör. Sırt çantası, basınçlı, sis, elektrostatik, fan, havai) ve sulama sistemleri dahil olmak üzere standart zirai kimyasal ekipmanlarla uyumlu olduklarından özel uygulama ekipmanı gerektirmemektedirler (Vashisth et al., 2013).

1.2.4.Uygulama Parametreleri

Bazı örneklerde, entomopatojen nematodların kimyasal pestisitlere karşı güvenli ve etkili alternatifler olduğu kanıtlanmıştır, ancak diğer birçok durumda başarılı bir şekilde rekabet elde edilememiştir (Georgis et al., 2006). Kuruma ve aşırı sıcaklık, entomopatojen nematodların canlılığını etkileyen en önemli abiyotik faktörlerdir (Glazer, 2002) ve topraktaki IJ'ler de çeşitli mikrobiyal ve omurgasız antagonistlerin saldırısına maruz kalmaktadır (Kaya, 2002). Bu nedenle, kuruma ya da ultraviyole ışıklar, pestisitlere kıyasla, entomopatojen nematodları hızla etkisiz hale getirebilmektedir. Ancak entomopatojen nematod solüsyonlarına yüzey aktif maddeleri, ıslak tutucu ajanlar, yağlar ya da nemlendiriciler (örn Barricade yangın jeli) solüsyonlar eklendiğinde, toprak üstü ve yeşil aksan zararlılarına karşı kontrol etkinliklerinin arttığı görülmüştür (Baur et al., 1997; Dito et al., 2016; Noosidum et al., 2016; Schroer et al., 2005; Shapiro-Ilan et al., 2016, 2010). Böylece entomopatojen nematodlar daha geniş dizilimde zararlıya karşı etkili olabilmektedir

Benzer şekilde, EPN'lar, kimyasallardan daha dar bir sıcaklık aralığında (genellikle 20 °C ile 30 °C arasında) etkili ve uygun olmayan toprak yapısı ve sulama sıklığından daha fazla etkilenmektedir (Georgis and R. Gaugler., 1991; Shapiro-Ilan et al., 2006). Üretim, formülasyon ve depolama sırasında yüksek canlılık oranı ve virülensliğin korunması, etkili bir kalite kontrol stratejisinin temelini oluşturmaktadır. Etkili bir kontrol için uygulamalar doğrudan güneş ışığından kaçınacak şekilde yapılmalıdır(örneğin sabah erken veya akşam uygulamaları). Uygulama yapılmış toprak, uygulamalardan sonra en az iki hafta nemli tutulmalıdır (Klein, 1993). EPN'ların kuruma ve UV radyasyonuna duyarlılığı nedeniyle topraküstü hedef alanlarına uygulama yapmak zordur ve bununla birlikte, geliştirilmiş formülasyonlar,

toprakaltı hedef zararlılara karşı nematodların etkinliğini artırmıştır (Shapiro-Ilan et al., 2010).

EPN'lar labaratuvar koşulları altında büyük sayıda zararlı böceği öldürebilme yeteneğine sahiptir. Örneğin *S. carpocapsae*, labaratuvar koşullarında 250 böcek türünü öldürebildiği belirtilmiştir (Poinar and Triggiani, 1979). Fakat saha uygulamalarında kontrol oranı büyük oranda düşebilmektedir. Faydalı nematodların uygulanması, uygulamalarının başarısını belirlemede tartışmasız en önemli faktör olarak vurgulanmıştır (Grewal, 2002).

1.2.5.Tarım İlaçlarıyla ile Uyumluluğu

Entomopatojen nematodların, Entegre Zararlı Yönetimi programında başarılı bir şekilde kullanabilmek için, tarım ilaçları ile uyumluluklarını test etmek önem kazanmaktadır. Zamandan ve işçilik maliyetinden tasarruf etmek için, entomopatojen nematodların bir ya da daha fazla tarımsal ilaç ya da biyopestisitle tank karışımı sıklıkla arzu edilmektedir. EPN'lar aynı zamanda, tek bir zararlının kontrolünü daha iyi bir şekilde başarmak için pestisitlerle eşzamanlı olarak ya da pestisit uygulamasından kısa bir süre sonra uygulanabilmektedir (Koppenhöfer and Grew, 2005).

Rovesti ve Deseö(1990), 75 ticari pestisit ile iki nematod türünün uyumluluğunu test etmiştir. Her iki nematod türü de kısa süreli periyotlarda(2-24saat) test edilen pestisitlerin çoğuna dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Ancak, bazı pestisitler nematodların yaşam uzunluğuna ve infektivitesini azaltma eğilimi gösterdiği görülmüştür (Patel et al., 1997; Zimmerman and Cranshaw, 1990). Ayrıca, farklı nematod türlerinin, aynı kimyasala farklı bir şekilde tepki gösterebileceği ve farklı toleransa sahip olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. EPN'lar ayrıca, üzerlerinde toksik etkiye sahip olabilen pestisit formülasyonlarında kulanılan yüzey aktif maddeleri ve diğer bileşenlere maruz kalabilir ve aynı pestisitin farklı formülasyonlarına farklı tepkiler verebilirler (Grewal, 2002). Nematodlar ve tarımsal ilaçlar arasındaki uyuşmazlık, kimyasal uygulamanın kalıcılığına bağlı olarak, nematodları farklı zaman aralıklarında uygulamayla üstesinden gelinebilmektedir (Koppenhöfer and Grew, 2005).

1.3. İnsektisitler ve Bitkisel Yağlar

1.3.1.Mineral Yağ

Petrol bazlı mineral yağlar, bir yüzyıldan fazla süredir zararlı kontrolü için kullanılmaktadır (Agnello, 2002).Ancak, sürdürülebilir yönetim uygulamalarıyla uyumlu oldukları göz önüne alındığında, kullanımları kimyasal insektisitlerin ortaya çıktığı gibidir. Bu ürünler, geleneksel pestisitlere göre birçok avantaj sunmaktadır ve memelilerde düşük toksiteye, düşük kalıntı aktivitesine, sahiptirler. Böceklerde direnç ilişkisi rastlanmayıp geniş spektrumlu insektisitlere göre doğal düşmanlara karşı daha az yıkıcıdırlar (Beattie and Smith, 1993). Son 60 yıldır petrol yağlarının etkinliği ve kimyası üzerine devam eden çalışmalar, öldürücü aktivitelerini ve fitotoksisiteleri ile ilgili ana faktörlerin tanımlanmasını sağlamış ve daha rafine ve etkili sprey yağların geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Agnello, 2002). Ultraviyole ışınların yağ moleküllerinin parçalanması üzerindeki zararlı etkisini azaltmak için UV katkı maddelerinin (örneğin güneş kremleri) kullanılması, petrol yağlarının bitkilere zarar verme potansiyelini azaltmaktadır (Hodgkinson, 1999; Hodgkinson et al., 2002). Bu nedenle, yağın yeşil bitki dokusuna zarar vermesini önlemek için erken sezon veya dormant olan spreylerle sınırlandıktan sonra, daha yeni dar dizilime sahip petrol yağları, entegre zararlı yönetimi programlarına dahil edilmeleri için yeniden ele alınmakta ve değerlendirilmektedir. Petrol yağlarının çok sayıda meyve bahçesi zararlısına karşı etkili olduğu bulunmuştur.

Mineral yağlar bitkiye uygulandıklarında, böceklerin solunum deliklerini kapatarak ölmelerine neden olmaktadır. Fiziksel etki mekanizmasına sahip olmaları nedeniyle böceklerde ve akarlarda dayanıklık geliştirmesi söz konusu olmamaktadır. Yağlara doğrudan maruz kalan bazı predatör ve parazitoitlerin ölümüne neden olabileceği gibi genellikle doğal düşmanlara diğer insektisitlere oranla daha az zarar vermektedir. Ayrıca çevre ve insan sağlığı açısından da daha güvenli kabul edilebilmektedir (Davidson et al., 1991).

1.3.2.Sulfoxaflor

Sulfoxaflor, İnsektisit Direnci Eylem Komitesi (IRAC) tarafından Grup 4, 4C alt grubu bir insektisit olarak sınıflandırılmıştır. Mevcut veriler, Isoclast ™'ın neonikotinoidlerde

gözlenenden farklı olan, böcek nikotinik asetilkolin reseptörleri (nAChR) ile komplike ve özgün etkileşimler sergilediğini göstermektedir. Isoclast ™, imidakloprid bağlanma bölgesine göre düşük benzerliğe sahip, yüksek etkili bir nAChR agonistidir. Temas ve sindirim yoluyla hem böceği öldürüp hem kalıntı kontrolü sağlamaktadır. Yeşil aksana uygulandığında yaprak yüzeyine doğru hareket göstermekte ve ksilem hareketlidir. Sulfoxamine familyasına ait olup bitki özüyle beslenen böceklere (Aphididae, Aleyrodidae) karşı kullanılan bir insektisittir (Dow Agrosciences, 2014).

Diğer insektisitlere dirençli zararlı böceklerin Isoclast'a karşı çapraz dirençli olup olmadığını belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır. Isoclast için mevcut veriler, diğer insektisitlere dirençli bitki özüyle beslenen böcek ırklarının geniş bir çapraz direnç eksikliğini işaret etmektedir. Birçok saha çalışmasında, Isoclast'ın neonicotinoidlere ve diğer etki mekanizmasına sahip(karbomatlar, organofosfatlar ve pyrethroidler gibi) insektisitlere dirençli olduğu bilinen böcek popülasyonunu kontrol altına alabilmiştir. Isoclast, benzersiz özellikleri ve geniş çapraz direnç eksikliğine sahip olması nedeniyle, IRM stratejilerini geliştirerek diğer insektisit kimyaları ile yararlı bir rotasyon ortağı olacaktır. Dünya çapında birçok üründe zarar yapan, bitki özüyle beslenen birçok böceğe karşı Isoclast ile saha etkinlik denemeleri yapılmıştır. Yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar Isoclast'ın bitki özüyle beslenen birçok böceğe karşı mükemmel bir kontrol sağladığını göstermiştir (Dow Agrosciences, 2014).

Sulfoxaflor, neonikotinoidlere ve diğer insektisitlere dirençli olanlar da dahil olmak üzere çok çeşitli sapta beslenen zararlı böceklere karşı aktiftir (Sparks et al., 2013). Bu nedenle, sulfoxaflor zararlı böcek kontrolü ve IPM programlarında üreticilere yeni seçenekler sunmaktadır.

1.3.3.Azadiraktin

Azadirahta indica (Meliaceae) anavatanı Hindistan ve Birmanya olup Avrupa'nın sıcak bölgelerinde yetişen bir ağaç türüdür (Ruskin, 1992; Schmutterer, 1995). Bitkiden elde edilen neem yağı, tıbbi(ağrı kesici, antiviral, ateş düşürücü) ve kozmetik(kozmetik, saç bakım ürünleri, şampuan, diş macunu, sabun) gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Girish and Shankara, 2008; Norten, 1999). Bununla birlikte, fungusit, bakterisit ve geniş spektrumlu insektisit olarak da kullanılabilmektedir (Waghmare et al., 2007).

Neem ekstraktları çok çeşitli zararlı böceklere ve akarlara karşı, böcek uzaklaştırıcı, beslenme engelleyici, yumurtlama engelleyici ve büyüme düzenleyici özelliği gibi çeşitli davranışsal ve biyolojik aktivitelere sahiptir (Saxena, 1989). Jenkins et al. (2003), neem çekirdek ekstraktının yüksek sıcaklıklarda, etkinliğinde önemli bir azalma olmadan en az 5 ay depolanabilindiğini gözlemlenmiştir. 8 ay boyunca depolanmış neem yağı ve azadiraktinin uygun koşullar altında kök ur nematolarına karşı etkinliğinin sabit olduğunu gözlemlenmiştir (Javed et al., 2007).

Neem omurgalılar üzerinde az bir toksik etkiye sahip olmakla beraber elde edilen insektisitlerde iyi bir raf ömrüne sahiptir. Yapılmış araştırmalara göre bitkiler üzerinde hafif bir fitotoksik etkiye sahip olmuştur. Çoğunlukla böceklere karşı etkili olmakla beraber 1 crustacea, 2 yılan türü, 3 virüs, 15 fungus türü, 12 nematod türü ve 400'den fazla böcek türüne karşı etkili olduğu belirtilmiştir (Girish and Shankara, 2008; Saha et al., 2011; Walter, 1999).

550'den fazla zararlı tür sentetik pestisitlere karşı dayanıklı hale gelmiş olmasına rağmen neem ekstraktı ile kontrol edilebilmektedir (Ascher, 1993; Whalon et al., 2008).

Farklı takımlardaki böceklerin azadiraktine karşı tepkileri farklı olmaktadır. Lepidoptera takımı azadiraktine karşı çok hassas ve tür bağlı olarak 1-50 ppm'den küçük dozlardan etkilendiği bilinmektedir. Bu türlerde gözlenen antifeedant etki, ağız parçalarındaki kemoreseptörlerin tepkisi ile ilişkilidir (Mordue et al., 1998). Diğer fitofag zararlılarda da bu antifeedant etkinin yanında sindirim enzimi üretiminin engellenmesi, sinir sistemi üzerine olumsuz etkileri gibi fizyolojik etkileri de bulunmaktadır (Mordue and Nisbet, 2000).

1.3.4. Kekik yağı

Kekik, Akdeniz ve sıcak iklimlerde yetiştirilen, ticari açıdan önemli bir bitkidir. Bitkinin yaprakları, çiçekleri ve ekstrakte edilen yağları çeşitli mutfaklarda gıda maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle güvenli olarak kabul edilmektedir. Kekik, kekik yağı ve ana aktif bileşenleri, anti-mikrobiyal, anti-fungal ve insektisit özellikleri göstermektedir. Karıncalar, yaprak bitleri, tırtıllar, giysi güveleri, pireler, çekirgeler, unlubitler, sivrisinekler, tel kurtları gibi birçok zararlıya ve asmada kurşuni küfe karşı pestisit etkisine sahiptir. Havuzlarda, çeşmelerde, akvaryumlarda

eklembacaklılara karşı uzaklaştırıcı ve sivrisinek larvalarını kontrol altına almak için uygulanmaktadır (Baker and Grant, 2018).

1.4. Daha önce yapılmış çalışmalar

Khan ve ark. (2021), *Spodoptera litura*'ya karşı ruhsatlı 10 insektisit (Chlorantraniliprole, Chlorfenapyr, Emamectin benzoate, Flubendiamide, Indoxacarb, Lufenuron, Methoxyfenozide, Novaluron, Spinetoram, Spinosad) ile *Heterorhabditis indica* ve *Steinernema carpocapsae* entomopatojen nematodların uyumluluğunu test ettiği çalışmada, uygulamalardan 96 saat sonra bile tüm insektisitlerin iki EPN türüne karşı zararsız olduğunu saptamıştır. Indoxacarb, flubendiamide ve spinetoram insektisitlerinin *H. indica* ile karışım uygulamalarında 72 saat sonra zararlının larvalarında meydana gelen en yüksek ölüm oranlarının %72-76 arasında olduğunu bildirmiştir. En düşük ölüm oranlarının *H. indica*'nın methoxyfenozide (%44±3,74) ve chlorfenapyr (%48±2,89) ile karışımlarında gerçekleşmiştir. Pozitif kontrol denemelerinde, uygulamadan 96 saat sonra her iki EPN türü de %50'den yüksek ölüm sağlanmıştır. *S. carpocapsae* ve insektisitlerin karışımında, sadece indoxacarb karışımında %90 larva ölümü gerçekleşirken, *H. indica* karşımlarında indoxacarb, flubendiamide, emamectin benzoate ve spinetoram %90-92 larva ölümü gerçekleştirmiştir.

Yüksel ve Canhilal (2020), labaratuvar koşullarında, yerel EPN izolatları olan *Heterorhabditis bacteriophora*(FLH-4H), *Steinernema carpocapsae* (KCS-4S) ve *Steinernema feltiae* (KMP-9S)'nin 2 biyopestisitle (40g/L Azadirattin ve 480g/L Spinosad) uyumluluğunu araştırmıştır. Biyopestisitlerin, IJ canlılığı ve virülensliği etkisi, 24 ve 48 saatlik periyotta tavsiye edilen en yüksek saha uygulamaları dozuyla direk biyopestisitlere maruz bırakarak çalışılmıştır. EPN izolatlarının ölüm oranı %5 ve %21 arasında değişmiştir. Biyopestisitler, *Galleria mellonella* larvalarında %70 ile %95 arasında ölüm oranıyla EPN'ların virülensliğini etkilemediği belirtilmiştir.

Aquino-Bolaños ve ark. (2019), labaratuvar koşullarında kümes hayvanlarda zarara neden olan *Ixodes scapularis* kenesine karşı entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora, Steinernema carpocapsae*, ve *Steinernema websteri*'nin *Cymbopogon citratus, Pelargonium* sp, *Juniperus virginiana*, *Rosa* sp, ve *Mentha piperita* yağ süspansiyonlarında etkinliklerini test etmiştir. Elde edilen veriler sonucunda en yüksek

IJ canlılığının *C. citratus* ve *J. virginiana* bitkisel yağlarıyla karışımından elde edildiği görülmüştür. En yüksek kene ölümünün ise %80 oranla *S. websteri* ve *J. virginiana* yağı karışımından elde edildiği görülmüştür. Bununla birlikte, *S. carpocapsae J. virginiana* yağ emülsiyonunda, *S. carpocapasae C. citratus* yağ emülsiyonunda ve *H. bacteriophora J. virgijiana* yağ emülsiyonunda %70 oranından fazla ölüme neden olmuştur.

Mutegi 2018), sera koşullarında yaptığı bir çalışmada, *Tuta absoluta*'ya kontrol su uygulaması olmak üzere, standart bir sentetik pestisit olan Coragen SC(%20)'a kıyasla EPN'lar yalnız ve neem(azadiraktin %0,03) ile kombinasyon halinde uygulamalar yapmıştır. Sonuçlar tüm uygulamaların kontrole kıyasla domates bitkileri üzerindeki *Tuta absoluta* popülasyonunu önemli derecede düşürdüğünü göstermiştir. Steinernema karii ve neem kombinasyonu, *Tuta absoluta* oranını önemli derecede düşürmüştür ve ortalama, Coragen uygulanmış domates bitkilerinden farklı olmuştur. Domates meyve zararı, en fazla kontrol denemesinde(%91,7) görülürken, yalnız EPN ve EPN-neem kombinasyonu için meyve zararı sırasıyla %10,2, %7,4, %2,9 oranında görülmüştür.

Chavan ve ark. (2018), labaratuvar koşullarında, çeltik ekosistemlerinde kullanılan 14 insektisit, 6 fungusit ve 7 herbisitin *Heterorhabditis indica* ile birlikte kullanılabilme olanaklarını araştırmıştır. *H. indica*'nın 72 saatlik periyot sonunda, monocrotophos (%19,5) ve cartap hydrochloride(%100) hariç test edilen tüm kimyasallara karşı %10'dan düşük ölüm oranıyla dirençli olduğu görülmüştür. 72 saat sonunda, test edilen fungisitlerden, tricyclazole(%14,5) ve carbendazium+mancozeb(%21,5) hariç hepsine karşı %10'dan az ölüm meydana gelmiştir. Herbisitlerde ise nematod ölüm oranı, 72 saatlik periyot sonunda %3,5 ile %18 arasında değişmiştir. İnsektisitler de, virülensliği üzerinde düşük bir etki göstermiştir. Tüm uygulamalarda *Galleria mellonella* larvalarının ölüm oranı, 48 saat sonra chlorpyrifos(%80) ve monocrotophos(%60) ile muamele edilmiş IJ'lerle yapılan uygulamalar haricinde %90'dan fazla olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, *H. indica*'nın, insektisitler arasında monocrotophos ve cartap hydrochloride, fungisitler arasında tricyclazole ve carbendazium+Mancozeb, herbisitler arasında ise pendimetalin dışında test edilen tüm tarım ilaçları ile uyumlu olduğunu göstermiştir.

Souza Neto ve ark. (2017), şeker kamışında *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae) üzerine farklı entomopatojen nematod (*Heterorhabditidis bacteriophora* RS58, *Steinernema glaseri* RS38, ve 8 *Heterorhabditis* sp. izolatı) ve bazı doğal insektisitlerin (Derris Rotenona®CE, Pyroligneous Acid Extract®, Pironim Super® WG, Codipirol®, and Saf Neem yağı) karışımıyla uygulamalar yapmıştır. En iyi sonuç veren kombinasyonların *S. glaseri* RS38+Codipirol®, *Heterorhabditis* sp. AL40+Codipirol®, *Heterorhabditis* sp. AL40+Pyroligneous Acid Extract® ve *Heterorhabditis* sp. AL40+saf neem yağı arasında olduğu görülmüştür.

Moniruzzaman ve ark. (2017), incir bahçelerinde zarar yapan *Phenacoccus solenopsis*, *Pseudococcus longispinus* ve *Planococcus ficus* unlubit türlerine karşı, 7, 15, 30, 45 ve 60 gün aralıklar seçilen bitkilere Jatropha (*Jatropha curcas*) yaprak ekstraktı, neem (*Azadirachta indica*) ve Malathion uygulamaları yapmıştır. Üç uygulama da unlubitler üzerinde engelleyici etkide bulunmuştur. İncir bahçelerinde unlubit uygulamaları için Jatropha ya da Neem yaprak ekstraktının 15 ya da 30 gün aralıkla uygulanması tavsiye edilmiştir. Neem yaprak ekstraktı uygulamasında 30 ve 45 günlük zaman diliminde sırasıyla en yüksek %35.33 ve %63.67 oranında ölüm meydana geldiği saptamıştır.

Ulu ve ark. (2016), 24 ve 48 saatlik periyotlarla, yaygın bir şekilde kullanılan 4 pestisitin (Glyphosate, Chlorpyrifos-ethyl, Captan, Fosetyl-al), bazı EPN ırklarının (*Heterorhabditis bacteriophora* Alman, *H. bacteriophora* HbH ve *Steinernema carpocapsae* DD-136), virülensliği ile ölüm oranı üzerindeki etkisini test etmiştir. Bütün ırklar, tüm pestisitlerle 24 ve 48 saatlik uygulamalardan sonra, *Galleria mellonella* larvalarını ortalama %90'ın üzerinde enfekte edebilmiştir. Ancak bazı pestisitler, ırkların canlılığı üzerinde negatif etki göstermiştir. Özellikle DD-136 ve Fosetyl-al, hem 24 hem de 48 saatte ölüm oranları kontrolden önemli ölçüde daha yüksek olduğu için uyumsuz olduğu belirtilmiştir.

Mahmoud ve ark. (2016), *Agrotis ipsilon*'a karşı yürüttüğü labaratuvar ve sera denemelerinde, entomopatojen nematodları *Steinernema carpocapsae* ve *Heterorhabitis bacteriophora*) yalnız ve Azadiraktin ile Neonicotinoid insektisitleriyle karışım halinde son larva dönemine uygulamalar yapmıştır. 72 saatlik periyot sonucunda EPN'lardaki canlılık oranı %96.1 ile %99.7 arasında farklılık göstermiştir. Elde edilen veriler *S. carpocapsae'*nin *A. ipsilon*'a karşı daha virülens olduğunu gösterirken, *H.*

bacteriophora labaratuvar koşullarında tüm konsantrasyonlarda daha az etkili olduğunu göstermiştir. Labaratuvar koşullarında 80IJ dozu ile test edilen insektisit(Azadiraktin ve Neonicotioind) kombinasyonlarının entomopatojen nematodların *A. ipsilon*'a karşı etkinliğini yüksek oranda artırdığı gözlemlenmiştir. Sera denemelerinde uygulamaların daha az etkili olduğu ve azadiraktin ile kombinasyonların Neonicotinoid'e kıyasla çoğunlukla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Portman ve ark. (2016), *Cephus cinctus* üzerinde mineral yağların Sunspray 11N (%1) formülasyonu *H. bacteriophora, S. feltiae* ve *S. riobrave* EPN' larının etkinliğini artırdığı gözlemlemiştir. Kontrol denemesinde zararlıda %47 oranında ölüm gerçekleşirken entomopatojen nematodların mineral yağ ile karışımında %70 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Sun Ag Oil (%1) formülasyonu ile karışımında ise sadece %50 oranında *Cephus cinctus* ölümü gerçekleşmiştir.

Laznik ve Trdan (2014), labaratuvar koşulları bazı insektisitlerin(abamectin, lufenuron, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* toksini, pymetrozine, azadirachtin, imidacloprid, lambda-cyhalotrin ve pirimicarb) entomopatojen nematod canlılığı üzerindeki etkinliğini test etmiştir. Elde edilen veriler, *S. carpocapsae* ve *S. kraussei*'nin test edilen tüm insektisitlere karşı hassas olduğunu göstermiştir. *Steinernema feltiae*'nin azadiraktin, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* toksini ve imidacloprid ile uyumlu olurken *H. bacteriophora*'nın sadece abamectin ve lufenuron'a karşı hassas olduğu görülmüştür.

Moreira ve ark. (2013), 2010 ve 2011 yılında farklı sprey memelerinin ve basınçların *S. feltiae* canlılığı ve patojenitesi üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada her 2 yıl da kullanılan 3 sprey memesinin EPN canlılığı üzerinde önemli bir fark göstermediğini belirtmiştir. 2010 yılında, AI 11003, TTI 11003 ve AD-IA 11004 sprey memelerinin kullanılan üç basınçta da *S. feltiae*'nin canlılığını etkilemediği görülmüştür. Ancak 2011 yılında yapılan denemede TTI 11003 sprey memesinin 207 kPa basınçta nematodun canlılığında önemli fark gösterdiği görülmüştür. Her iki denemede de nematod patojenitesinin sprey çeşitlerinde ve basınç farklılığında etkilenmediği belirtilmiştir. Ferraz et al. (2008), EPN'ların kurumaya karşı hassas olduğunu, bu nedenle toprakta uygulanmasını optimum hale getirmek için büyük damlacıklar halinde uygulanılması gerektiğini belirtmiştir. Buna ek olarak, küçük damlacıklar düşük nihai

hıza olup (Miller et al., 2008), hedef üzerinde birikme için daha fazla süre gerektirmekte ve bu nedenle buharlaşmaya ve yörünge değişikliğine daha duyarlı hale gelmektedirler.

Shamseldean ve ark. (2013), *Heterorhabditis bacteriophora* ve *Heterorhabditis indica* entomopatojen nematodlarını 4500 IJ dozunda en etkili olan bitkisel yağlar olan sarımsak *Allium sativum* (Familya: Liliaceae), okaliptüs *Eucalyptus globulus* (Familya: Myrataceae) ve nane *Mentha piperita* (Familya: Labiatae) yağlarıyla karışımlarını hazırlayıp *Heteracrir littoralis*'in 5. dönem nimflerine uygulamıştır. LC25 bitkisel yağ dozuyla nematod karışımlarından nematod çıkışı büyük ölçüde farklılık göstermiştir. LC25 dozunda sarımsak yağı ve *Heterorhabditis bacteriophora* (EKB20) uygulamasında yüksek oranda IJ(40447 IJ) meydana geldiği gözlemlenmiştir. Aynı bitkinin LC50 dozunda daha az IJ(29967 IJ) meydana geldiği görülmüştür. Aynı eğilim okaliptüs ve nane yağlarında da gözlemlenmiştir. En yüksek IJ çıkışı okaliptüs yağı karışımından elde edilmiştir. Sarımsak ve nane yağları karışımında daha az IJ meydana gelmiştir. *Heterorhabditis indica* karışımlarında da benzer sonuçlar görülmüştür

Moreira ve ark (2013), yaptığı bir çalışmada sebze yağı, mineral yağ ve şeker kamışının *S. feltiae* canlılığı üzerinde kontrole(%95) kıyasla önemli bir farklılık göstermemekle beraber %97 oranında canlılık gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmada en düşük canlılığın(%77) gliserin bazlı uygulamalarda olduğu görülmüştür. Fakat *G. mellonella* larvaları üzerindeki patojenitesinin yapılan diğer uygulamalardan önemli bir fark göstermeyip %93 oranında ölüme neden olduğu görülmüştür.

Le Vieux 2013, entomopatojen nematodları biyolojik kontrol ajanı olarak *Planococcus ficus*'a karşı potansiyelini test etmek için labaratuvar denemeleri yürütmüştür. Çalışmada altı yerli ve iki ticari EPN türü kullanılmıştır. En umut verici sonuç veren 2 yerli tür *Heterorhabditis zealandica* ve *Steinernema yirgalemense* zararlıda sırasıyla %96 ve %65 oranında ölüm meydana getirdiği gözlemlenmiştir. *In vitro* ve *in vivo* olarak üretilen *H. bacteriophora* ve S. *feltiae* türlerinin etkinliğini karşılaştırmak için testler yapılmıştır. *Heterorhabditis bacteriophora*'nın etkinliği her iki üretim metodunda da önemli bir fark göstermediği belirtilmiştir. Fakat *in vivo* kültürde çoğaltılan S. *feltiae* %40 ölüm oranıyla, *in vitro'*da çoğaltılan(%19) IJ'lere kıyasla daha yüksek oranda ölüm gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Yan ve ark. (2012), *S. carpocapsae'ye* farklı konsantrasyonlarda 9 insektisit (azadiraktin, cholorantraniliprole-thiamethoxam, cypermethrin, malathion, emamectin benzoate, fipronil, phoxim, imidacloprid and thiamethoxam) uygulamış ve insektisitlerin ozmotik olarak işlenmiş ve işlenmemiş IJ'ler üzerine önemli bir etkide bulunmadığını, %4'ün altında ölüm oranları görüldüğünü belirtmiştir. Test edilen insektisitlerin farklı seyreltilerdeki nematodlar için, azadiraktin, chlorantraniliprol-thiamethoxam, chlorpyrifos, sipermetrin, fipronil, imidacloprid, malathion ve thiamethoxam için IJ enfektivitesi üzerinde hiçbir olmadığı ve 48-72 saat içinde *G. mellonella*'nın yaklaşık %100 ölümüne neden olduğunu gözlemlemiştir.

Canhilal (2011), labaratuvar koşullarında *Galleri mellonella* larvaları üzerinde, Güney Carolina'da yapılan bir surveyden elde edilen dokuz yerel EPN izolatının (*Heterorhabditis megidis* LEX, *H. zealandica* EDS ve CHR, ve *H. bacteriophora* WPS, SMP, PD, CFG, MF ve CFM) ve dışarıdan elde edilen 2 Heterohabditis izolarının (*H. bacteriophora* Hb ve HP88) biyolojik etkinliğini test etmiştir. Denemeler için 5, 10, 25 ve 100IJ/larva konsantrasyonları kullanılmıştır. Yapılan kontrollerde 14 gün sonunda, *H. megidis* LEX, *H. zealandica* EDS ve CHR, ve *H. bacteriophora* WPS, SMP, PD, CFG, MF, CFM, Hb ve HP88 ırkları, *Galleri mellonella* larvalarında sırasıyla %53.6-100, 42.3-100, 66.1-100, 60.7-100, 57.7-100, 60.7-100, 45.2-100, 54.8-100, 30.4-100, 57.7-100 ve 81.5-100 oranlarında ölüm gerçekleşmiş olup EPN dozlarının artışıyla ölüm oranlarının da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm dozlara bakıldığında, *H. bacteriophora* HP88'nın en düşük dozda %81,5 oranında ölüm meydana getirip, diğer dozlarda %100 ölüm meydana getirerek diğer izolatlardan ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, başta *H. bacteriophora* WPS, PD ve Hb, *H. zealandica* CHR ve EDS ve *H. megidis* LEX ırkları olmak üzere tüm EPN'ların ümitvar olduğu belirtilmiştir.

Sankar ve ark. (2009), labaratuvar koşullarında, *Heterorhabditis indica* ve 3 ticari fungal patojenin ticari biyopestisiti(*M. anisopliae, B. bassiana* ve *T. viride*), 1 antagonistik bakteri (*P. fluorescence*), ve 2 neem bazlı biyopestisitin (Neem and Nimor), *Galleria mellonella* larvaları üzerindeki patojenik etkisini test etmiştir. Biyopestisitler ayrı ya da *H. indica i*le kombinasyonlar halinde test edilmiştir. Yapılan uygulamaların *G. mellonella* larvaları üzerindeki patojenik etkileşimi 12 saatlik aralıklarla değerlendirilmiştir. İzole olarak test edildiğinde, *B. bassiana* diğer biyopestisitlere kıyasla konukçu larvalarda(%40) daha fazla ölüm oranı meydana

getirmiştir; *P. fluorescence* ve *H. indica* kombinasyonunun 24 saatlik depolamadan sonra *G. mellonella*'da %100 ölüme neden olan en etkili olduğu kanıtlanmıştır. Tek *G. mellonella* larvasında çoğalan IJ sayısı, *T. viride* ile kombinasyon testide daha fazla (140108 IJ / larva) olduğu bulunmuştur. *H. indica*'nın diğer biyopestisitlerle konukçu larvaya uygulanması sonucunda patojenite etkisinin daha öldürücü ve uyumlu olduğu görülmüştür.

El Aalaoui ve ark. (2021), labaratuvar koşullarında, d-limonen (60 g/l) 150 cc/hl, mineral yağ (780 g/l) 2400 cc/hl ve yağ asidinin potasyum tuzları (500 g/l) insektisitlerinin, kaktüs armudunda ciddi zararlara neden olan *Dactylopius opuntiae*'nin doğal düşmanı *Cryptolaemus montrouzieri* üzerindeki öldürücü etkisini test etmiştir. Çalışma sonucunda, *C. montrouzieri* ile en uyumlu insektisitin mineral yağ olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte insektisitin, *C. montrouzieri* bireylerinde üreme potansiyelinin önemli ölçüde etkilemediği ve kontrol uygulamalarına kıyasla, yumurta açılım oranlarında (%100) önemli bir azalmaya neden olmadığını belirtmiştir.

Lazarevic ve ark. (2020), kekik yağı uçucu yağlarının fasulye tohumlarında *Acanthoscelides obtectus*'a karşı koruyucu potansiyelini test etmiştir. Kekik esansiyel yağının *A. obtectus*'un ömrü, yumurta bırakma oranı ve erginlerin ortaya çıkışı gözlemlenen çalışmada, kekik yağının erginlerin hayatta kalışını ve ömür uzunluğunu önemli derecede düşürdüğü, lipit ve proteinlerde oksidatif zarara neden olduğu ve konsantrasyona bağlı olarak protein ve protein olmayan tiyolleri tükettiği bulunmuştur. Dişi bireylerin erkek bireylere göre daha dirençli olduğu gözlemlenmiş ve bununla birlikte ölümcül olmayan konsantrasyonların yumurtlamayı durduğu ve erginlerin ortaya çıkışını güçlü bir şekilde engellediği görülmüştür.

Ganjisaffar ve ark. (2019), labaratuvarda pamuk yaprakları üzerine sprey uygulamalarıyla *M. hirsutus* unlubitine karşı sulfoxaflor'un etkinliğini test etmiştir. Closer® SC ticari formülasyonunun etiket oranıyla (300ml/ha) yumurta keselerine yapılan uygulamalar sonucunda %2,8 oranında yumurta açılımı olup, meydana gelen 1. dönem nimflerde canlılık olmadığı görülmüştür. 2. dönem nimflerde uygulamadan 1 gün sonra %8,9 oranında ölüm görülerek bu oran 2. günde %22,8'e 6 gün sonunda %79,4'a yükseldiği rapor edilmiştir. Ergin dişilerin sulfoxaflor uygulamasından önemsiz bir düzeyde etkilendiği görülmesine rağmen (uygulamadan altı gün sonra %1,7

ölüm oranı), yine de ölümcül olmayan etkiler gözlemlenmiştir ve başarılı bir şekilde yumurtlayan dişilerde %50 azalma rapor edilmiştir.

Satar ve ark. (2018), Sulfoxaflor'un Türkiye turunçgil ekosistemlerinde en önemli doğal düşmanlar arasında olan *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) *Anagyrus pseudococci* Girault (Hymenoptera: Encyrtidae), ve *Chilocorus bipustulatus* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) populasyonları üzerinde olumsuz etkilerinin olup olmadığını test etmek için labaratuvar koşullarında bir çalışma yürütmüştür. Bununla birlikte, Sulfoxaflor'un unlubit parazitoti olan *A. pseudococcid* üzerindeki etkisini araştırmak için saha çalışması yapmıştır. Sulfoxaflor, 0.10, 0.15 ve 0.20 ml/l dozları ile *A. swirskii* üzerinde, sırasıyla %17,53, 25,93 ve 29,05 oranında ölüm meydana getirirerek zararsız ya da hafif zararlı olduğu tespit edilmiştir. Verilen döllerde en fazla azalma %35,84 ile 0.20 ml/l dozda görülmüştür. Ergin döneme ulaşan *Chilocorus bipustulatus* larvalarında, 0.20 ml/l'lik en yüksek dozda %71,96 iken, 0.10 ml/l'de sadece %7,5 ölüm oranı gözlenmiştir. Test edilen doğal düşmanlar arasında en hassas *Anagyrus pseudococcid* olmuştur. 0.1 ml/l dozu *A. pseudococci*'de %85 oranında ölüme neden olurken 0.15 ml/l ve 0.20 ml/l dozları sırasıyla %92,50 ve %100 oranında ölüme neden olduğu saptanmıştır. Sulfoxaflor, laboratuvarda *A. pseudococci*'ye karşı yüksek toksisite göstermesi nedeniyle, en yüksek dozda (0.2 ml/l) iki turunçgil bahçesinde etkisi test edilmiştir. Saha denemelerinde, Sulfoxaflor'un *A. pseudococci* popülasyonu üzerinde hemen hemen hiçbir olumsuz etkisi olmadığı ve unlubitlerde parazitleme oranının, Sulfoxaflor uygulaması yapılmış ağaçlarda uygulama yapılmamış ağaçlardan ve toksik standarttan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Garzon ve ark. (2015), flonicamid, flubendiamide, metaflumizone, spirotetramat, sulfoxaflor ve deltamethrin neonicotinoidlerin *C. carnea* ve *A. bipunctata* predatörlerine toksik ve ölümcül etkisi test edilmiştir. Predatörlerin larva ve erginlerine temas testleri kullanılarak aktif maddelerin yan etkisi etkisi labaratuvar koşullarında değerlendirmiştir. *C. carnea* ve *A. bipunctata*'nın son larva dönemi ve erginlerinde flonicamid, flubendiamide, metaflumizone ve spirotetramat'a karşı toksik etki görülmezken, sulfoxaflor *C carnea* erginine karşı hafif toksik ve *A. bipunctata* 4. dönem larvasına yüksek oranda toksik etki göstermiştir. *A. bipunctata* için sulfoxaflor ve deltamethrin %100 larva ölümüyle en toksik etkiye sahip olmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre, flonicamid, flubendiamide, metaflumizone ve spirotetramat bileşikleri

belirli sera zararlılarının kontrolü için bu doğal düşmanlarla kombinasyon halinde IPM programlarına dahil edilmelidir. IPM talimatlarına uymak için bu doğal düşmanların bulunduğu ekosistemlerde insektisitlerin kullanımını birleştiren sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Lysandrou ve ark. (2015), 2008 ve 2009 yıllarında sulfoxaflor'un pamuk unlubiti *Phenacoccus solenopsis* üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yarı saha ve saha çalışmaları yürütmüştür. 2008 yılında 240 SC (240 gaip/l) dozu, 2009 yılında %50 WDG (500 gaip/kg) dozuyla uygulamalar yapmış ve elde edilen veriler, bazı saha denemelerinde sulfoxaflor'un etkisini profenofos (Curacron)'tan daha yavaş gösterdiğini fakat of 25-50 gai/ha. oranında uygulamadan 3-10gün sonra yüksek seviyede kontrol sağladığını göstermiştir. Curacron 50 EC (profenofos), Nurelle-D 50/500 (cypermethrin+chlorpyrifos) ve Oberon 120SC (spiromesifen)'nun da iyi bir etkinlik seviyesi sağladığı görülmüştür.

Jayaprakas ve Sreerag (2015), papaya unlubiti, *Paracoccus marginatus* ve cowpea yaprak biti, *Aphis craccivora* ile yaptığı bir çalışmada, yüksek miktarda neem yağı olan formülasyonların(80ml, 60ml) uygulamadan bir gün sonrasında bile tüm böcekleri öldürdüğü fakat bitkinin yapraklarında şiddetli yanmalara neden olduğu ve bitkinin gelişiminin etkilendiğini saptamıştır. Ayrıca, kullanılan neem yağı ve yüzey aktif madde miktarı, formülasyon iyi karışmadığı için uygun oranda olmadığı ve uygulamaya maruz kalmış konukçuların üzerinde yüksek yağ içeriğine rastlanmıştır. Neem yağı miktarı azaldıkça, fitotoksik problemin büyük ölçüde azalırken, bu formülasyonların(20ml, 30ml ve 40ml) tatmin edici bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, 50ml'lik formülasyon %1'lik oranda, yapraklarda yanmaya neden olmadan iki zararlı üzerinde önemli sonuçlar vermiştir.

Mermer Doğu ve Zobar (2014), bağ alanlarında önemli olan Kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) ve İki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) üzerine 7 farklı bitkisel yağın (üzüm çekirdeği *Vitis vinifera*, kekik *Thymus* sp., biberiye *Rosmarinus officinalis*, ozon *Olea europaea*, nane *Menta piperita oleum*, fesleğen *Ocimum basilicum* ve adaçayı *Salvia* spp.) etkisini test ettiği bir çalışmada, kekik yağı(%85-88), nane(%71-74) ve biberiyenin(%61-67) *T. Urticae* üzerinde en etkili yağlar olduğunu gözlemlemiştir. Artan konsantrasyonlar zararlıda ölüm oranının artmasına neden

olmuştur. Bununla birlikte, kekik, nane ve biberiye yağlarının *Botrytis cinerea'*ya daha etkili olduğu da bulunmuştur.

Szczepanik ve ark (2012), labaratuvar koşullarında kekik uçucu yağı ve bileşenleri olan Timol ve Karvakrol'un *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera, Tenebrionidae)'un farklı larva dönemlerine insektisit etkisini araştırmıştır. Erken geç dönem larvalar, test edilen bileşenlerin %1 ya da %2 aseton çözeltisi içeren besin ortamlarında yetiştirilmiştir. Kekik yağı ve saf monoterpenlerin böcek öldürücü aktivitesinin doza ve böceğin dönemine bağlı olduğu belirtilmiştir. Geç dönem larvalar daha az derecede ve sadece yağ bileşenlerinden etkilenirken daha genç larvaların önemli derecede etkilendiği gözlemlenmiştir. Erken dönem larvalara, %1 kekik yağı, Timol ve Karvakrol uygulamalarında sırasıyla %50, %86,67 ve %85 oranında ölüm meydana geldiği görülmüştür. Ancak ileri dönem larvalarda ölüm oranı daha az(sırasıyla; %17,5, %27,5 ve %27,5) olmuştur. En yüksek dozda (%2), erken dönem larvalarda sırasıyla %62,5, %91,67 ve %97,5 oranında ölüm meydana gelmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, Timol ve Karvakrol'un zararlının kontrolünde daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Mamoon-ur-Rashid ve ark. (2012), labaratuvar koşullarında farklı neem yağı konsantrasyonlarının, *Phenacoccus solenopsis* gelişimi, ömrü, üremesi ve ölüm oranı üzerine etkisini araştırmıştır. 25000 ve 30000 ppm dozlarında neem yağı, uygulamadan 24 saat sonra, pamuk unlu biti 2. dönem nimfi üzerinde sırasıyla %53 ve %60 oranında ölüme neden olmuştur. Daha yüksek konsantrasyonlar (20000, 25000 ve 30000 ppm) diğer uygulamalara kıyasla, pupa oluşumunu, pupa dönemini, erkek birey ömrünü, ve çiftleşmemiş dişi ömrünü olumsuz bir şekilde etkilemiştir. Bununla birlikte, dişilerin yumurtlaması ve yumurtlama sonrası dönemi üzerinde herhangi önemli bir etkide bulunmamıştır. 30000 ppm doza maruz kalan dişi bireylerin üremesi ve paketlerdeki yumurta miktarı sırasıyla %73 ve %50 oranında azaldığı görülmüştür.

Şimşek ve Uygun (2009), laboratuvar koşullarında*, L. Dactylopii* erginlerine karşı pyriproxyfen, chlorpyrifos-ethyl, spirotetramat, spinosad, parafinik yazlık yağ ve yazlık yağ etken maddeli insektisitleri test etmiştir. Chlorpyrifos-ethyl'in parazitoite etkisinin çok zararlı, spinosad etken maddesinin orta zararlı ve diğer etken maddelerin ise zararsız olduğunu belirtmiştir.

Hassan ve ark. (2003), laboratuvar şartlarında, yumurta parazitoiti *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) erginleri üzerine bazı pestisitlerin etkilerini kuru film metoduyla belirtmiştir. Petrol yağının (Assist) erginlerde %98,22 oranında ölüme neden olduğunu belirmiştir. Elde edilen veriler IOBC sınıflandırmasına göre değerlendirilip petrol yağının *T. cacoeciae* erginlerine zararlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bir günlük konukçu yumurtaları parazitletildikten sonra 1, 3 ve 7 gün sonra pestisit uygulamaları yapılmış ve petrol yağının, parazitoitin yumurta, larva ve pupa dönemlerine zararlı olmadığını gözlemlenmiştir.

Tang ve ark. (2002), neem tohum ekstraktının ticari formülasyonu Neemix. 4.5, %4.5 azadiraktin AZ 'in Kahverengi Turunçgil afidi *Toxoptera citricida* üzerindeki biyolojik etkisini test ettiği bir çalışmada, aynı periyotta uygulamadan 7 gün sonra kontrolde %95 nimf ve %42,5 oranında ergin hayatta kalırken, küçük turunçgil fidanlarının 11-180 ppm AZ dozuna daldırıldığı uygulamalarda %0-8 oranında nimf ve %0-17,5 oranında ergin hayatta kaldığını bildirmiştir. Ekstrakt, test edilen tüm konsantrasyonlarda hem ergin hem nimf ömrünü, ergin üremesini ve nimflerin deri değişimini büyük ölçüde azaltmıştır.

Maha ve Abdalla (1999), petrol yağları, *Bacillus thuringiensis* ve bitki büyüme düzenleyicilerinin insan sağlığı ve çevreye zararlı etkiye sahip olmaması ve kuşlar üzerinde toksik etki göstermemesi nedeniyle, kullanımının buprofezin, avant ve pyriproxifen gibi organik fosforlu insektisitlerden daha güvenilir olduğunu belirtmiştir.

Liu ve Stansly(1996) laboratuvar koşullarında, *B. argentifolii* predatörü *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae)'a bazı insektisit ve petrol yağının (Sunspray Ultra-Fine oil) toksik etkilerini araştırmıştır. Elde edilen veriler sonucunda beyaz yağın predatörün yumurta dönemine zararlı, diğer dönemlerine ise aynı oranda zararlı olmadığını belirtmiştir.

Butler ve ark. (1993), sera koşulları altında, bir insektisit etkili sabun, soya yağı, petrol yağı ve 15 deterjanın, Bemisia tabaci'ye karşı etkisini araştırmıştır. Kaplanmamış kağıt tabaklarda ergin *Bemisia tabaci* 'ye %1 petrol yağı çözeltisi veya %2 ile %4 soya yağı uygulamalarından sonra ölüm oranının %92 ile 95 arasında değiştiğini belirtmiştir. Aynı dozlar, plastikle kaplanmış tabaklarda, zararlıda %100 oranında ölüm meydana getirmiştir. Plastikle kaplanmış tabakların kaplanmayanlara kıyasla çok daha yavaş

kuruduğu belirtilmiş ve buna bağlı olarak kaplama yapılmamış uygulamalarda ölüm oranının daha düşük oluşunu, erginlerin ya yeterince ıslak kalmadığını ya da yaprakların sprey birikintilerinde uzun süre ıslak kalmadığı için zararlıyı tuzağa düşürememesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Larew ve Locke(1990), sera koşullarında petrol yağı Sunspray 6E Plus'ın krizantem bitkisinde *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)'un farklı dönemlerine ve krizantem bitkisine fitotoksik etkilerini test etmek için bir çalışma yürütmüştür. %2'lik yağ uygulamasının zararlıda yumurta açılım üzerinde engel olmadığını, ilk dönem larvalarda yüksek oranda ölüme neden olduğunu ve ergin bireylerde uzaklaştırıcı etki gösterdiğini saptamıstır. Ayrıca bitkide fitotoksik bir etki de göstermediği belirtilmiştir.

Najm (2018), P. citri dişilerinin, 5 endemik EPN' a karşı reaksiyonlarını laboratuvar koşullarında belirlemiştir. Zararlıda, *Steinernema carpocapsae* ve *Heterorhabditis indica'* ya karşı sırasıyla en yüksek %62 ve %68 oranında ölüm gerçekleştiği görülmüştür. Entomopatojen nematod etkinliğinin 20°C, 25°C ve 30°C'deki sıcaklık artışlarından önemli derecede etkilenmediğini, tüm nematodların turunçgil unlubitini kısa bir sürede enfekte ettiğini, ölüm oranın zamana ve doza bağlı olarak arttığını belirtmiştir.

Asiedu ve ark. (2014), labaratuvar koşullarında farklı dozlarda cypermethrin, imidacloprid, yer fıstığı yağı, soya yağı, güneş ışığı bulaşık deterjanı ve anahtar sabununun depolanmış patates üzerinde beslenmiş *P. citri* 'ye karşı etkinliğini test etmiştir. 14 gün sonunda LD90 dozundaki soya yağının zararlıda %96,6 oranında ölüme neden olurken yerfıstığı yağının da aynı dozda %100 ölüme neden olduğu belirtilmiştir.

Niekerk ve Malan (2014), simüle edilmiş doğal koşullar altında entomopatojenik nematodlar kullanılarak *Planococcus citri* 'nin kontrolünü artırmak için bir polimer yüzey aktif madde formülasyonunun etkinliğini değerlendirmiştir. *Heterorhabditis zealandica* ve *Steinernema yirgalemense* ile yapılan tüm uygulamalar, *P. citri* erginlerinde kontrole göre önemli derecede daha yüksek oranda ölüm sağlamıştır. Her iki türün EPN süspansiyonlarına, %0.3 Zeba® [starch-g-poly (2-propenamide-co-2-propenoic acid) potasyum tuzu ve %0.6 Nu-Film-P® (poly-1-pmenthene, yayıcı /yapıştırıcı) eklenmesi, ölüm oranlarında önemli bir artış göstermediği saptanmıştır.

Formülasyonların, aynı koşullarda, *S. yirgalemense* 'nin *P. citri*'yi infekte etme yeteneğini sürdürmesi ve IJ'lerin hayatta kalmayı sürdürmesi de test edilmiştir ve formülasyonunun uygulamadan sonra 2-3 saate kadar hem enfeksiyonu hem de hayatta kalmayı artırdığı saptanmıştır. Yarı saha denemesinde, kontrole kıyasla, %0.3 Zeba® ile birlikte *S. yirgalemense* uygulamasıyla *P. citri*'nin önemli ölçüde daha yüksek kontrol sağladığı görülmüştür. Çalışma sonuç olarak, Zeba® polimer ürününün, EPN'larda kurumayı geciktirip yetersiz çevresel koşullardan koruyarak *S.yirgalemense*'nin *P. citri*'yi enfekte etme yeteneğini geliştirdiğini göstermiştir.

Satar ve ark. (2013), bazı insektisitlerin(yazlık yağ, Imidacloprid, Chlorpyrifos-ethyl, Buprofezin, Spirotetramat) *Planococcus citri*'nin farklı dönemleri(yumurta ve nimf) üzerindeki etkilerini belirlemek için yürüttüğü bir çalışma yürütmüştür. Test edilen tüm insektisitlerin yumurta açılımını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Buprofezin (%68.4) ve Spirotetramat (%71.2)'ın diğer insektisitlerden daha düşük etkiye sahip olmuştur. Yazlık yağ, Imidacloprid ve Chlorpyrifos-ethyl'e kıyasla etkisini daha kısa sürede göstermesine rağmen üç insektisit yumurtalarda %100 oranında ölüme neden olmuştur. 7 gün boyunca nimf dönemi denemeleri yapılmıştır ve bu sürenin sonunda tüm insektisitler %100 ölüme neden olmuştur.

Ahmadi (2012), *Planococcus citri* üzerinde, 5 doz (500, 1000, 1500, 2000 ve 3000 ppm) tondexir (biber ekstraktı) ve palizin (okaliptüs ekstraktı) ile 5 doz (1000, 1500, 2000, 2500 ve 3500 ppm) sirinol (sarımsak ekstraktı) kullanarak *Planococcus citri* üzerindeki etkinliklerini test etmiştir. Bununla birlikte tek doz (1000 ppm) barter(botanik sinerjist)'i diğer ekstraklarla zararlı üzerindeki etkinliğini gözlemlemiştir. Elde edilen veriler sonucunda, en yüksek ölüm oranının 3000ppm dozunda tondexir ile %90, palizin ile %89 ve 3500 ppm dozunda sirinol ile %87.11 olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, 1500 ppm tondexir ve palizinin barter ile karışımıyla sırasıyla %94,44 ve %86,66 oranında ölüm meydana gelmiştir. 2500 ppm oranında sirinol ile karışımıyla ise %83,33 oranında ölüm meydana gelmiştir.

Michelakis ve Hamid (1995), mandalina bahçelerinde, *P. citri* üzerinde Methidathion, %2'lik petrol yağı ve %1.5'lik petrol yağı uygulamaları yaptığı çalışmada İki hafta sonunda Methidathion ve %2'lik petrol yağı uygulamalarının unlubit popülasyonu üzerinde %1.5'lik petrol yağı uygulamasına göre daha etkili olduğu görülmüştür. %2'lik

yağın, unlubit popülasyonunda %73,2'lik azalma sağlarken, %1.5'lik yağın popülasyonda %46,1 oranında azalmaya neden olduğunu saptamıştır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. *Planococcus citri'* nin kitle üretimi

Çalışmada kullanılan Turunçgil unlubiti *Planococcus citri* kültürünü çoğaltmak amacıyla filizlendirilmiş patatesler ve bal kabakları kullanılmıştır (Şekil 3). Filizlendirilmiş patatesler ve bal kabakları üzerine *P. citri'* nin ovisaklı dişilerinden yumuşak uçlu fırça yardımıyla alınan yumurta paketleri bulaştırılmıştır. Yumurta ile bulaştırılmış patatesler ve kabaklar üzeri tül ile kaplı havalandırma açıklığı bulunan plastik kaplar içerisine konularak unlubitlerin gelişmeleri düzenli olarak kontrol edilmiştir. Yumurtaların filizlendirilmiş patateslerin üzerine bulaştırılmasıyla kültürün devamlılığı sağlanmıştır. Unlubit kültürü 25±1°C'de, %60±10 orantılı nem koşullarının sağlandığı iklim odalarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 4 *Planococcus citri*'nin patates ve kabak üzerinde üretimi

2.2. *Galleria mellonella* üretimi

Entomopatojen nematod kitle üretimini sağlamak amacıyla çalışmada balmumu güvesi olarak bilinen *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının son evreleri kullanılmıştır. *Galleria mellonella* larvaları soya unu(200 g), mısır unu(300 g), toz maya(100 g), bal(400 g), gliserin(400 g), süt tozu(200 g) ve buğday kepeğinden(400 g) oluşan bir besin ortamında 30±2°C'deki inkübatörde bir litrelik cam kavanozlar içerisinde çoğaltılarak kültürün devamlılığı sağlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 5 *Galleria mellonella*'nın inkübatörde üretimi

2.3. Entomopatojen nematodların üretimi

Çalışmada EPN'lardan *S. carpocapsae* (E-76), *S.bicornotum*(MGZ-4S), *H. bacteriophora* (FLH-4H) ve *H.indica*(216H) türleri kullanılmıştır. EPN türlerine ait bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır. EPN'ların üretimi için, 9 cm'lik plastik petri kaplarının taban kısmına ikişer adet kurutma kâğıdı yerleştirildikten sonra, her bir petri kabına 10 adet son dönem *G. mellonella* larvası aktarılmış ve 1000IJ/ml nematod stoğundan 1ml her petri kabına ilave edilmiştir. Bu petri kapları içerisindeki *G. mellonella* larvaları 25°C'ye ayarlı inkübatörde 3 gün bekletilmiştir. 3 gün sonra petriler kontrol edilerek, enfekte olmuş ölü larvalar, 9 cm lik petri kabı içerisindeki 6 cm lik petri kabı kapağı ve bunun üzerine yerleştirilen 3.5 cm çapında kurutma kağıdı ile

kurutma kağıdının uçlarını ıslatacak kadar su içeren White Tuzağına(White, 1927) pens yardımı ile yerleştirilmiştir (Şekil 5). Kadavralar içerisinde çoğalan ve çıkış yapan 3.dönem (J3=IJ) entomopatojen nematodların bulunduğu su, cam beherlere aktarılarak suyun içerisindeki istenmeyen parçacıkları uzaklaştırmak için 3 kez distile su ile yıkanmıştır (Kaya and Stock, 1997)**.**

Temizlenen entomopatojen nematodlar ringer solüsyonunda mililitresinde yaklaşık 2000 infektif juvenil olacak şekilde 120 ml flask kabına 50 ml konularak 8°C'deki buzdolabında denemelerde kullanılmak üzere depolanmıştır.



Şekil 6 White tuzağına alınmış EPN enfekteli *Galleria mellonella* larvaları

Tablo 1 Denemelerde kullanılan entomopatojen nematod izolatları (Canhilal et al., 2016 ve 2017)

EPN türü	Irk	Habitat	Konumu	Genbank erişim numarası
H. bacteriophora	FLH-4-H	Meyve bahçesi	Felahiye-Kayseri	KX462939
H.indica	216-H	Zeytin	Afşin-Kahramanmaraş	KP970842
S. carpocapsae	E-76	Mera	Tomarza-Kayseri	KX462907
S.bicornotum	MGZ4-S	Çilek	Erciyes Üniversitesi kampüsü-Kayseri	KX462912

2.4. Denemelerde kullanılan pestisitler ve bitkisel yağlar

Çalışmada, 20 ml/100 lt dozunda 240 g/l sulfoxaflor (BREAKER™ 240 SC), 1250 ml/ 100 lt oranında 850 g/l Mineral Yağ, 1000 ml/100 lt oranında 10 g/l Azadiraktin A (NeemAzal T/S) insektisitleri ve kekik yağı(3 ml/100 lt) kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2 İnsektisit ve bitkisel yağların etken maddesi, tavsiye edilen dozu, formülasyonu ve firma bilgisi

Etken madde	Ticari adı	Doz	Formülasyon	Firma
Mineral Yağ 850 g/l	KORUMA YAZLIK YAĞI (İMAL)	1250 ml/100 lt	SL	Koruma Klor Alkali San. Ve Tic. A.Ş., Derince KOCAELİ
Sulfoxaflor 240 g/l	BREAKER™ 240 SC	20 ml/100 lt	SC	Dow Agroscıences A.Ş., İçerenköy Mah. Umut Sok. No:10/12 AND Kat:3 Ataşehir İSTANBUL
Azadiraktin 10 g/l	NeemAzal T/S	1000 ml/100 lt	EC	Trıfolıo-M Gmbh Herstellung Und Vertrıeb Hochreıne Bıosubstanzen, Beyoğlu İSTANBUL
Kekik yağı(saf)	Kekik yağı	3 ml/100 lt		Doğan Baharatçılık Kimyevi Maddeler Tic. ve San. A.Ş., Fatih/İSTANBUL

2.5. Canlılık Testleri

Her EPN türü için ayrı ayrı 6000 IJ/2 ml saf su konsantrasyonu ile belirlenen dozlarda insektisit ve bitkisel yağlar eklenip, hazırlanan solüsyonlar Well Plate'lere 4 tekürrür olacak şekilde aktarılmıştır (Şekil 6). Bu solüsyonlar, inkübatörde 25±2°C'de 3 gün bekletilerek 24, 48 ve 72 saat saat aralıklarla kontrol edilerek IJ canlılıkları kaydedilmiştir.



Şekil 7 Canlılık testi solüsyonlarının hazırlanması ve Well Plate'e aktarımı

2.6. Mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

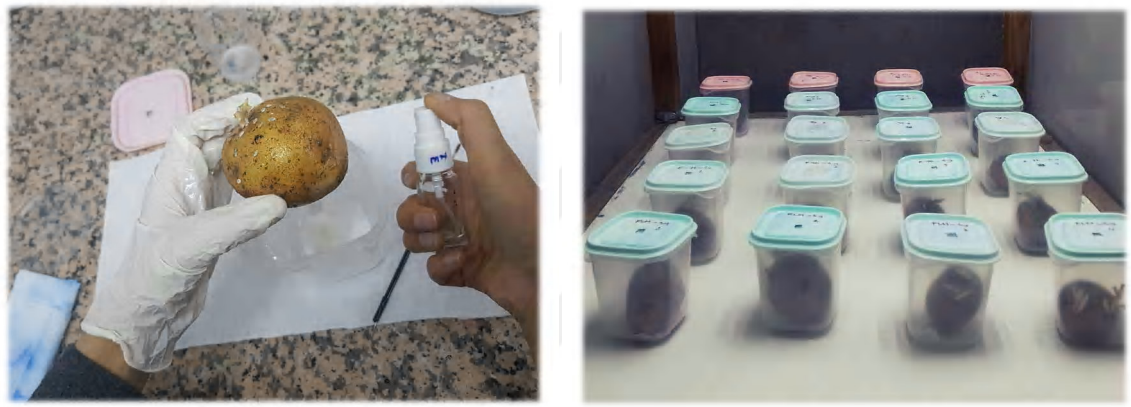
Planococcus citri' nin yumurta bırakmamış dişileri ile yürütülen çalışmada denemeler, 10x8x8cm ebadındaki havalandırma deliği açılmış plastik kaplarda kurulmuştur. Kapların altını kaplayacak şekilde filtre kâğıtları aktarılıp üzerine filizlendirilmiş patatesler yerleştirilmiştir ve her kaba 20 unlubit bireyi aktarılmıştır.

EPN'lar(*S. carpocapsae*, *S. bicornotum*, *H. bacteriophora*, *H. indica*) , insektisitler ve bitkisel yağlar için ayrı ayrı ve bununla birlikte, EPN'ların insektisit ve bitkisel yağlarla kombinasyonu(1 tekerrür: 6000 IJs/2 ml su + 850 g/l Mineral Yağ, 240 g/l sulfoxaflor, 10 g/l Azadiraktin A, kekik yağı) halinde solüsyonlar hazırlanmıştır.

Belirtilen denemeler için hazırlanan solüsyonlar, unlubit aktarılmış patateslere sprey yardımıyla patates üzerine püskürtülmüştür. Uygulama yapılmış patateslerin kaplara aktarılırken, unlubitlerin ezilmesini engellemek için uygulama esnasında bireylerin patatesin üst tarafında olmasına dikkat edilmiştir. Tüm denemeler 4 tekerrür halinde kurulmuştur. Kontrol olarak da saf su uygulamaları yapılmıştır. Deneme kapları,

25±1°C'de, %60±10 orantılı nem koşullarının sağlandığı iklim odalarında bekletilmiştir (Şekil 7).

Deneme kapları 25±2°C sıcaklıkta, %60±10 orantılı nem ve 16:8 saat aydınlanma rejimine sahip iklimlendirme odalarında tutulmuştur. Denemeler sırasıyla 24, 48 ve 72 saatlik aralıklarla kontrol edilip kayıt altına alınmıştır. Unlubit mücadelesinde ruhsatlı olan mineral yağ ve sulfoxaflorun, zararlı üzerindeki uzun süreli etkisini gözlemlemek amacıyla, unlubite sadece mineral yağ ve sulfoxaflor denemelerinin 24s, 48s ve 72s kontrollerinin yanısıra 7. ve 14. günde de kontrolleri yapılmıştır.



Şekil 8 Uygulamaların yapılması ve iklim kabinine yerleştirilmesi

2.6. Veri analizi

Kontrol uygulamalarında, *P. citri* bireylerinde ölüm gerçekleşmedeğinden analizlerden önce oranlarda düzeltme yapılmamıştır. Tüm deneme sonuçları SPSS İstatistik Programında (22.0 Versiyonu) analiz edilmiştir. Ana faktörler ve interaksiyonlarının *Planoccus citri* üzerinde zamana bağlı olarak meydana getirdiği ölüm oranları çok yönlü varyans analizi (MANOVA) ile yapılmıştır. Her uygulama faktörleri arasında ortalama(± standart hata) değerleri (EPN canlılık oranları ve P. citri ölüm oranları) karşılaştırmak için P≤0.05'teki Duncan çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır.

3. BÖLÜM

BULGULAR

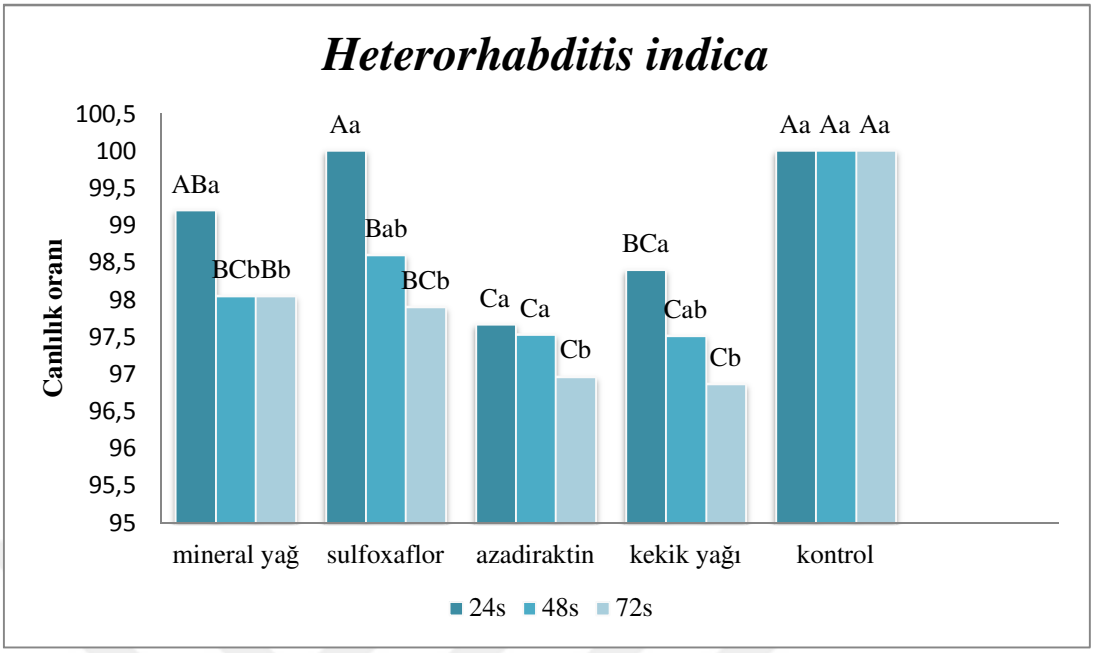
3.1 Canlılık testleri

Yapılan canlılık testleri sonucunda 24, 48 ve 72 saat aralıkla yapılan kontrollerde EPN izolatlarındaki canlılık oranlarını %92,8 ile %98 arasında farklılık göstermiştir. 72 saat sonunda, mineral yağa en dirençli EPN türü %98 oranla *H. indica* olurken en düşük direnç gösteren tür %92,8 oranla *S. carpocapsae* türü olmuştur. Sulfoxaflor uygulamalarında EPN türleri arasındaki direnç farkının daha az olduğu görülmüştür. *H. indica* %97,9 oranla en yüksek canlılık gösterirken %96,2 oranla en düşük canlılık gösteren EPN türü *S. carpocapsae* olmuştur. Azadiraktine karşı en hassas tür %93,6 canlılık oranıyla *S. carpocapsae*, en direçli türün %96,9 canlılıkla *H. indica* olduğu görülmüştür. Kekik yağının EPN türlerinin canlılığı üzerindeki etkisine bakıldığında ise en dirençli tür *S. carpocapsae* (%97,9) olduğu, hassas türün ise *S. bicornotum* (%94,1) olduğu görülmüştür (Tablo 3). *S. carpocapsae*, maruz kaldığı 4 katkı maddesinden 3 tanesine (mineral yağ, sulfoxaflor ve azadiraktin) karşı en hassas EPN türü olmuştur. Bununla birlikte Steinernema cinsine ait EPN türlerinin uygulamalara maruz kaldıktan sonra hareketliliklerinin büyük oranda azaldığı gözlemlenmiştir.

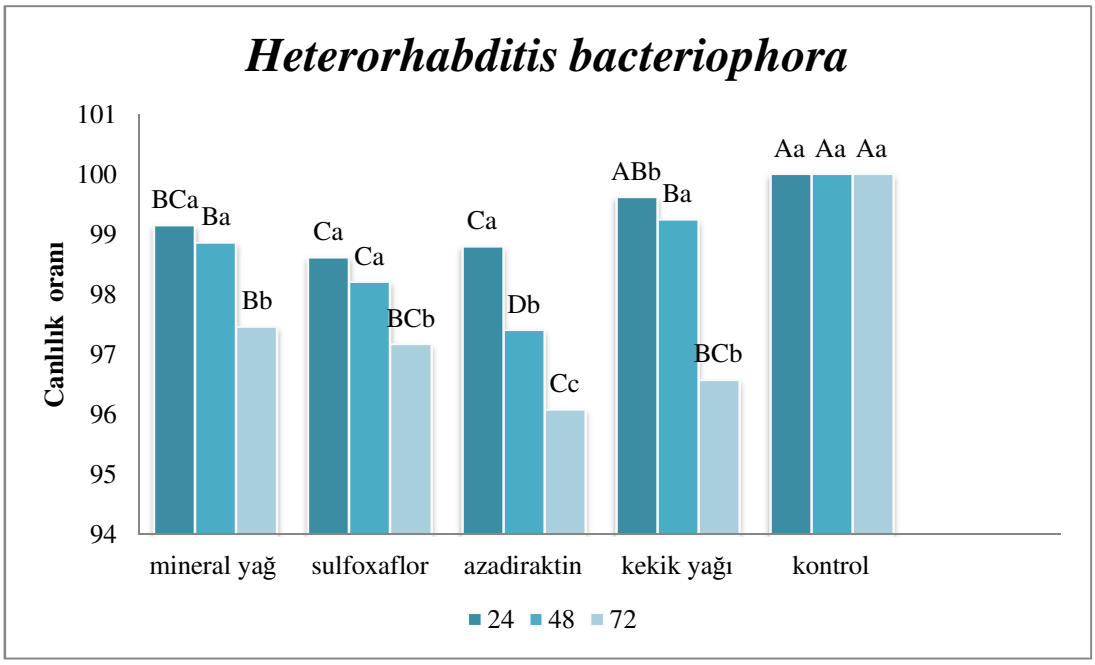
Tablo 3 EPN türlerinin katkı maddelerine maruz kaldıktan sonra zaman içinde ortalama canlılık oranı(% ± SH)

Heterorhabditis indica				***Heterorhabditis bacteriophora***			
Testler	**24s**	**48s**	**72s**	**Testler**	**24s**	**48s**	**72s**
my	99,2±0,5	98±0,2	98±0,2	**my**	99,1±0,2	98,9±0,1	97,5±0,6
	ABa	BCb	Bb		BCa	Ba	Bb
slfx	100±0	98,6±0,4	97,9±0,7	**slfx**	98,6±0,2	98,2±0,2	97,2±0,4
	Aa	Bab	BCb		Ca	Ca	BCb
azd	97,7±0,1	97,5±0,1	96,9±0,1	**azd**	98,8±0,2	97,4±0,3	96,1±0,1
	Ca	Ca	Cb		Ca	Db	Cc
ky	98,4±0,4	97,5±0,4	96,9±0,2	**ky**	99,6±0,1	99,2±0,2	96,6±0,4
	BCa	Cab	Cb		ABa	Ba	BCb
kontrol	100±0	100±0	100±0	**kontrol**	100±0	100±0	100±0
	Aa	Aa	Aa		Aa	Aa	Aa
Steinernema carpocapsae				***Steinernema bicornotum***			
Testler	**24s**	**48s**	**72s**	**Testler**	**24s**	**48s**	**72s**
my	99,3±0,2	98,6±0,2	92,8±0,9	**my**	98,2±0,2	97,7±0,1	97,4±0,2
	Ba	Ba	Db		Ba	Bab	Bb
slfx	99,1±0,2	98,5±0,4	96,2±0,7	**slfx**	98,7±0,2	98,1±0,1	97,7±0,2
	Ba	Ba	Cb		Ba	Bb	Bb
azd	99,7±0,2	99,1±0,1	93,6±0,2Dc	**azd**	98,3±0,3	95,7±0,4	95,5±0,3
	ABa	Bb			Ba	Cb	Cb
ky	99,1±0,3	98,8±0,3	97,9±0,1	**ky**	96,9±0,2	96,4±0,2	94,1±0,6
	Ba	Ba	Bb		Ca	Ca	Db
kontrol	100±0	100±0	100±0	**kontrol**	100±0	100±0	100±0
	Aa	Aa	Aa		Aa	Aa	Aa

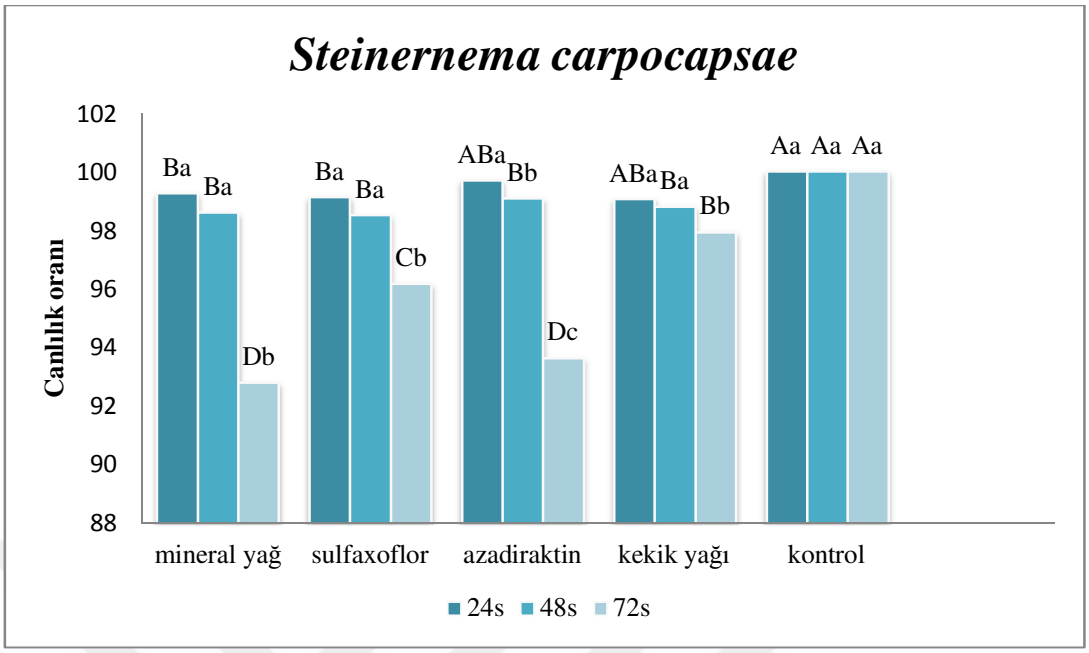
Aynı satır içerisindeki küçük harfli ortalamalar, aynı sütun içerisindeki büyük harfli ortalamalar istatistiki olarak farklı değildir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $P \leq 0.05$). Her EPN türü için canlılık oranları kendi içerisinde değerlendirilmiştir. my-mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky-kekik yağı



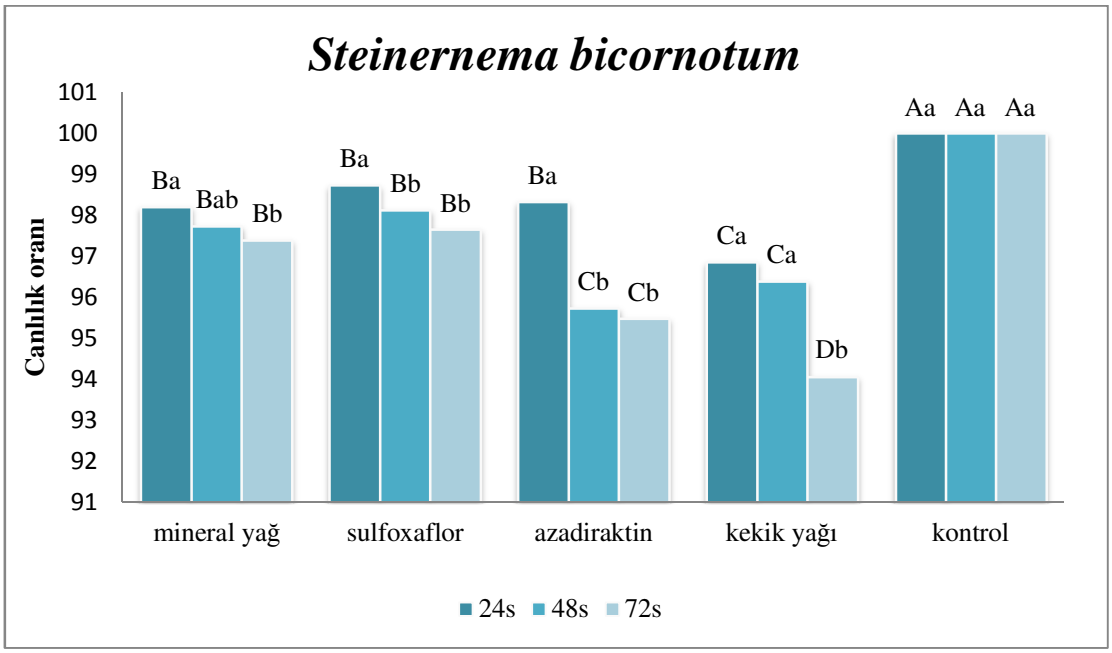
Şekil 9 Katkı maddelerine maruz kalan *Heterorhabditis indica* canlılık oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistiki olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05)



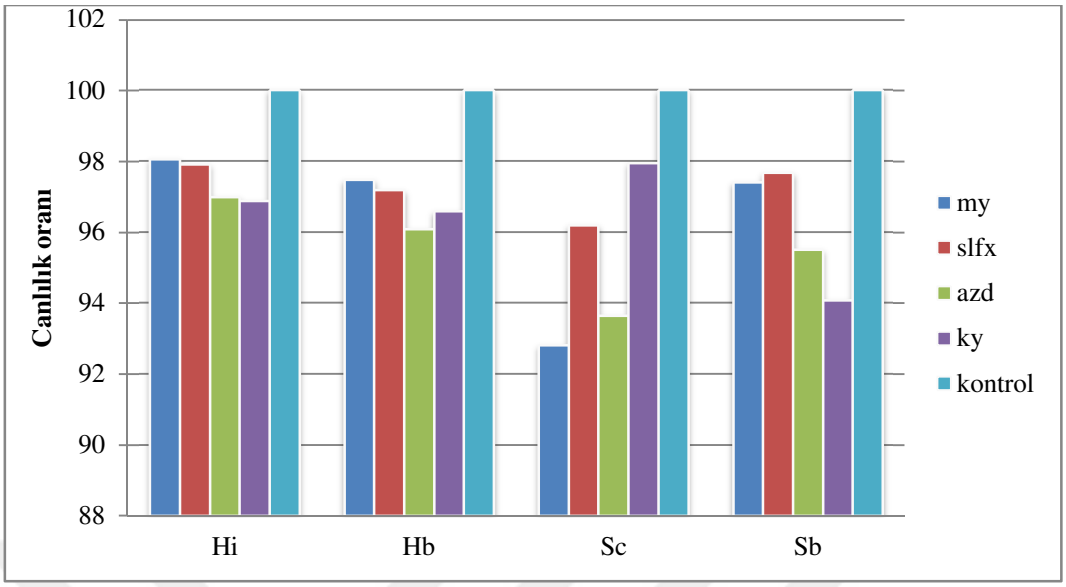
Şekil 10 Katkı maddelerine maruz kalan *Heterorhabditis bacteriophora* canlılık oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistiki olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05)



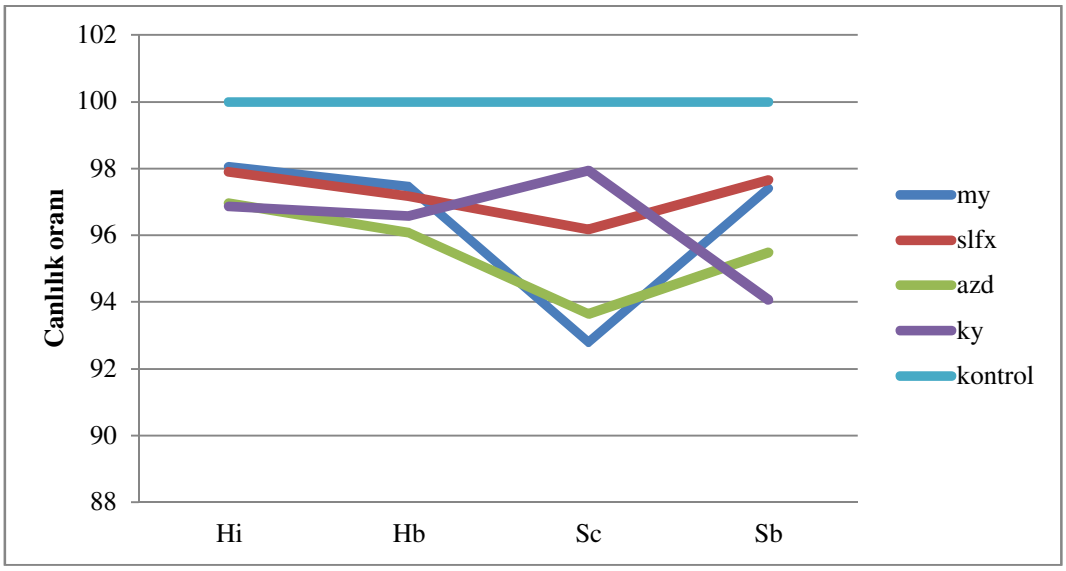
Şekil 11 Katkı maddelerine maruz kalan *Steinernema carpocapsae* canlılık oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistiki olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05)



Şekil 12 Katkı maddelerine maruz kalan *Steinernema bicornotum* canlılık oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistiki olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05)



Şekil 13 Katkı maddelerine maruz kalan tüm EPN türlerindeki canlılık oranı (%) (Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, my- mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağı)



Şekil 14 Katkı maddelerine maruz kalan EPN türlerindeki canlılık oranı (%) Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, my- mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağ)

3.2 Mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

Tablo 4 Ana faktörler ve interaksiyonlarının *Planoccus citri* üzerinde zamana bağlı olarak meydana getirdiği ölüm oranlarının çok yönlü varyans analizi (MANOVA) parametreleri

Faktörler	Bağımlı değişken	df	F	P
EPN	**24s**	3	8.416	.000
	48s	3	9.558	.000
	72s	3	9.285	.000
Katkı maddesi	**24s**	3	65.208	.000
	48s	3	110.871	.000
	72s	3	49.312	.000
EPN x Katkı maddesi	**24s**	9	5.545	.000
	48s	9	5.718	.000
	72s	9	3.132	.005

Turunçgil unlubitinde meydana gelen ölüm oranları üzerinde tüm ana faktörlerin istatistiki açıdan önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

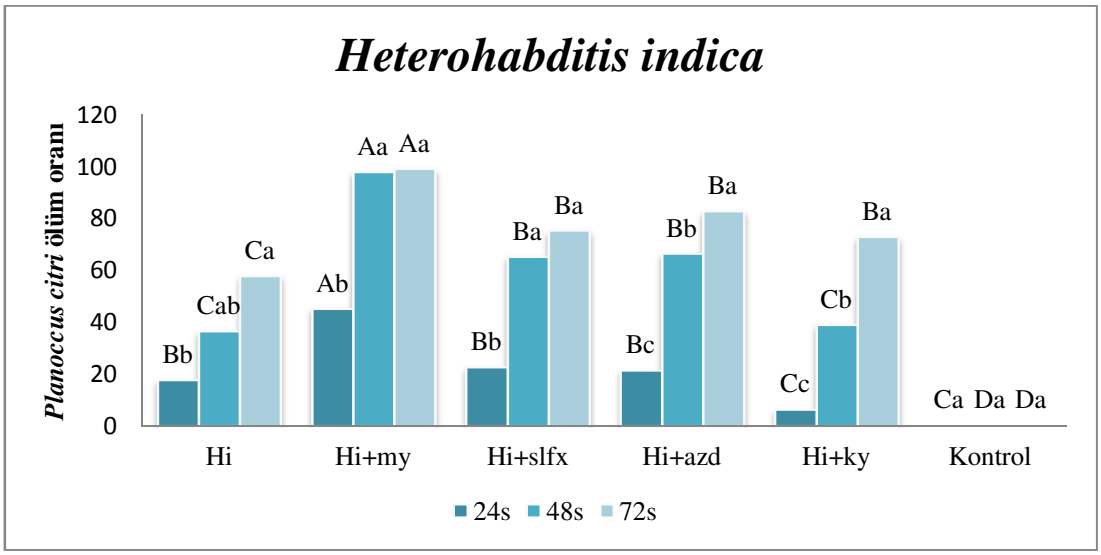
Tablo 5 EPN türleri ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *Planococcus citri* üzerinde 24, 48 ve 72 saatte meydana getirdiği ölüm oranları (% ± SH)

Heterorhabditis indica				***Heterorhabditis bacteriophora***			
	24s	**48s**	**72s**		**24s**	**48s**	**72s**
Sadece EPN	17,5±5,9 Bb	36,2±5,9 Cab	57,5±8,3 Ca	**Sadece EPN**	20±4.1 Cb	42,5±5,9 Ca	61,2±7,2 Ba
my	45±3,5 Ab	97,5±2,5 Aa	98,7±1,2 Aa	**my**	61,2±5,1 Ab	98,7±1,2 Aa	98,7±1,2 Aa
slfx	22,5±1,4 Bb	65±5,4 Ba	75±5 Ba	**slfx**	28,7±4,3 Cc	51,2±5,9 Cb	71,2±4,3 Ba
azd	21,2±3,1 Bc	66,2±5,4 Bb	82,5±4,3 Ba	**azd**	43,7±7,5 Bb	78,7±3,1 Ba	87,5±2,5 Aa
ky	6,2±2,4 Cc	38,7±4,3 Cb	72,5±4,3 Ba	**ky**	2,5±1,4 Dc	16,2±5,5 Db	46,2±4,7 Ca
Kontrol	0±0 Ca	0±0 Da	0±0 Da	**Kontrol**	0±0 Da	0±0 Ea	0±0 Da
Steinernema carpocapsae				***Steinernema bicornotum***			
	24s	**48s**	**72s**		**24s**	**48s**	**72s**
Sadece EPN	8,7±2,4 Cc	41,2±4,3 Cb	60±5 Ca	**Sadece EPN**	8,7±5,1 BCc	28,7±4,3 Cb	45±5,4 Ca
my	46,2±4,3 Ab	77,5±4,3 Aa	92,5±5,9 Aa	**my**	40±7,4 Ab	71,2±4,3 Aa	80±2,9 Aa
slfx	52,5±8,3 Ab	65±7,4 ABab	80±5,4 ABa	**slfx**	13,7±2,4 Bc	41,2±2,4 Bb	65±3,5 Ba
azd	26,2±2,4 Bc	57,5±3,2 Bb	71,2±4,7 BCa	**azd**	35±3,5 Ab	66,2±4,3 Aa	76,2±4,3 ABa
ky	11,2±2,4 Cc	40±5,4 Cb	61,2±4,7 Ca	**ky**	1,2±1,2 BCc	21,2±6,2 Cb	43,7±6,2 Ca
Kontrol	0±0 Ca	0±0 Da	0±0 Da	**Kontrol**	0±0 Ca	0±0 Da	0±0 Da

Aynı satır içerisindeki küçük harfli ortalamalar, aynı sütun içerisindeki büyük harfli ortalamalar istatistikî olarak farklı değildir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Her EPN türü kombinasyonları kendi içerisinde değerlendirilmiştir. my- mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağı

3.2.1 Katkı maddelerinin, *H. indica*'nın *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

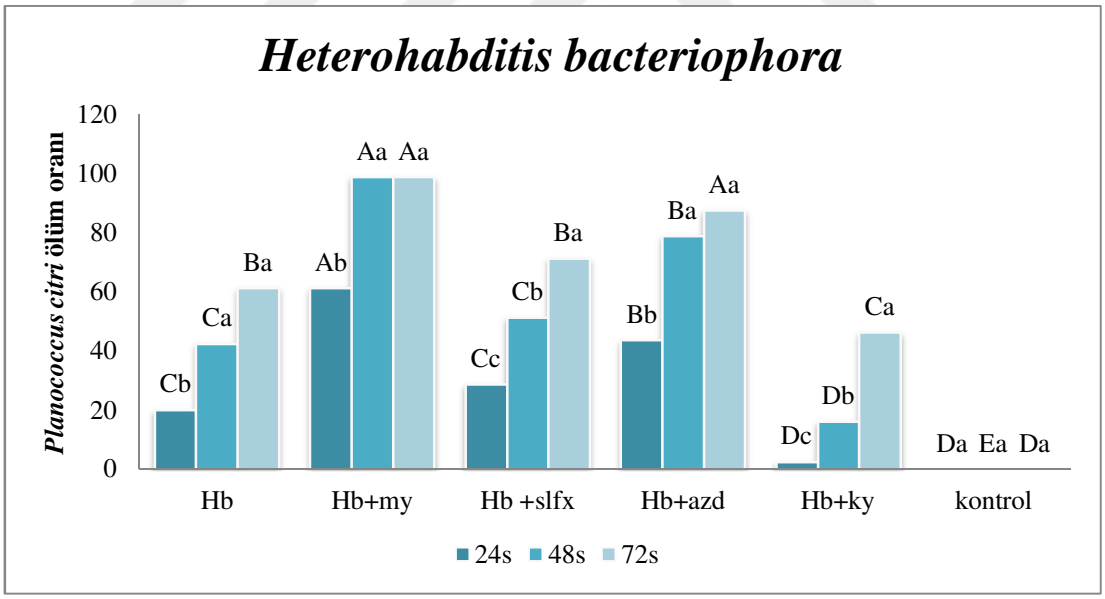
Elde edilen sonuçlar, katkı maddelerinin *H. indica*'da 72 saatlik periyot sonucunda EPN etkinliği üzerine negatif yönde bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. *Planococcus citri*'de meydana gelen ölüm oranı uygulama çeşidine göre farklılık göstermiştir. 24 saatlik periyot sonucunda *H. indica*-mineral yağ kombinasyonu, diğer kombinasyonlara kıyasla zararlıda daha yüksek oranda ölüme neden olmuştur(%45). Sulfoxaflor ve azadiraktin kombinasyonları ile sadece EPN uygulaması arasında istastiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir (sırasıyla %22,5, %21,2 ve %17,5). Kekik yağı kombinasyonunda ise en düşük oranda(%6,2) ölüm meydana gelip, kontrole kıyasla önemli bir fark göstermemiştir. *H. indica* ve kombinasyonlarının *Planococcus citri* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi değerlendirildiğinde, *H. indica*- mineral yağ uygulamasında 48 saat sonunda %97,5 ölüm oranıyla sinerjistik etkileşim gösterdiği saptanmıştır. Fakat diğer kombinasyonlarda da yalnız EPN uygulamasına kıyasla daha yüksek oranda ölüm meydana geldiği görülmüştür. 72 saat sonunda yalnız EPN uygulamasında %57,5 oranında *P.citri* ölümü meydana gelirken mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağları kombinasyonlarında sırasıyla %98,7, %75, %82,5, %72,5 oranlarında ölüm gerçekleşmiştir (Tablo 5 ve Şekil 14).



Şekil 15 *H. indica* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak fark bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, my-mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky-kekik yağı

3.2.2 Katkı maddelerinin, *H. bacteriophora*'nın *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

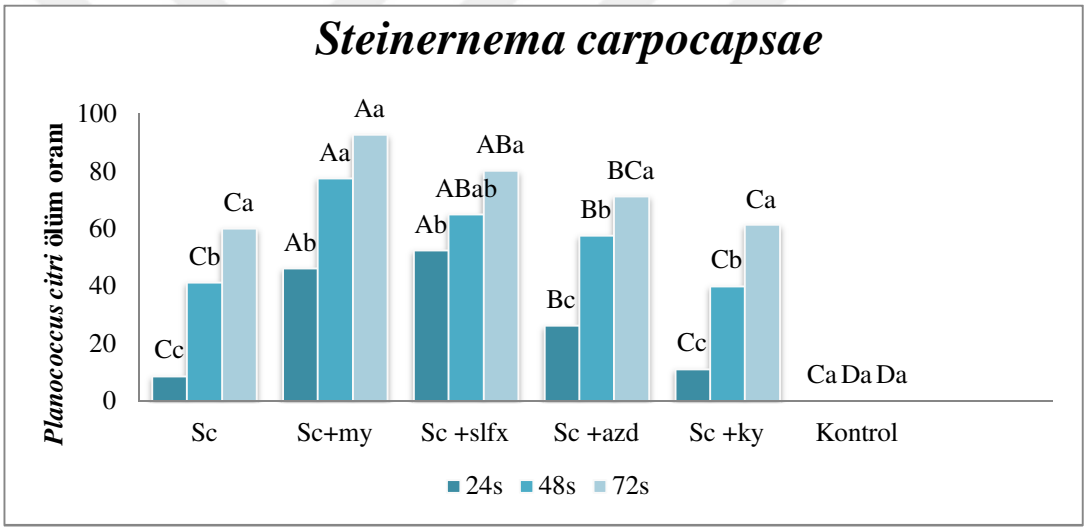
Yalnız *H. bacteriophora* ve katkı maddesi kombinasyonlarının unlubit üzerindeki etkinliğine bakıldığında, 24 saatlik periyotta, sulfoxaflor kombinasyonunun %28.7 ölüm oranıyla sadece EPN uygulaması(%20) arasında istatistiki açıdan fark göstermediği görülmüştür. 24 saat sonunda en yüksek ölüm oranı mineral yağ kombinasyonunda görülürken, kekik yağı kombinasyonun %46,2 oranında ölüm meydana getirerek *H. bacteriophora* üzerine negatif yönde bir etki gösterdiği görülmüştür. 72 saat sonunda zararlıda en yüksek ölümün %98,7, %87,5 oranlarıyla mineral yağ ve azadiraktin kombinasyonlarında meydana gelmiştir. Sulfoxaflor kombinasyonu ve sadece H.bacteriophora uygulamalarında sırasıyla %71,2, %61,2 oranlarında ölüm gerçekleşirken kekik yağı kombinasyonunda %46,2 ölüm oranıyla *H. bacteriophora* üzerinde antogonistik etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 5 ve Şekil 15).



Şekil 16 *Heterorhabditis bacteriophora* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan, P≤0.05). Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, my- mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağı

3.2.3 Katkı maddelerinin, *S. carpocapsae*'nin *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

S. carpocapsae ile yapılan uygulamalarda, sulfoxaflor kombinasyonunun ilk 24 saatte %52,5 ölüm oranıyla en hızlı etkiye sahip olduğu fakat mineral yağ kombinasyonu(%46,2) ile aralarında istatistiki bir fark olmadığı görülmüştür. Hiçbir uygulama çeşidi EPN etkinliğine negatif bir etki sağlamamıştır. 48 saatte ölüm oranları %40 ile %77,5 arasında değişirken 72 saat sonunda en yüksek ölüm oranlarının sırasıyla mineral yağ (%92.5) ve sulfoxaflor (%80) kombinasyonlarında gerçekleşmiştir. Sadece *S. carpocapsae*, azadiraktin kombinasyonu ve kekik yağı kombinasyonunda sırasıyla %60, %71,2, %61,2 oranlarında ölüm meydana gelmiştir (Tablo 5 ve Şekil 16).

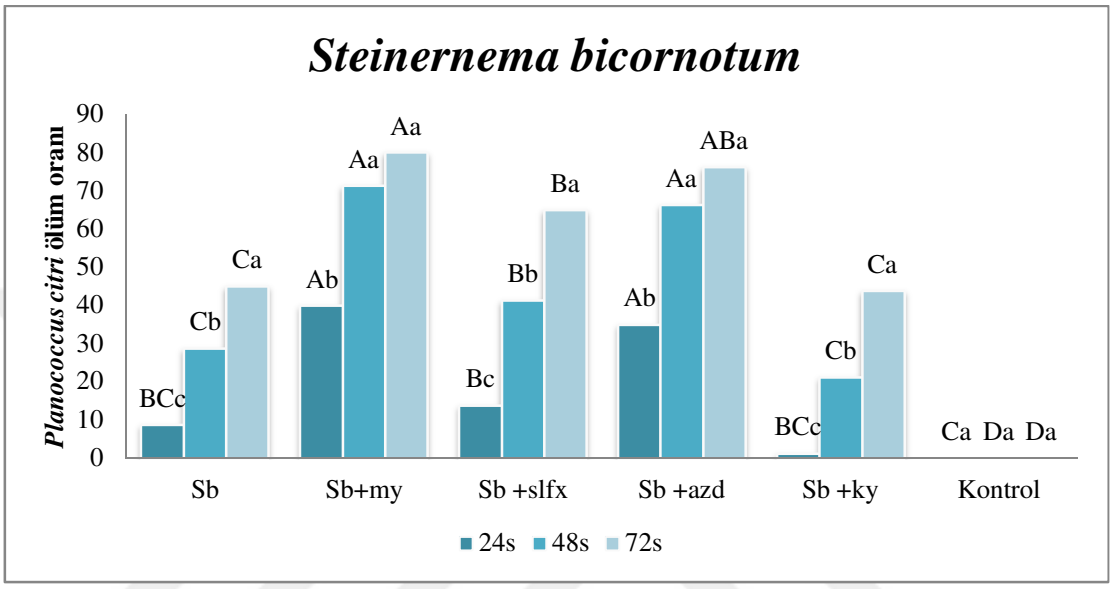


Şekil 17 *Steinernema carpocapsae* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Sc-*Steinernema carpocapsae*, my-mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağı

3.2.4 Katkı maddelerinin, S. *bicornotum*'un *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

S. bicornotum uygulamalarıyla gerçekleşen unlubit ölüm oranları %43,7 ile %80 arasında değişiklik göstermiştir. Diğer EPN türlerinde olduğu gibi en yüksek oranda ölüm %80 oranla mineral yağ kombinasyonunda gerçekleşirken en düşük %43,7 ile kekik yağı kombinasyonunda meydana gelmiştir. Fakat bu, sadece *S. bicornotum*

uygulamasıyla karşılaştırıldığında istatistiki açıdan bir önem taşımadığı görülmektedir. Sadece *S. bicornotum* uygulamasında %45 oranında ölüm meydana gelirken sulfoxaflor ve azadiraktin kombinasyonlarında sırasıyla %65, %76,2 oranlarında ölüm gerçekleşmiştir (Tablo 5 ve Şekil 17).



Şekil 18 *Steinernema bicornotum* ve katkı maddeleri kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Sb- *Steinernema bicornotum*, my- mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky- kekik yağı

Tablo 6 Katkı maddelerinin, EPN türleri ile kombinasyonuyla *Planococcus citri* üzerinde 24, 48 ve 72 saatte meydana gelen ölüm oranları(% ± SH)

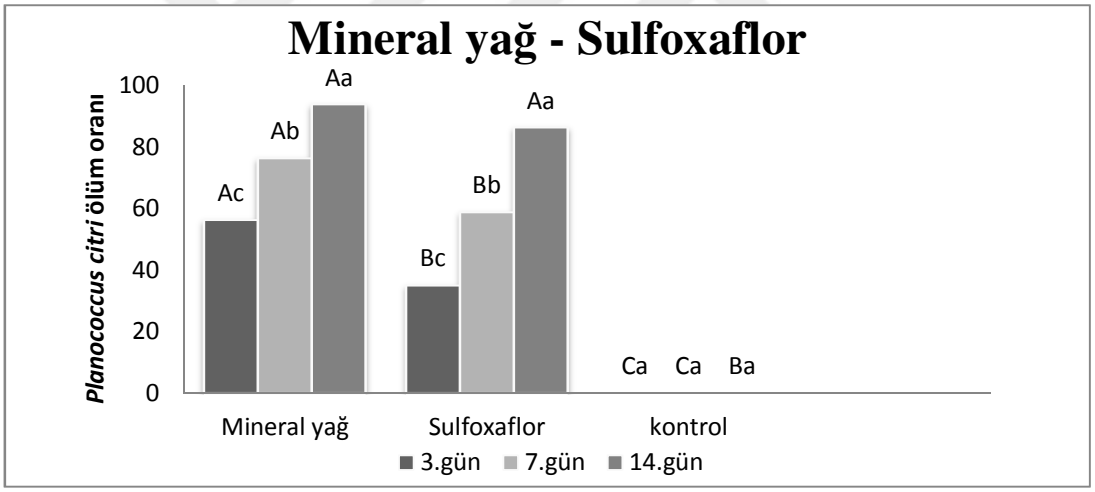
Mineral yağ				**Sulfoxaflor**			
	24s	**48s**	**72s**		**24s**	**48s**	**72s**
Sadece katkı maddesi	21,2±1,2 Cc	38,7±3,7 Cb	56,2±5,2 Ca	**Sadece katkı maddesi**	10±2 CDb	26,2±4,3 Ca	35±5,4 Ca
Hi	45±3,5 Bb	97,5±2,5 Aa	98,7±1,2 Aa	**Hi**	22,5±1,4 BCb	65±5,4 Aa	75±5 ABa
Hb	61,2±5,1 Ab	98,7±1,2 Aa	98,7±1,2 Aa	**Hb**	28,7±4,3 Bc	51,2±5,9 ABb	71,2±4,3 ABa
Sc	46,2±4,3 Bb	77,5±4,3 Ba	92,5±5,9 Aa	**Sc**	52,5±8,3 Ab	65±7,4 Aab	80±5,4 Aa
Sb	40±7,3 Bb	71,2±4,3 Ba	80±2,9 Ba	**Sb**	13,7±2,4 Cc	41,2±2,4 Bb	65±3,5 Ba
Kontrol	0±0 Da	0±0 Da	0±0 Da	**Kontrol**	0±0 Da	0±0 Da	0±0 Da
Azadiraktin				**Kekik yağı**			
	24s	**48s**	**72s**		**24s**	**48s**	**72s**
Sadece katkı maddesi	5±2,9 Db	15±4,6 Cb	30±5,8 Ca	**Sadece katkı maddesi**	1,2±1,2 BCb	1,2±1,2 Cb	15±5,4 Ca
Hi	21,2±3,1 Cc	66,2±2,4 Bb	82,5±4,3 ABa	**Hi**	6,2±2,4 Bc	38,7±4,3 Ab	72,5±4,3 Aa
Hb	43,7±7,5 Ab	78,7±3,1 Aa	87,5±2,5 Aa	**Hb**	2,5±1,4 ABc	16,2±5,5 Bb	46,2±4,7 Ba
Sc	26,2±2,4 BCc	57,5±3,2 Bb	71,2±4,7 Ba	**Sc**	11,2±2,4 Ac	40±5,4 Ab	61,2±4,7 Aa
Sb	35±3,5 ABb	66,2±4,3 Ba	76,2±4,3 ABa	**Sb**	1,25±1,2 BCc	21,2±6,2 Bb	43,7±6,2 Ba
Kontrol	0±0 Da	0±0 Da	0±0 Da	**Kontrol**	0±0 Ca	0±0 Ca	0±0 Da

Aynı satır içerisindeki küçük harfli ortalamalar, aynı sütun içerisindeki büyükharfli ortalamalar istatistikî olarak farklı değildir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Her katkı maddesi ve EPN türü kombinasyonu kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*

Tablo 7 Mineral yağ ve Sulfoxaflor'un *Planococcus citri* üzerindeki uzun süreli etkisi

Uyg.	3.gün	7.gün	14.gün
my	56,2±5,1 Ac	76,2±3,7 Ab	93,7±3,7 Aa
slfx	35±5,4 Bc	58,7±4,3 Bb	86,2±2,4 Aa
Kontrol	0±0 Ca	0±0 Ca	0±0 Ba

Aynı satır içerisindeki aynı küçük harfli ortalamalar, aynı sütun içerisindeki aynı büyük harfli ortalamalar istatistikî olarak farklı değildir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05).

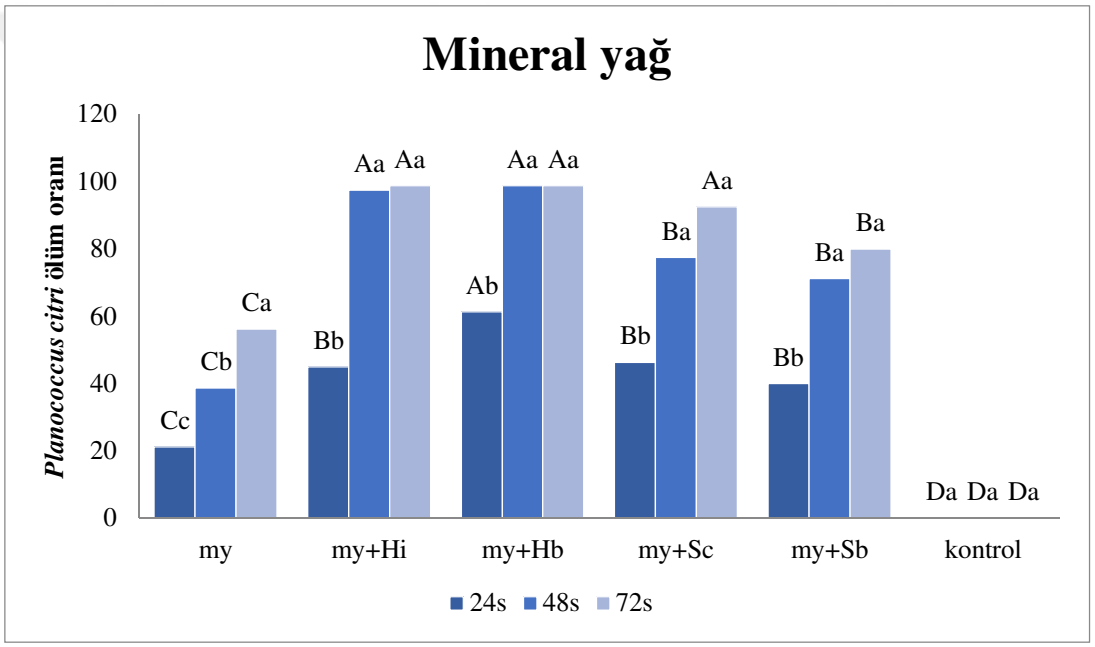


Şekil 19 Mineral yağ ve sulfoxaflorun 3, 7 ve 14 günde, *Planococcus citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05).

3.2.5 Mineral yağın, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

Mineral yağın EPN türleri ile kombinasyonlarına bakıldığında, tüm EPN türleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Sadece mineral yağ uygulamasıyla 72 saat sonunda, unlubit üzerinde %56,2 oranında ölüm gerçekleşirken *H. indica, H. bacteriophora, S. carpocapsae* ve *S. bicornotum* kombinasyonlarında sırasıyla %98,7, %98,7, %92,5,

%80 oranlarında ölüm gerçekleşmiştir (Tablo 6, Şekil 19). Mineral yağın unlubit üzerindeki etkisini yavaş göstermesi nedeniyle 7. gün sonunda %76,2 oranında ölüm gerçekleşirken 14. gün sonunda %93,7 ölüm gerçekleşebilmiştir (Tablo 7 ve Şekil 18). Sadece mineral yağ uygulamasıyla 14 günde meydana gelen ölüm oranının Heterohabditis EPN'ları ile yapılan kombinasyonlarda 48 saatte ve daha yüksek bir oranda gerçekleştiği görülmektedir. Bununla birlikte *S. carpocapsae*'nin de 72 saatte bu orana yaklaştığı görülmektedir. Mineral yağ ile EPN türleri arasında yüksek oranda simbiyotizm gerçekleşip aynı zamanda, ortamda yüksek oranda nem sağlayarak EPN'ları kurumaya karşı koruyarak etkinliğine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

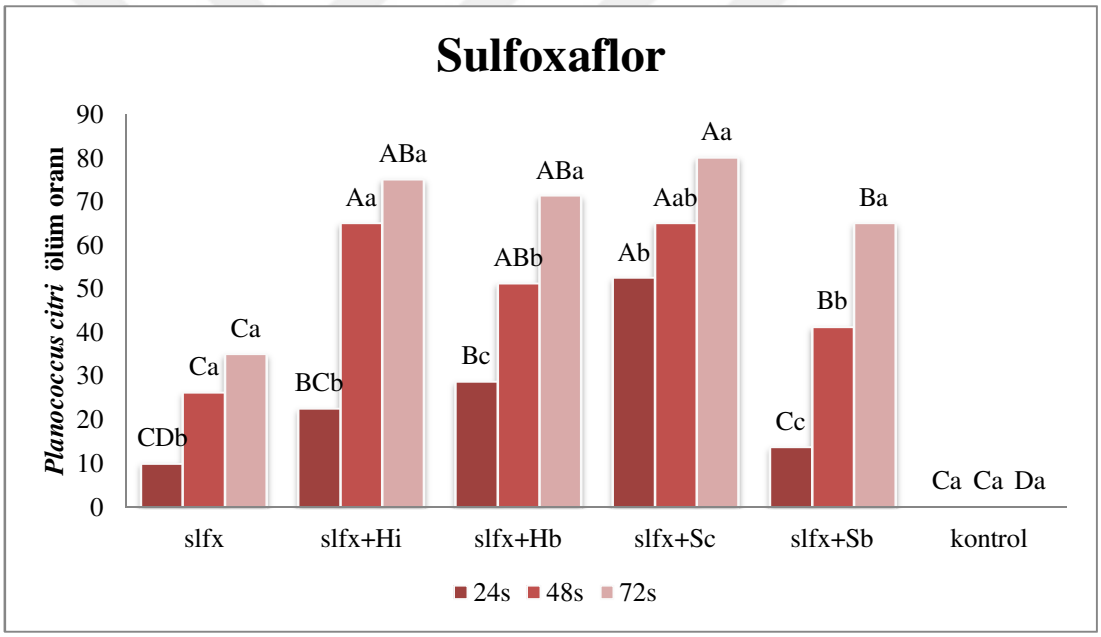


Şekil 20 Mineral yağ ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, my- mineral yağ

3.2.6 Sulfoxaflorun, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

Sulfoxaflor unlubite uygulandığında, etkisi kısa sürede gözlemlenebilen fakat böceğin ölmesini uzun sürede gerçekleştiren bir insektisittir. Zararlıya sadece sulfoxaflor uygulmasının 3. gününde zararlıda %35 oranında ölüm meydana gelirken, bu oran 7.

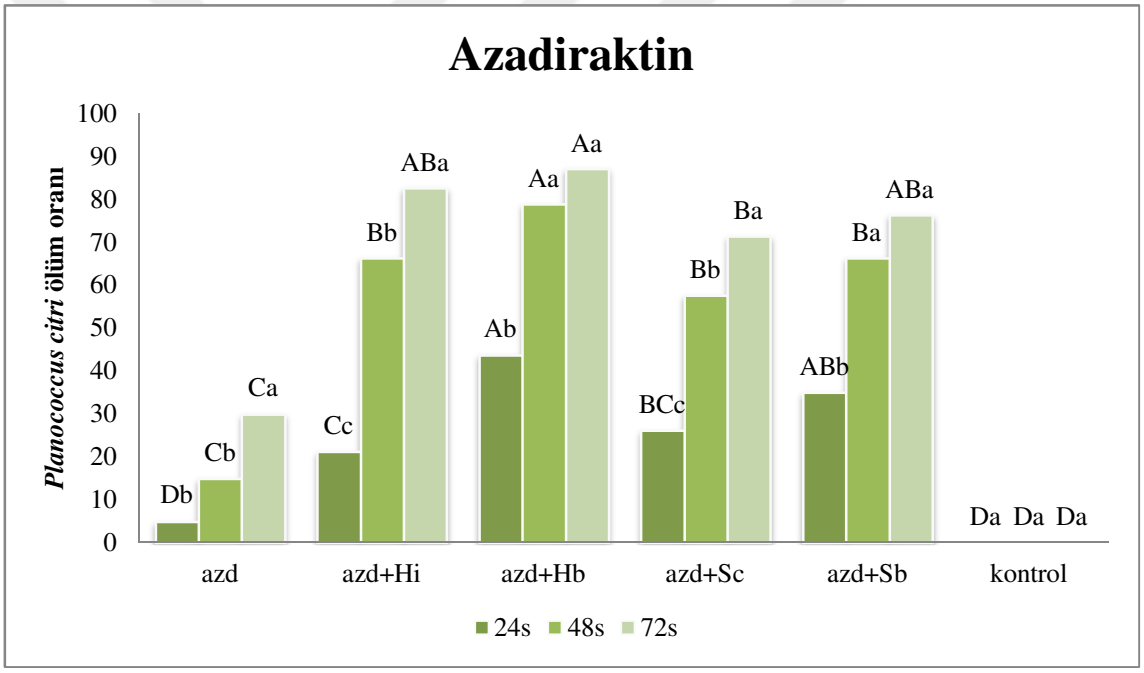
günde %58,7 e çıkmış olup 14. gün sonunda %86,2 oranında ölüm gerçekleşmiştir (Tablo 7, Şekil 18)). İnsektisit, EPN'larla kombinasyon halinde uygulandığında ise %80 ölüm oranıyla en yüksek ölüm *S. carpocapsae* ile kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Fakat bu oran, insektisitin *H. bacteriophora* (%75) ve *H. indica* (%71,2) ile kombinasyonu ile istatistiki açıdan fark göstermemiştir. En düşük ölüm oranı da *S. bicornotum* kombinasyonunda meydana gelirken, tüm kombinasyonlarda zararlının, sadece sulfoxaflor uygulamasına kıyasla daha kısa sürede öldüğü görülmektedir. Sulfoxaflorun zararlı üzerinde gösterdiği etkiyle, zararlının vücut yapısı meydana gelen değişimler (vücut yapısında küçülme, mumyalaşma) nedeniyle, EPN için elverişli halini kaybetmektedir. Bu sebeple, 72 saat sonrası meydana gelen ölümlerden, EPN kaynaklı ölüm beklenmemektedir (Tablo 6 ve Şekil 20).



Şekil 21 Sulfoxaflor ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, slfx-sulfoxaflor

3.2.7 Azadiraktinin, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

Yapılan azadiraktin uygulamalarında, azadiraktinin zararlı üzerindeki etkisinin az olduğu görülmüştür. Sadece azadiraktin uygulamasında, 48 saat sonra zararlıda %15 oranında ölüm meydana gelirken 72 saat sonunda bu oran %30'a çıkabilmiştir. Fakat yapılan kombinasyon denemelerinde, azadiraktinin EPN patojenitesini arttıran bir katkıda bulunduğu görülmüştür. 72 saat sonunda en fazla ölüm *H. bacteriophora* (%87,5) ile kombinasyonunda gerçekleşirken *H. indica, S. carpocapsae* ve *S. bicornotum* ile kombinasyonlarında, sırasıyla %82,5, %71,2, %76,2 ölüm gerçekleşmiştir (Tablo 6 ve Şekil 21).

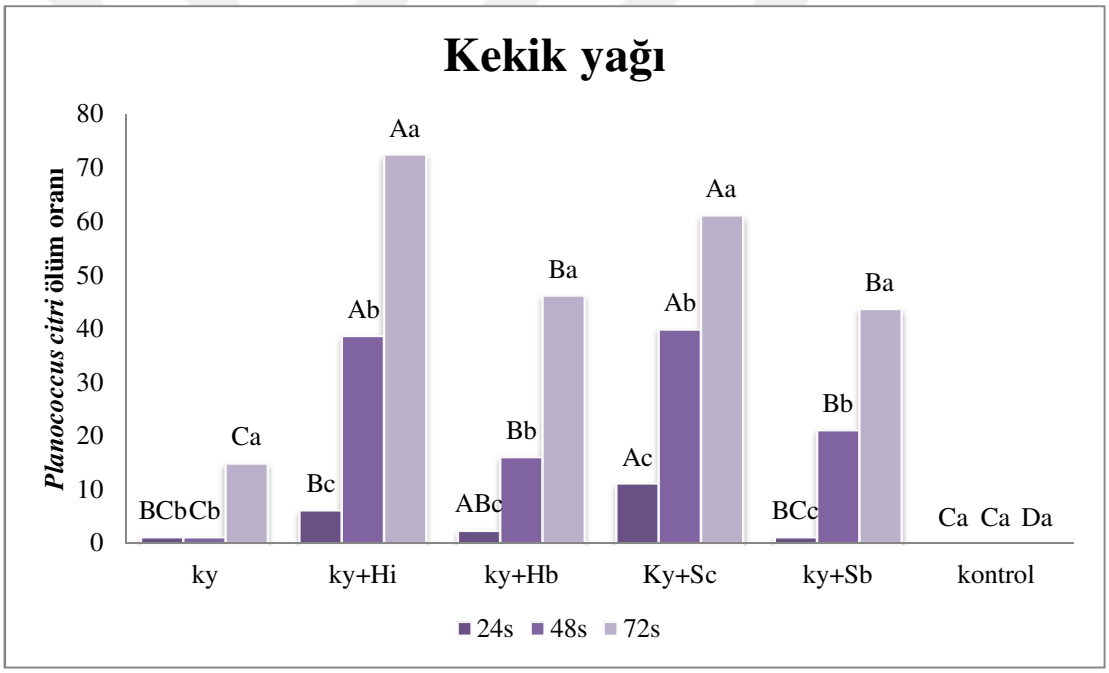


Şekil 22 Azadiraktin ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak fark bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, azd-azadiraktin

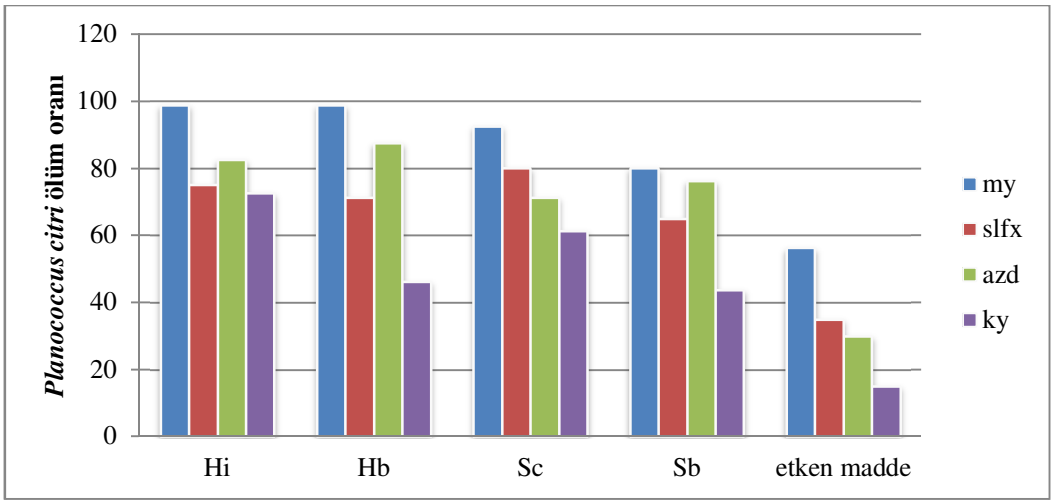
3.2.8 Kekik yağının, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki biyolojik etkinliğine katkısı

Unlubite sadece kekik yağı uygulamalarında, kekik yağının da zararlı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. 72 saat sonunda, zararlıda sadece %15 oranında ölüm

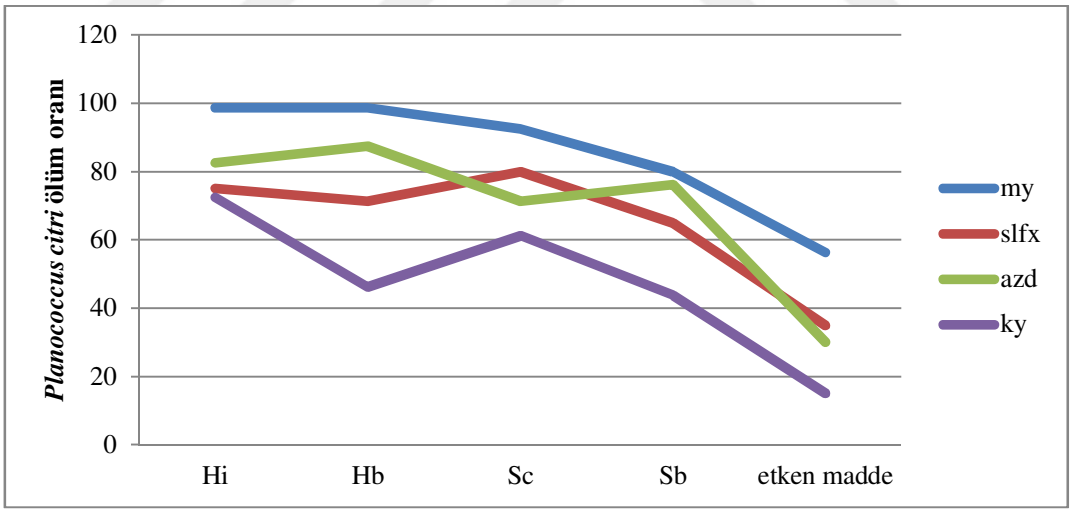
gerçekleşebilmiştir. Kombinasyon denemelerinde ise, sadece kekik yağı uygulamalarına kıyasla daha yüksek oranda ölüm gerçekleşirken, yalnızca *H. indica*'nın etkinliğini artıracak bir katkı sağladığı görülmüştür. Sadece *H. indica* uygulamasında %57,5 oranında ölüm gerçekleşirken, kekik yağı katkısıyla bu oran %72,5 e yükselmiştir. Fakat *H. bacteriophora*'nın zararlı üzerindeki etkisini düşürdüğü görülmüştür. Sadece *H. bacteriophora* uygulamasında %61,2 oranında ölüm gerçekleşirken, *H. bacteriophora* ve kekik yağı kombinasyomumda bu oranın %46,2'ye düştüğü görülmüştür. Steinernematidler üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamıştır (Tablo 6 ve Şekil 22).



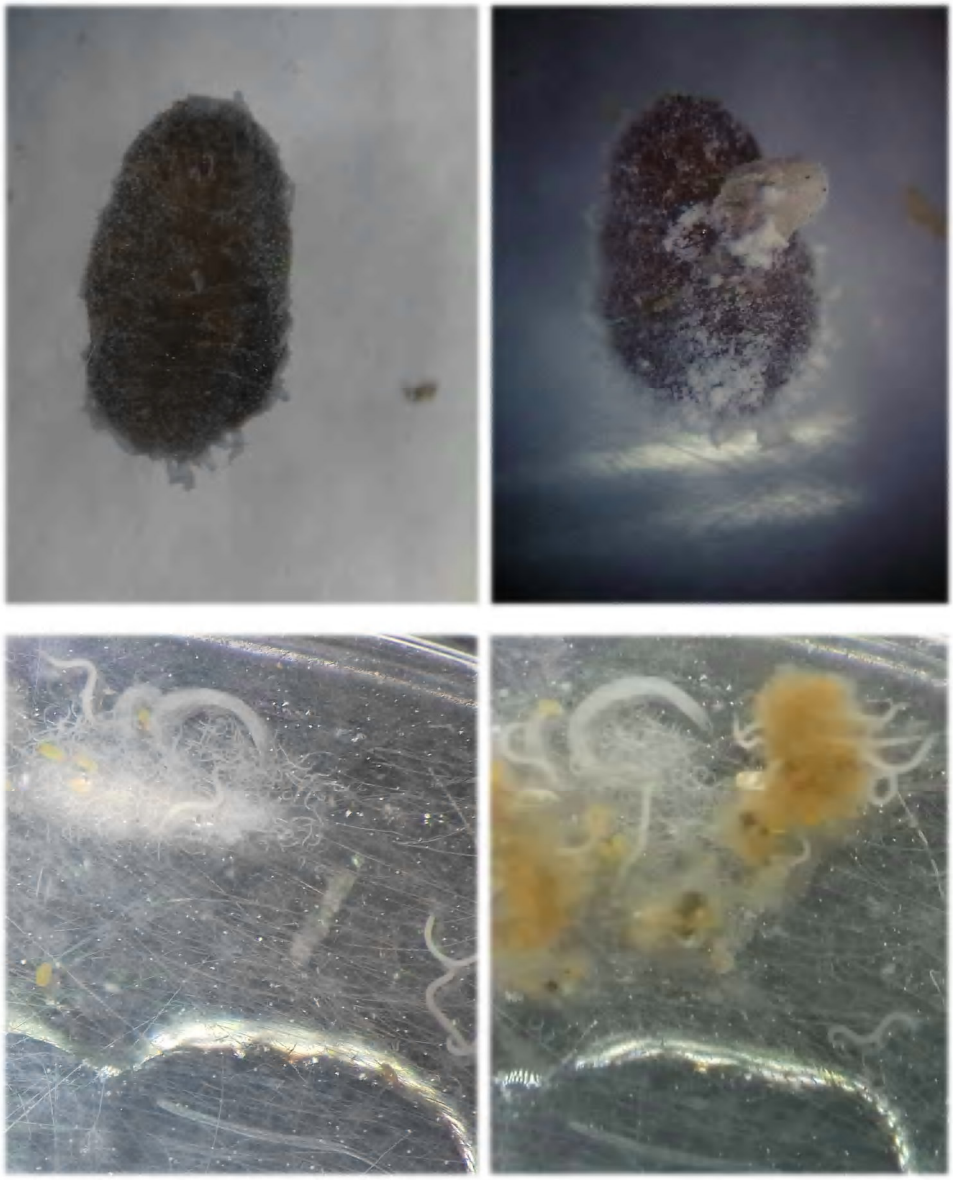
Şekil 23 Kekik yağı ve EPN ile kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum* ky- kekik yağı



Şekil 24 Tüm katkı maddeleri ve EPN kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, my-mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky-kekik yağı



Şekil 25 Tüm katkı maddeleri ve EPN kombinasyonlarının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranı (%) Aynı harfli ortalamalar arasında istatistikî olarak faklı bulunmamıştır (Duncan çoklu karşılaştırma testi, P≤0.05). Hi-*Heterorhabditis indica*, Hb-*Heterorhabditis bacteriophora*, Sc-*Steinernema carpocapsae*, Sb-*Steinernema bicornotum*, my-mineral yağ, slfx-sulfoxaflor, azd-azadiraktin, ky-kekik yağı



Şekil 26 Kombinasyon uygulamaları sonucunda ölen *Planococcus citri* erginleri ve bireylerin içinde çoğalan entomopatojen nematodlar

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1.Tartışma

Turunçgil unlubitinin, vücudunun koruyucu mumsu tabakaya sahip olması ve kimyasalların ulaşmadığı korunmuş alanlarda gizlenmeleri nedeniyle kimyasal mücadelesi zordur (Franco et al., 2004; McKenzie, 1967; Michelakis and Hamid, 1995). Unlubitler aynı zamanda insektisitlere karşı hızlı bir şekilde direnç oluşturma yeteneğine sahiptir (Blumberg and Van Driesche, 2001; Mahfoudhi and Dhouibi, 2009; McKenzie, 1967). Devamlı geniş spektrumlu insektisit uygulamaları, zararlı popülasyonunun patlak vermesinin sebebidir. Bu nedenle turunçgil unlubitine karşı daha çok biyolojik mücadele tercih edilmektedir. Birçok doğal düşman uygulaması kimyasallara alternatif olarak uygulanmaktadır. Entomopatojen nematodlar, konukçularının girdiği korunaklı bölgelere girebilme kabiliyetine sahiptirler. Ayrıca, unlubit vucütlarının unlu tabakaya sahip olmasının EPN patojenitesi üzerine etkisi bulunmamaktadır (Stuart et al., 1997). Bununla birlikte, entomopatojen nematodların ve unlubitlerin biyolojisi, unlubitlerin başarılı bir şekilde kontrol altına alınmasına katkı sağlamaktadır.

Entomopatojen nematodlar, bitki koruma stratejilerinde yaygın birşekilde kullanılmakta ve bu nedenle pestisitlerle temas etmesi muhtemeldir. Zamandan ve paradan tasarruf etmek için entegre mücadele kapsamında kullanımında pestisitlerle karıştırılıp karıştırılamayacağı ya da aynı anda kullanımının mümkün olup olmadığını tespit etmek önem arzetmektedir. Bununla birlikte, EPN'ların güneş ışığı altında kurumaya ve düşük nem şartlarına karşı hassas olması nedeniyle, yeşil aksanda zarar yapan böceklere karşı uygulamalarında, nem tutucu katkı maddeleri ile birlikte uygulandıklarında hayatta kalma süreleri uzayıp konukçu aramaya devam ettiği (Dito et al., 2016) için daha etkili bir zararlı kontrolü sağlanabilmektedir.

Çalışma sonunda, 4 endemik EPN türünün *P. citri* üzerindeki patojenitesinde fazla farklılık göstermemiştir. %61,2 ölüm oranıyla en fazla ölüm *H. bacteriophora* uygulamasında meydana gelirken *S. bicornotum H. indica ve S. carpocapsae* EPN'ları sırasıyla %45, %57,5 ve %60 oranlarında ölüm meydana gelmiştir. *P. ficus* üzerine EPN'larının patojenitesinin test edildiği bir çalışmada, 0, 5, 10, 20, 40 and 80 IJs/50 µl/böcek EPN dozları kullanılmıştır. Well Plate'lerde gerçekleştirilen çalışmada uygulamalar RH ± 95% neme sahip karanlık ortamda bekletilmiştir. 48 saat sonunda %95 ölüm oranıyla en iyi performansı *H. zealandica* gösterirken, *H. safricana* yalnızca %5 oranında ölüme neden olmuştur. *H. bacteriophora* (80IJ) %62 oranla, çalışmamızla benzer şekilde etki göstemiştir (Le Vieux, 2013) . Stokwe (2009)'nin de benzer metodla yürütmüş olduğu çalışmada, kullandığı tüm izolatlar 48 saatte *Pseudococcus viburni'*de meydana getirdikleri ölüm oranları %44 ve %80 arasında farklılık göstermiştir. *H. zealandica* (J34) en etkili izolatı olurken, *H. bacteriophora* (J172) izolatı en düşük etkiye sahip olmuştur. Van Niekerk (2012), *P. citri* üzerine altı yerli EPN türünün (*H. zealandica, H. bacteriophora, H. safricana, S. khoisanae, S. citrae, S. yirgalemense*) virülensliğini test ettiği çalışmada, tüm türlerin %60'ın üzerinde ölüme sebep olmuştur. *Heterorhabditis zealandica* %91 ve *S. yirgalemense* %97 oranla diğer dört türe kıyasla daha yüksek etkinlik göstermiştir. Najm, (2018), Well Plate'lerde *P. citri* üzerine yürüttüğü çalışmada, 5 endemik EPN türünden *Steinernema carpocapsae*(%62) ve *Heterorhabditis indica(*%68)'nın en yüksek oranda ölüm gerçekleştiren türler olduğunu saptamıştır.

Ohkubo (1983), mineral yağların kış ve yaz başlarında uygulanması durumunda, memnun edici sonuçlar alınabileceğini bildirmiştir. Furness (1983), mineral yağlarının zararlı popülasyon dinamiği üzerindeki aktivitesinin uygulama zamanı, yağ konsantrasyonu, sprey kaplaması ve sprey sürüklenmesinden etkilenebileceğini bildirmiştir. Michelakis ve Hamid (1995), yürütttüğü çalışmada %1.5 yağ konsantrasyonun *P. citri*'de %46,1 oranında ölüme neden olurken %2 konsantrasyonun %73,2 oranında ölüm meydana getirdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte ağustos ayında yapılan uygulamaların etkili olmadığını belirtmiştir. Satar ve ark.(2013), bazı insektisitlerin *Planococcus citri*'nin farklı dönemleri üzerindeki etkisini test ettiği çalışmada, yazlık yağların zararlının hem yumurta açılımı hem nimf nimf üzerindeki etkisini yedi günde %100 oranda gösterdiğini tespit etmiştir. Unlubit bireylerinin boyutu

EPN aktivitesini etkileyici bir faktör olması nedeniyle (Stokwe, 2009), çalışmamızda hem EPN hem insektisit ve bitkisel yağların birlikte kullanılma durumundaki etkinliğini saptamak amacıyla yumurta bırakmamış ergin dişiler tercih edilmiştir. *P. citri*'ye sadece mineral yağ uygulamasında, 7. günde %76,2 oranında ölüm gerçekleşirken 14.günde %93,7 oranında gerçekleşmiştir.

Mineral yağların seçici toksisiteye sahip olması nedeniyle, turunçgil zararlılarıyla entegre mücadele sistemlerinde parazit ve predatörlerle kombinasyon halinde uygulanması tercih edilmektedir. Mineral yağlarla yapılan canlılık testlerinde, 72 saat sonunda canlı IJ oranları %98 ile %92,2 arasında farklılık gösterip mineral yağa en duyarlı türün *S. carpocapsae* olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Moreira ve ark. (2013)'nın yürütüğü çalışmada mineral yağın %97 canlılık oranıyla *S. feltiae* ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte *S. feltiae, Galleria mellonella* larvalarına karşı %90 üzerinde etkinlik sağlarken, EPN'un mineral yağ ile birlikte uygulanmasında %85 civarı etkinlik göstermiştir. Çalışmamızda ise, mineral yağların tüm EPN türleri ile yüksek oranda uyumlu olduğu ve *P. citri* üzerinde %80 ile %98,7 arasında ölüm meydana getirdiği görülmüştür. Mineral yağın, hem *P. citri* üzerinde etkili olan bir insektisit olması hem de EPN nematodlara nem sağlayarak kurumaya karşı koruma sağlayıp, EPN etkinliğini artırarak kısa zamanda yüksek oranlarda ölüm meydana gelmesine olanak sağladığı düşünülmektedir. Portman ve ark. (2016), yürüttüğü çalışmada kullandığı bazı kimyasal katkı maddeleri arasından mineral yağın da EPN'larla uyumlu olup, *Cephus cinctus* kontrolünde EPN'ların penetrasyonunu artırarak larva ve pupalara ulaşmasını sağladığını saptamıştır.

Sulfoxaflor, turunçgillerde, *A. aurantii, P. citri*, Drupaceae bitkilerinde *P. comstocki* ve *P. pentagona*, asmada *P. ficus, T. vitis* ve *P. corni* (Convertini et al., 2018a), elmada *D. plantaginea* (Boselli et al., 2018), bahçe bitkilerinde *A. gossypii* (Convertini et al., 2018) ve asmada *V. vitifoliae* (Bacci et al., 2018)'a karşı başarılı bir şekilde kullanmaktadır. Bacci ve ark., (2018), Sulfoxaflor'un doğal düşmanlardan *C. carnea* erginleri üzerinde hafif toksik ve *A. bipunctata*'nın 4. larva evresine karşı yüksek oranda etkili olduğunu belirtmiştir. IPM stratejilerinde doğal düşman salımı yapılırken, sulfoxaflorun kullanımı durumunda labaratuvarda gösterdiği toksik etkinin dikkate alınmasını vurgulamıştır.

Sulfoxaflor'un Türkiye'de turunçgil ekosistemlerinde yaygın bir şekilde kullanılan doğal düşmanlara (*Amblyseius swirskii, Chilocorus bipustulatus ve A. pseudococci'*) karşı etkisi, labaratuvar testlerinde *Amblyseius swirskii* ve *Chilocorus bipustulatus*'a karşı doza bağlı olarak toksik olmayan veya hafif toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. *A. pseudococci*'ye karşı yüksek toksik etki göstermesi nedeniyle saha koşullarında daha detaylı araştırmalar yapılmıştır. Saha çalışmaları sonucunda hemen hemen hiç toksik etki görülmeyip sulfoxaflor uygulanmış alanlarda parazitlenme oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Satar et al., 2018).

Çalışmamızda yapılan canlılık testleri sonucunda, sulfoxaflorun EPN canlılığı üzerinde de önemli bir azalmaya neden olmadığı görülmüştür. Tüm EPN türleri için, 72 saat sonunda canlılık oranı %96,2 ve %97,9 arasında farklılık göstermiştir.

Mamoon-ur-Rashid ve ark. (2012) 25000 ve 30000 ppm nem yağı dozlarının pamuk unlubiti 2. dönem nimflerinde uygulamadan 24 saat sonra sırasıyla %53 ve %60 oranlarında ölüme sebep olduğunu ve 20000, 25000, 30000 ppm konsantrasyonlarının, diğer insektisit uygulamalarına kıyasla pupa oluşumunu, pupa dönemini, erkek bireylerin yaşam uzunluğunu olumsuz yönde etkilediğini, ergin erkek bireylerin, çiftleşmiş ve çiftleşmemiş dişilerin yaşam uzunluğunu kısalttığını bildirmiştir. Medina ve ark (2003), azadiraktin uygulamasına maruz kalmış *Chrysoperla carnea* 3. larva dönemi bireylerinde yumurta bırakma üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde, Neemix % 4,5 (neem ticari ürünü)'in turunçgil yaprak bitinin üreme oranını düşürdüğü belirtilmiştir (Tang et al., 2002). Fakat çalışmamızda *P. citri* yumurta bırakmamış ergin dişilerine yapılan azadiraktin uygulamasının fazla etkili olmadığı görülmüştür. 72 saat sonunda %30 oranında ölüm meydana gelmiştir. Ancak azadiraktin ile yapılan EPN kombinasyonlarında olumlu sonuçlar(%71,2 ve %82,5 arası) gözlemlenmiştir.

Krishnayyaand ve Grewal (2002), saf neem yağının 120 saatlik bir periyotta bile *S. feltiae* IJ'lerinin canlılığı ve virülensliği üzerinde bir etki göstermediğini, fakat Nimbecidine ticari formulasyonunun 24 saatte %14-17 oranınında ölüme neden olduğunu belirtmiştir. Neem formülasyonu Margosan-O'ın sadece yüksek konsantrasyonlarda (>200 mg azadiraktin L) *S. feltiae'*de toksik olduğunu rapor edilmiştir (Stark, 1996). Laznik ve Trdan (2014), *S. carpocapsae* ve *S. kraussei*'nin

azadiraktine karşı hassas, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın uyumlu olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda da *S. carpocapsae* azadiraktine karşı diğer EPN türlerine kıyasla daha düşük oranda canlılık(%93,6) sergilemiştir. Bir kez uygulamalara maruz kalan EPN'lar (özellikle *S. carpocapsae*) 'J' şeklinde bir pozisyonda hareketsiz kalmaya eğilim göstermekte ve mekanik uyaranlara karşı hızlı bir şekilde tepki vermektedirler (Rovesti and Deseö, 1990). Canlılığın değerlendirilmesindeki bu duyarlılık eksikliği, nematodların üremesine ve gelişimine ek olarak hareketin engellenmesi, dispersiyonu ve konukçu çekimi dahil olmak üzere davranışla ilgili özellikler etkilendiğinde enfektivite verileriyle uyumsuzluğa yol açabilmektedir (Hara and Kaya, 1982; Ishibashi and Takii, 1993; Rovesti and Deseö, 1990). Çalışmamızda yapılan tüm canlılık testlerinde de Steinernematidae türlerinin etken maddelere karşı duyarlılığı gözlemlenmiştir. Uygulamalara maruz kalan IJ'lerde hareketsizlik meydana gelmiştir. Heterorhabditidae türlerinde belirgin bir hareketsizlik görülmemiştir.

Botanik yağlar, Lepidoptera (Krishnaiah and Kalode, 1990), Diptera (Van Tol et al., 2007), ve Coleoptera (Schiebe et al., 2011) takımları dahil birçok böcek için potansiyel repellent olarak değerlendirilmektedir. *Diaphorina citri* için, çay ağacı, kekik, lavanta, gül ve kişnişten dahil olmak üzere, laboratuvar denemelerinde bir dizi botanik yağ değerlendirilmiştir. Bu yağlardan bazıları biyoanalizlerde umut verici sonuçlar verirken, aktif bileşenlerin maliyetleri sahada kullanılmak üzere formülasyonların geliştirilmesini engel olmuştur (Mann et al., 2012). Çalışmamızda, *P. citri*'ye yapılan kekik yağı uygulamalarında, kekik yağının zararlı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. 72 saat sonunda zararlıda sadece %15 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Lazarevic ve ark. (2020), kekik yağının *Acanthoscelides obtectus* erginlerinin hayatta kalışını ve ömür uzunluğunu önemli derecede düşürdüğünü, lipit ve proteinlerde oksidatif zarara neden olduğu ve konsantrasyona bağlı olarak protein ve protein olmayan tiyolleri tükettiğini saptamıştır. Mermer Doğu ve Zobar (2014), kekik, nane ve biberiyeden elde edilen uçucu yağların *B. cinerea* ve *T.urticae*'nin organik bağ kontrolünde kullanılma potansiyeline sahip olabildiğini bildirmiştir. Szczepanik ve ark. (2012), *A. diaperinus* larvalarına *Thymus vulgaris* uçucu yağ uygulamasının etkili olmadığını ve saf bileşenlerin zararlı popülasyonunda önemli azalma sağlayayabildiğini belirtmiştir.

Timol ve Karvakrol'un, özellikle genç larvalarda büyümeyi engellediğini ve uygulamaya maruz kalan larvaların çoğunun hayatta kalamadığı görülmüştür.

4.2.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, labaratuvar şartlarında mineral yağ, sulfoxaflor, azadiraktin ve kekik yağının entomopatojen nematodların (*S. carpocapsae*, *S.bicornotum*, *H.bacteriophora*, *H.indica*) canlılığı üzerine etkisi tespit edilmiş ve bu maddelerin, entomopatojen nematodların *Planococcus citri* üzerindeki etkinliğine katkısı araştırılmıştır.

Yapılan canlılık testleri değerlendirildiğinde, mineral yağ, sulfoxaflor ve azadiraktine karşı en dirençli tür *H. indica* olurken en hassas tür *S. carpocapsae* olmuştur. Kekik yağında ise *S. carpocapsae* en dirençli tür olurken *S. bicornotum* en hassas tür olmuştur. Fakat bu oranlar arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Tüm canlılık testleri sonucunda oranlar %92,8 ile %98 arasında farklılık göstermiştir.

Yapılan kombinasyon uygulamalarınının *P. citri*'de meydana getirdiği ölüm oranlarına bakıldığında ise, en yüksek ölüm oranlarının sırasıyla; mineral yağ ile *H. indica* (%98,7), *H. bacteriophora* (%98,7), *S.carpocapsae* (%92,5) kombinasyonları, azadiraktin ile *H. bacteriophora* (%87,5), *H. indica* (%82,5) kombinasyon uygulamalarında gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, mineral yağ, sulfoxlor ve azadiraktin ile yapılan diğer tüm kombinasyon uygulamalarında da EPN etkinliğini artırıcı yönde katkı sağladığı görülmüştür. Fakat kekik yağına bakıldığında, sadece *H. indica* etkinliğini arttırıcı katkı sağlayıp, *H. bacteriophora* üzerinde negatif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Steinernematid türlerinde önemli bir etkisi saptanmamıştır.

Elde edilen veriler neticesinde, *P.citri* kimyasal mücadelesinde kullanılan mineral yağ ve sulfoxaflor ile birlikte EPN kullanımı entegre mücadele kapsamında kısa zamanda zararlı kontrolü için iyi bir alternatif sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, azadiktinin zararlı üzerinde etkili olmadığı fakat EPN'larla birlikte uygulanması da altenatif sunabilmektedir. Fakat elde edilen verilerin labaratuvar şartlarında gerçekleştiği göz önünde bulundurulmalıdır. İleriki çalışmalarda saha koşullarında test edilmelidir. Ayrıca azadiraktin için saf neem yağı uygulamaları veya ticari formülasyonları için, fitoktoksite göz önünde bulundurularak farklı doz denemelerinin daha etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Adams, B.J., Nguyen, K.B., 2002. Taxonomy and systematics, in: In: Gaugler, R. (Ed.), Entomopathogenic Nematology, **CAB International. pp**. 1–28.

Agnello, A.M., 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation, in: In: Spray Oils Beyond 2000, Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M.L., Rae, D.J. & Spooner-Hart R.N., Univ. **of Western Sydney** Press. pp. 2–18.

Ahmadi, M., 2012. Evaluating the effect of some botanical insecticides on the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). **African J. Biotechnol.** 11, 11620–11624.

Akgün, C., 2006. Turunçgiller Sektör Profili. Dış Ticaret Servisi Uygulama Şubesi.

Akhurst, R., Smith, K., 2002. Regulation and safety. In: Gaugler, R. (Ed.), **Entomopathogenic Nematology. C**ABI 311–332.

Annecke, D.P., Moran, V.C., 1982. Insects and Mites of Cultivated Plants in South Africa. Butterworth Durban South Africa.

Aquino-Bolaños, T., Ruiz-Vega, J., Hernández, O., Yolanda, D., Jiménez, C., Julio, C., 2019. Survival of entomopathogenic nematodes in oil emulsions and control effectiveness on adult engorged ticks (Acari: Ixodida). **J. Nematol.** 51, 1–8.

Arthurs, S., Heinz, K.M., Prasfika, J.R., 2004. An analysis of using entomopathogenic nematodes against above-ground pests. Bull. **Entomol. Res.** 94, 297–306.

Ascher, K.R.S., 1993. Non-conventional insecticidal effects of pesticides available from the Neem tree, *Azadirachta indica*. **Arch. Insect Biochem. Physiol. 22**, 433–449.

Asiedu, E., Afun, J.V.K., Kwoseh, C., 2014. Biology of *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) on Five Yam Varieties in Storage. **Adv. Entomol. 9**, 167–175.

Bacci, L., Convertini, S., Rossaro, B., 2018a. A review of sulfoxaflor, a derivative of biological acting substances as a class of insecticides with a broad range of action against many insect pests. **J. Entomol. Acarol. Res.** 50.

Bacci, L., Crivelli, L., Convertini, S., D'ascenzo, D., 2018b. Acquisizioni preliminari

per il contenimento di infestazioni di fillossera della vite con sulfoxaflor (isoclasttm) in Abruzzo. Atti Giornate Fitopatol.

Baker, B.P., Grant, J.A., 2018. Thyme and Thyme Oil Profile Active Ingredient Eligible for Minimum Risk Pesticide Use. New York State Integr. Pest Manag. **Cornell Coo**p. Ext.

Baur, M.E., Kaya, H.K., Gaugler, R., Tabashnik, B., 1997. Effects of adjuvants on entomopathogenic nematode persistence and efficacy against *Plutella xylostella*. **Biocontrol Sci. Technol. 7**, 513–526.

Beattie, G.A.C., Smith, D., 1993. Citrus leafminer, in: Agfact HZ.AE.4, 2nd Edition, Sydney: NSW Agriculture and Fisheries, Australia.

Blumberg, D., Klein, M., Mendel, Z., 1995. Response by encapsulation of four mealybug species (Homoptera, Pseudococcidae) to parasitisation by *Anagyrus pseudococci*. **Phytoparasitica 23**, 157–163.

Blumberg, D., Van Driesche, R.G., 2001. Encapsulation rates of three encyrtid parasitoids by three mealybug species (Homoptera: Pseudococcidae) found commonly as pests in commercial greenhouses. **Biol. Control 22**, 191–199.

Boselli, M., Cavazza, F., Franceschielli, F., 2018. Verifica dell'attività di sulfoxaflor (isoclast) nella lotta all'afide grigio del melo (*Dysaphis plantaginea*). **Atti Giornate Fitopatol.**

Butler, G.D., Henneberry, T.J., Stansly, P.A., Schuster, D.J., 1993. Insecticidal Effects of Selected Soaps , Oils and Detergents on the Sweetpotato Whitefly : (Homoptera : Aleyrodidae). **Florida Entomol. Soc. 76,** 161–167.

Cadee, N., Van Alphen, J.J.M., 1997. Host selection and sex allocation in *Leptomastidea abnormi*s, a parasitoid of the citrus mealybug *Planococcus citri*. **Entomol. Exp. Appl. 83**, 277–284.

Canhilal, R., 2011. Heterorhabdit Nematodların (Rhabditida: Heterorhabditidae) Biyolojik Etkinliklerinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerinde Karşılaştırılması. G**OÜ, Ziraat Fakültesi Derg. 28**, 43–52.

Canhilal, R., Uygun, N., Carner, G.R., 2001. Effects of temperature on development and reproduction of a predatory beetle, *Nephus includens* Kirsch (Coleoptera :

Coccinellidae). J. Agric. **Urban Entomol. 18**, 117–125.

Canhilal, R., Waeyenberge, L., Toktay, H., Bozbuga, R., Çerintas, R., Imren, M., 2016. Distribution of Steinernematids and Heterorhabditids (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in the Southern Anatolia Region of Turkey. E**gypt. J. Biol. Pest Control** 26.

Canhilal, R., Waeyenberge, L., Yüksel, E., Koca, A.S., Deniz, Y., Imren, M., 2017. Assessment of the natural presence of entomopathogenic nematodes in Kayseri soils, Turkey. Eg**ypt. J. Biol. Pest Control 27.**

Chavan, S.N., Somasekhar, N., Katti, G., 2018. Compatibility of entomopathogenic nematode *Heterorhabditis indica* (Nematoda: eterorhabditidae) with agrochemicals used in the rice ecosystem. **J. Entomol. Zool. Stud. 6**, 527–532.

Convertini, S., Cioffi, M., Tescari, E., Fenio, A., Bacci, L., 2018a. Isoclast TM: esperienze di controllo delle principali cocciniglie dei fruttiferi. Atti Giornate Fitopatol.

Convertini, S., Cioffi, M., Tescari, E., Fenio, A., Bacci, L., 2018b. Isoclast TM: Attività nei confronti di Aphis gossipii Glover su cucurbitaceae in pieno campo. Atti Giornate Fitopatol.

Cox, J.M., 1981. Identification of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) and the description of a new species. **Syst. Entomol. 6**, 47–53.

Daly, H.V., Doyen, J.T., Purchell, A.H., 1998. Order Hemiptera (bugs, leafhoppers etc.), in: In: Daly, H.V., Doyen, J.T. & Purchell, A.H. (Eds.), Introduction to Insect Biology and Diversity. **Oxford Univ. Press. pp. 41**2–435.

Davidson, N.A., Dibble, J.E., Flint, M.L., Marer, P.J., Guye, A., 1991. Managing insects and mites with spray oils. Division of Agriculture and Natural Resources. I**PM Educ. Publ.** 45–47.

De Jong, P.W., Van Alphen, J.J.M., 1989. Host size selection and sex allocation in *Leptomastix dactylopii*, a parasitoid of *Planococcus citri*. **Entomol. Exp. Appl.** 50, 161–169.

Demontis, M.A., Ortu, S., Cocco, A., Lentini, A., Migheli, Q., 2007. Diagnostic markers for *Planococcus ficus* (Signoret) and *Planococcus citri* (Risso) by random amplification of polymorphic DNA-polymerase chain reaction and

species-specific mitochondrial DNA primers. **J. Appl. Entomol. 1**31, 59–64.

Dito, D.F., Shapiro-Ilan, D.I., Dunlap, C.A., Behle, R.W., Lewis, E.E., 2016. Enhanced biological control potential of the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae*, applied with a protective gel formulation. B**iocontrol Sci. Technol.** 26, 835–848.

Dix, I., Burnell, A.M., Griffin, C.T., Joyce, S.A., Nugent, M.J., Downes, M.J., 1992. The identification of biological species in the genus Heterorhabditis (Nematoda: Heterorhabditidae) by cross-breeding second-generation amphimictic adults. **Parasitology** 104, 509–518.

Dow Agrosciences, 2014. Isoclast Active Technical Bulletin.

Dowds, B.C., Peters, A., 2002. Virulence mechanisms, in: In: Gaugler, R. (Ed.), Entomopathogenic Nematology **CAB International. p**p. 79–98.

Downie, D.A., Gullan, P.J., 2004. Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of higher classification. Syst. Entomol. 29, 239–259.

Ebeling, W., 1959. Subtropical Fruit Pests. **Div. Agric. Sci.** 436.

Ehlers, R., 2005. Forum on safety and regulation, in: In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. & Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), Nematodes as Biocontrol Agents, **CAB International.** pp. 107–114.

Ehlers, R., 1996. Current and future use of nematodes in biocontrol: practice and commercial aspects with regard to regularity policy issues. B**iocontrol Sci. Technol. 6**, 303–316.

El Aalaoui, M., El Bouhssini, M., Bouharroud, R., Sbaghi, M., 2021. Lethal and sublethal effects of the insecticides d-limonene, mineral oil, and potassium salts of fatty acid on Dactylopius Opuntiae potential predator *Cryptolaemus Montrouzieri*. Int. J. Trop. Insect Sci.

FAOSTAT [WWW Document], 2020. URL http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 1.14.21).

Ferraz, L.C.C.B., Leite, L.G., Lopes, R.B., Moino, J.A., Dolinski, C., 2008. Utilizac¸a˜o de nemato´ ides para o controle de pragas agrı´colas e urbanas, in: In: Alves

SB, Lopes RB, Editors. Controle Microbiano de Pragas Na America Latina: Avanços e Desafios.**Piracicaba: FEALQ.** pp. 171–202.

Franco, J., Suma, P., Da Silva, E., Blumberg, D., Mendel, Z., 2004. Management strategies of mealybug pests of citrus in Mediterranean countries. **Phytoparasitica 32**, 507–522.

Furness, G.O., 1983. The role of petroleum oil sprays in pest management programs on citrus in Australia. **Proc. Int. Soc. Citric. 2,** 607–611.

Ganjisaffar, F., Andreason, S.A., Perring, T.M., 2019. Lethal and sub-lethal effects of insecticides on the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Insects** 10, 2–13.

Garzon, A., Medina, P., Amor, F., Vinuela, E., Budia, F., 2015. Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere 132**, 87–93.

Gaugler, R., Boush, G.M., 1979. Nonsusceptibility of rats to the entomogenous nematode *Neoaplectana carpocapsae*. **Environ. Entomol. 8,** 656–660.

Georgis, R., Kaya, H., Gaugler, R., 1991. Effect of steinernematid and heterorhabditid nematodes on nontarget arthropods. **Environ. Entomol. 20**, 815–822.

Georgis, R., Koppenhoper, A.M., Lacey, L.A., Belair, G., Duncan, L.W., Grewal, P.S., Samish, M., Tan, L., Torr, P., VanTol, R.W.H.M., 2006. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biol. Control. 38,** 103–123.

Georgis, R., R. Gaugler., 1991. Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes. J. Econ. **Entomol. 84**, 713–720.

Girish, K., Shankara, B.S., 2008. Neem – A Green Treasure. Electron. **J. Biol. 4,** 102–111.

Glazer, I., 2002. Survival biology, in: In Gaugler R (Ed.). EPN., **CAB International. pp. 16**9–187.

Glazer, I., Klein, M., Navon, A., Nakache, Y., 1992. Comparison of efficacy of entomopathogenic nematodes combined with antidesiccant. **J. Econ. Entomo**l. 1636–1640.

Glazer, I., Lewis, E.E., 2000. Bioassays for entomopathogenic nematodes, in: In: Navon, A. & Ascher, K.R.S. (Eds.), Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes. **CAB International**. pp. 229–247.

Grewal, P., Ehlers, R., Shapiro-Ilan, D.I., 2005. Nematodes as Biological Control Agents. CAB Int. 505.

Grewal, P.S., 2002. Formulation and application technology, in: In: Gaugler, R. (Ed.), Entomopathogenic Nematology. **CABI Publishing.** pp. 266–284.

Griffin, C.T., Boemare, N.E., Lewis, E.E., 2005. Biology and behaviour, in: In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. & Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), Nematodes as Biocontrol Agents. CAB International. pp. 47–64.

Gullan, P.J., 2000. Identification of the immature instars of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on citrus in Australia. Aust. J. Entomol. 39, 160–166.

Hara, A.H., Kaya, H.K., 1982. Effect of selected insecticides on the in vitro development of the entomogenous nematodes ***Neoplectana carpocapsae.*** **J. Nematol. 14**, 486–491.

Hassan, S.A., Grützmacher, A. D. Zimmermann, O., Yousef, A., 2003. The sideeffects of pesticides used in integrated production of peaches in Brazil on the egg parasitoid Trichogramma cacoeciae Marchal (Hym., Trichogrammatidae). J. **Appl. Entomol. 128**, 377–383.

Hattingh, V., 1993. Mealybugs and cottony cushion scale on citrus in Southern Africa. **Citrus J. 3**, 20–22.

Hattingh, V., Cilliers, C.J., Bedford, E.C.G., 1998. Citrus mealybugs, in: Bedford, E.C.G., Van den Berg, M.A. & De Villiers, E.A. (Eds.), Citrus Pests in the Republic of South Africa. Inst. Trop. **Subtrop. Crop**. 112–120.

Hattingh, V., Moore, S.D., 2003. Mealybugs, in: Grout, T.G. (Ed.), Integrated Production Guidelines for Export Citrus. Integrated Pest and Disease Management. **Citrus Reasearch Int. 6**5–69.

Hattingh, V., Tate, B.A., 1996. The pest status of mealybugs on citrus in Southern Africa. **Proc. Int. Soc. Citric. 1,** 560–563.

Hazır, S., Kaya, H.K., Stock, S.P., Keskin, N., 2003. Entomopathogenic nematodes

(Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. **Turkish J. Biol. 27**, 181–202.

Hodgkinson, M.C., 1999. Cause and control of oil-induced phytotoxicity, PhD Thesis, Queensland University of Technology.

Hodgkinson, M.C., Johnson, D., Smith, G., 2002. Causes of phytotoxicity induced by petroleum-derived spray oil, in: Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and **Disease Management. pp. 170**–178.

Huffaker C.B., 1986. Comparision of parasitism and densities of *Parlatoria oleae* (1952-1982) in relation ecological theory. Am. Nat. 128, 379–393.

Hussaini, S.S., 2002. Entomopathogenic nematodes for the control of crop pests, in: In: Upadhyay, R.K. (Ed.), Advances in Microbial Control of Insect Pests. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. pp. 265–296.

Ishibashi, N., Takii, S., 1993. Effects of insecticides on movement, nictation, and infectivity of *Steinernema carpocapsae*. **J. Nematol. 2**5, 204–213.

Jagdale, G.B., Kamoun, S., Grew, P.S., 2009. Entomopathogenic nematodes induce components of systemic resistance in plants. **Biol. Control 51,** 102–109.

Javed, N., Gowen, S.R., Inam-ul-haq, M., Abdullah, K., Shahina, F., 2007. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. **Crop Prot. 26,** 911–916.

Jayaprakas, C.A., Sreerag, R.S., 2015. Management of Two Major Sucking Pests Using Neem Oil Formulation. **J. Biofertilizers Biopestic.** 06, 1–5.

Jenkins, D.A., Dunkel, F.V., Gamby, K.T., 2003. Storage temperature of neem kernel extract: Differential effects on oviposition deterrency and larval toxicity of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Environ. Entomol. 32,** 1283–1289.

Kafa, G., Canıhoş, E., 2010. Turunçgil Yetiştiriciliği.

Kaya, H., 2002. Natural enemies and other antagonists, in: In Gaugler R (Ed.). EPN., CAB International. pp. 189–203.

Kaya, H.K., Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. Annu. Rev. Entomol. 38,

181–206.

Kaya, H.K., Stock, P., 1997. Techniques in Insect Nematology, in: Manual of Tecniques in Insect Pathology. (Ed: L. Lacey) Academic Press, S**an Diego. pp. 28**2–324.

Kerns, D., Wright, G., Loghry, J., 2004. Citrus Mealybug (*Planococcus citri*), in: Citrus Arthropod Pest Management in Arizona.

Khan, R.R., Arshad, M., Aslam, A., Arshad, M., 2021. Additive interactions of some reduced‐risk biocides and two entomopathogenic nematodes suggest implications for integrated control of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Sci. Rep. 11**, 1–9.

Klein, M.G., 1993. Biological control of scarabs with entomopathogenic nematodes, in: In: Bedding, R., Akhurst, R., Kaya, H. (Eds.), Nematodes and the Biological Control of Insect Pests. **CSIRO Press,**. pp. 49–58.

Kondo, E., Ishibashi, N., 1986. Infectivity and propagation of entomogenous nematodes, Steinernema spp. on the common cutworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Appl. Entomol. Zool. 21**, 95–108.

Koppenhöfer, A.M., Grew, P.S., 2005. Compatibility and interactions with agrochemicals and other biocontrol agents, in: In: Grew, P.S., Ehlers, R.-U. & Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), Nematodes as Biocontrol Agents. pp. 363–378.

Krishnaiah, N., Kalode, M., 1990. Efficacy of selected botanicals against rice insect pests under green house and field conditions. **Indian J. Plant Prot. 18,** 197–205.

Krishnayyaand, P. V., Grewal, P.S., 2002. Effect of Neem and Selected Fungicides on Viability and Virulence of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae*. Biocontrol Sci. T**echnol.** 259–266.

Larew, H.G., Locke, J.C., 1990. Repellency and toxicity of horticultural oils against whiteflies on chrysanthemum. **HortScience 25,** 1406–1407.

Lazarevic, J., Jevremovic, S., Kostic, I., Kostic, M., Vuleta, A., Jovanovic, S.M., Jovanovic, D.Š., 2020. Toxic, Oviposition Deterrent and Oxidative Stress Effects of Thymus vulgaris Essential Oil against *Acanthoscelides obtectus*. **Insects 11,** 2–19.

Laznik, Ž., Trdan, S., 2014. The influence of insecticides on the viability of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) under laboratory conditions. **Pest Manag. Sci. 70,** 784–789.

Le Vieux, P.D., 2013. The Potential Use of Entomopathogenic Nematodes to Control *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). South African J. Enol. **Vitic. 34**, 296–306.

Liu, T.X., Stansly, P.A., 1996. Toxicological effects of selected insecticides on *Nephaspis oculatus* (Col., Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Hom., Aleyrodidae). **J. Appl. Entomol. 120**, 369–373.

Lysandrou, M., Ahmad, M., Longhurst, C., 2015. Management of Mealybug , *Phenacoccus Solenopsis* Tinsley in Cotton With a New Sap Feeding Insecticide " Sulfoxaflor ." **J. Agric. Res. 50**, 493–507.

Maha, A.F., Abdalla, E.F., 1999. Genotoxicity evaluation of Buprofezin, Petroleum oil and Profenofos in somatic and germ cells of male mice. **J. Appl. Toxicol.** 18, 301–305.

Mahfoudhi, N., Dhouibi, M.H., 2009. Survey of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their natural enemies in Tunisian vineyards. **African Entomol. 17**, 154–160.

Mahmoud, M.F., Mahfouz, H.M., Mohamed, K.M., 2016. Compatibility of Entomopathogenic Nematodes with Neonicotinoids and Azadirachtin Insecticides for Controlling the Black Cutworm, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) in Canola Plants. **Int. J. Res. Environ. Sci.** 2, 1–8.

Mamoon-ur-Rashid, M., Khattak, M.K., Abdullah, K., 2012. Residual Toxicity and Biological Effects of Neem (*Azadirachta indica*). **Pak. J. Zool. 44**, 837–843.

Mann, R.S., Tiwari, S., Smoot, J.M., Rouseff, R.., Stelinski, L.L., 2012. Repellency and toxicity of plant-based essential oils and their constituents against *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). **J. Appl. Entomol. 136**, 87–96.

Martinez-Ferrer, M.T., Ripolles, J.L., Garcia-Mari, F., 2006. Enumerative and binomial sampling plans for citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae) in citrus groves. **J. Econ. Entomol. 99,** 993–1001.

McKenzie, H.L., 1967. Mealybugs of California: With Taxonomy, Biology and Control of North American Species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Univ. Calif. Press 526.

Medina, P., Smagge, G., Budia, F., Tirry, L., VinuelaINUELA, E., 2003. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera : Chrysopidae). **Environ. Entomol. 3**2, 196–203.

Mermer Doğu, D., Zobar, D., 2014. Effects of Some Plant Essential Oils Against *Botrytis cinerea* and *Tetranychus urticae* on Grapevine. **Türk Tarım ve Doğa Bilim. Derg. 1,** 1268–1273.

Michelakis, S., Hamid, H.A., 1995. Integrated Control Methods of the Citrus Meslybug, *Planococcus citri* (Risso) in Crete, Greece. Isr. J. Entomol. 277–284.

Millar, I.M., 2002. Mealybug genera (Hemiptera: Pseudococcidae) of South Africa: Identification and review. **African Entomol. 10**, 185–233.

Miller, P.C.H., Tuck, C.R., Murphy, S., Ferreira, M.C., 2008. Measurements of the droplet velocities in sprays produced by different designs of agricultural spray nozzle, in: In: 22nd European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. Como Lake, Italy. Proceedings. pp. 1–8.

Moniruzzaman, M., Yaakob, Z., Khatun, R., Awang, N., 2017. Mealybug (pseudococcidae) infestation and organic control in fig (Ficus Carica) orchards of Malaysia. **Biol. Environ. 117,** 25–32.

Mordue, A.J., Nisbet, A.J., 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. An. da Soc. **Entomol. do Bras. 29,** 615–632.

Mordue, A.J., Simmonds, M.S.J., Ley, S.V., Blaney, W.M., Mordue, W., Nasiruddin, M., Nisbet, A.J., 1998. Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. **Pestic. Sci. 54,** 277–284.

Moreira, G.F., de Paula Batista, E.S., Campos, H.B.N., Lemos, R.E., Ferreira, M. da C., 2013. Spray Nozzles, Pressures, Additives and Stirring Time on Viability and Pathogenicity of Entomopathogenic Nematodes (Nematoda: Rhabditida) for Greenhouses. **PLoS One 8**, 4–9.

Mráček, Z., 2002. Use of entomoparasitic nematodes (EPANS) in biological control, in:

N: Upadhyay, R.K. (Ed.). Adv. Microb. Control Insects. pp. 235–264.

Mukhopadhyay, S., 2004. Citrus: Production, Postharvest Disease and Pest Management. **Sci. Publ.** 277.

Muştu, M., Kilinçer, N., Ülgentürk, S., Kaydan, M., 2008. Feeding behaviour of *Cryptolaemus montrouzieri* on mealybugs parasitized by Anagyrus pseudococci. **Phytoparasitica 36**, 360.

Muştu, M., Kılınçer, A.N., 2007. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'nin parazitlenmemiş ve *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) tarafından parazitlenmiş unlubitler *Planococcus citri* Risso ve *Planococcus ficus* Signoret(Hemiptera: Pseudococci. **Türkiye entomoloji Derg. 31**, 215–224.

Mutegi, D.M., 2018. Potential use of Kenyan Entomopathogenic Nematodes and Neem (*Azadirachta indica*) for the Sustainable Management of Tomato Leaf Miner (*Tuta absoluta*).

Niekerk, S. V., Malan, A.P., 2014. Evaluating the efficacy of a polymer-surfactant formulation to improve control of the citrus mealybug , *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera : Pseudococcidae), using entomopathogenic nematodes under simulated natural conditions. **African Plant Prot. 17**, 1–8.

Noosidum, A., Satwong, P., Chandrapatya, A., Lewis, E.E., 2016. Efficacy of *Steinernema* spp. plus anti-desiccants to control two serious foliage pests of vegetable crops, *Spodoptera litura* F. and *Plutella xylostella* L. **Biol. Control 97**, 48–56.

Norten, E., 1999. Neem: India's miraculous healing plan. Heal. Arts Press. Vermont 14–33.

Ohkubo, N., 1983. Role of petroleum oil spreys in an integrated pest management system of citrus crop in Japan. **Proc. Int. Soc. Citric. 2,** 611–614.

Patel, M.N., Perry, R.N., Wright, D.J., 1997. Desiccation survival and water contents of entomopathogenic nematodes, *Steinernema* spp. (Rhabdita: Steinernematidae). **Int. J. Parasitol. 27,** 61–70.

Peters, A., 1996. The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations. Biocontrol Sci. **Technol. 6**, 389–402.

Poinar, G.O., Triggiani, O., 1979. *Oryctonema pentodontis* sp. n. (Rhabditidae) from the genital system of *Pentodon punctatus* Vill. (Scarabeidae: Coleoptera) in Italy. **Nematol. Mediterr. 7**, 117–121.

Portman, S.L., Krishnankutty, S.M., Reddy, G.V.P., 2016. Entomopathogenic nematodes combined with adjuvants presents a new potential biological control method for managing the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* (Hymenoptera: Cephidae). **PLoS One 11**, 1–16.

Rojht, H., Kac, M., Trdan, S., 2009. Nontarget effect of entomopathogenic nematodes on larvae of twospotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) and green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. **J. Econ. Entomol. 102**, 1440–1443.

Rovesti, L., Deseö, K.V., 1990. Compatibility of chemical pesticides with the entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* Weiser and *S. feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae). **Nematologica 36,** 237–245.

Ruskin, F.R., 1992. Neem: A tree for solving global problems. Natl. Acad. Press. Washingt. 31–39.

Saccaggi, D., Krüger, K., Pietersen, G., 2008. A multiplex PCR assay for the simultaneous identification of three mealybug species (Hemiptera: Pseudococcidae). **Bull. Entomol. Res. 98**.

Saha, S., Walia, S., Parmar, B.S., 2011. Exploring the diversity of neem bioactives as eco-benign pesticides: A reappraisal. Toxicol. Environ. Chem. 93, 1508–1546.

Sankar, M., Sethuraman, V., Palaniyandi, M., Prasad, J.. S., 2009. Entomopathogenic nematode- *Heterorhabditis indica* and its compatibility with other biopesticides on the Greater wax moth- *Galleria mellonella* (L.). Indian J. Sci. T**echnol.** 2, 57–62.

Satar, G., Ateş, H.F., Satar, S., 2013. Effects of different insecticides on life stages of *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae). **IOBC-WPRS Bull. 95**, 183–190.

Satar, S., Arslan, A., Chloridis, A., 2018. Evaluation of the insecticide sulfoxaflor on important beneficial arthropods in citrus ecosystems in Turkey. Integr. **Control Citrus Fruit Crop. 132**, 132–140.

Saxena, R.C., 1989. Insecticides from neem. Insectic. plant Orig. ACS Symp. Ser. Ser. No. 387 (eds. J.T. Arnason, B.J.R. Philogeane P. Morand), Am. **Chem. Soc. 110–**135.

Schiebe, C., Blaženec, M., Jakuš, R., Unelius, R., Schlyter, F., 2011. Semiochemical diversity diverts bark beetle attacks from Norway spruce edges. **J. Appl. Entomol. 135**, 726–737.

Schmutterer, H., 1995. The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and Other Meliaceous Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH Weinheim Ger. 1–34.

Scholtz, C.H., Holm, E., 1985. Insects of Southern Africa. Butterworths Durban South Africa 503.

Schroer, S., Ziermann, D., Ehlers, R.U., 2005. Mode of action of a surfactant±polymer formulation to support performance of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* for control of diamondback moth larvae (*Plutella xylostella*). **Biocontrol Sci Technol. 15**, 601–613.

Shamseldean, M.. M., Sharaby, A.F., Gesraha, M.A., Montasser, S.A., Ibrahim, S.A., 2013. Utilization of Entomopathogenic Nematodes Combined with Plant Extracts and Plant Essential Oils against Grasshopper, *Heteracrir littoralis*. J. Basic Appl. **Sci. Res. 3**, 289–294.

Shapiro-Ilan, D.I., 2009. Characterization of biological traits in the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis georgiana* (Kesha strain), and phynology analysis of the nematode's symbiotic bacteria. **Biol. Control 51**, 387.

Shapiro-Ilan, D.I., Cottrell, T.E., Mizell, R.F., Horton, D.L., 2016. Efficacy of *Steinernema carpocapsae* plus fire gel applied as a single spray for control of the lesser peachtree borer, *Synanthedon pictipes*. Biol. **Control 94,** 33–36.

Shapiro-Ilan, D.I., Cottrell, T.E., Mizell, R.F., Horton, D.L., Behle, B., Dunlap, C., 2010. Efficacy of *Steinernema carpocapsae* for control of the lesser peachtree borer, *Synanthedon pictipes*: Improved aboveground suppression with a novel gel application. **Biol. Control 54,** 23–28.

Shapiro-Ilan, D.I., Gouge, D.H., Piggott, S.J., Fife, J., 2006. Application technology and

environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. Biol. **Control. 38**, 124–133.

Şimşek, V.M., Uygun, N., 2009. Bazı Tarımsal savaş ilaçlarının *Leptomastix dactylopii* How. (Hym: Encyritadea)"ye etkilerinin araştırılması, III.Bitki Koruma Kongresi Van Türkiye.

Smith, D., Beattie, G.A.C., Broadley, R., 1997. Citrus Pests and their Natural Enemies: Integrated Pest Management in Australia. Queensl. Dep. **Prim. Ind. 25**6-262.

Souza Neto, P.S., Negrisoli Junior, A.S., Negrisoli Barbosa, C.R.C., 2017. Entomopathogenic nematodes (nemata: Rhabditidae) and natural insecticides to control *Atta sexdens* l. (Hymenoptera: Formicidae) in sugarcane. **Nematropica 47**, 135–142.

Sparks, T.C., Watson, G.B., Loso, M.R., Geng, C., Babcock, J.M., Thomas, J.D., 2013. Sulfoxaflor and the sulfoximine insecticides: Chemistry, mode of action and basis for efficacy on resistant insects. Pestic. **Biochem. Physiol.** 1–7.

Stark, J.D., 1996. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernamatidae): Toxicity of neem. **J. Econ. Entomol. 89**, 68–73.

Stokwe, N.M., 2009. Entomopathogenic nematodes: Characterization of a new species, long-term storage and control of obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) under laboratory conditions. Dep. Conserv. Ecol. Entomol. **Stellenbosch Univ. 1**–92.

Stuart, R.J., Polavarapu, S., Lewis, E.E., Gaugler, R., 1997. Differential susceptibility of *Dysmicoccus vaccinii* (Homoptera: Pseudococcidae) to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae). **J. Econ. Entomol. 90**, 925–932.

Szczepanik, M., Zawitowska, B., Szumny, A., 2012. Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). **Allelopath. J. 30,** 129–142.

Tang, Y.Q., Weathersbee, A.A., Mayer, R.T., 2002. Effect of neem seed extract on the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae). E**nviron. Entomol. 31,** 172–176.

Tauber, O., Sternlicht, M., Hefetz, A., 1985. Preliminary observations on the behaviour of male *Planococcus citri* exposed to the synthetic sex pheromone, with references to its applicability for population monitoring. **Phytoparasitica 13**, 148.

Tomalak, M., Piggott, S., Jagdale, G.B., 2005. Glasshouse applications, in: In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. & Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), Nematodes as Biocontrol Agents. CAB Int. pp. 147–166.

Ulu, T.C., Sadic, B., Susurluk, I.A., 2016. Effects of different pesticides on virulence and mortality of some entomopathogenic nematodes. **Invertebr. Surviv. J. 13**, 111–115.

Unruh, T.R., Lacey, L.A., 2001. Control of codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), with *Steinernema caprocapsae*: Effects of supplemental wetting and pupation site on infection rate. **Biol. Control** 48–56.

Uysal, O., Polatöz, S., 2014. Dünyada ve Türkiye'de turunçgil üretimi ve dış ticareti.

Van Niekerk, S., 2012. The use of entomopathogenic nematodes to control citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera:Peudococcidae) on citrus in South Africa. Dep. Conserv. Ecol. Entomol. Stellenbosch Univ. 129.

Van Tol, R.W.H.M., Swarts, H.J., Van der Linden, A., Visser, J.H., 2007. Repellence of the red bud borer *Resseliella oculiperda* from grafted apple trees by impregnation of rubber budding strips with essential oils. **Pest Manag. Sci. 63**, 483–490.

Vashisth, S., Chandel, Y.S., Sharma, P.K., 2013. Entomopathogenic nematodes - A review. **Agric. Rev. 34,** 163–175.

Waghmare, J.T., Ware, A.M., Momin, S.A., 2007. Neem oil as pesticide. **J. Dispers. Sci. Technol. 28**, 323–328.

Walter, J.F., 1999. Commercial Experience with Neem Products, in: In: Method in Biotechnology 5: Biopesticides (Eds: Hall, F.R. & J.J. Menn) **Human Press. pp. 155–170.**

Walton, V., Kruger, K., Saccaggi, D., Millar, I., 2009. A survey of scale insects (Sternorryncha: Coccoidea) occurring on table grapes in South Africa. **Insect Sci. 1**–6.

Whalon, M.E., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R.M., 2008. Analysis of Global Pesticide Resistance in Arthropods, in: Hollingworth, Global Pesticide Resistance in Arthropods, Eds: M.E. Whalon, D. Mota-Sanchez & R.M., MRM Graphics Ltd. pp. 5–32.

White, G.F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. S**cience 80**. 66, 302–303.

Wright, D.J., Peters, A., Schroer, S., Fife, J.P., 2005. Application technology, in: In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U. & Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), Nematodes as Biocontrol Agents. CAB Int. pp. 91–106.

Yan, X., Moens, M., Han, R., Chen, S., De Clercq, P., 2012. Effects of selected insecticides on osmotically treated entomopathogenic nematodes. **J. Plant Dis. Prot. 119**, 152–158.

Yüksel, E., Canhilal, R., 2020. Yaygın olarak kullanılan bazı biyopestisitlerin yerel entomopatojen nematod izolatlarının hayatta kalma ve virülensliği üzerindeki etkileri. **Türkiye Biyolojik Mücadele Derg. 11**, 35–41.

Zimmerman, R.J., Cranshaw, W.S., 1990. Compatibility of three entomogenous nematodes (Rhabditida) in aqueous solutions used in turf grass maintenance. **J. Econ. Entomol. 83,** 97–100.

-

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Buraya yazınız

Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Lisans	Erciyes Üniversitesi,Bitki koruma	2018
Lise	Lice Anadolu lisesi, Diyarbakır	2013

YABANCI DİL

İngilizce