

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BAZI BAHARAT EKSTRAKTLARININ *MELOIDOGYNE ARENARIA* ÜZERİNE
ETKİLERİ

HİSSEİN MAHAMAT HAROUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TC
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI BAHARAT EKSTRAKTLARININ *MELOIDOGYNE ARENARIA* ÜZERİNE
ETKİLERİ

HİSSEİN MAHAMAT HAROUN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

SAMSUN
2018

Her hakkı saklıdır.

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

11.05.2018

Hissein Mahamat Haroun

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI BAHARAT EKSTRAKTLARININ *MELOIDOGYNE ARENARIA* ÜZERİNE ETKİLERİ

Hissein Mahamat Haroun

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

Meloidogyne arenaria (Neal, 1989) bitkilerde önemli kayıplara neden olan ve yaygın olarak görülen kök-ur nematodu türlerinden birisidir. Bu çalışmada, 13 farklı baharat bitkisinden elde edilen ekstraktın, *M. arenaria*'ya etkisi laboratuvar ve saksı denemeleri ile araştırılmıştır. Çalışmada nematoda etkisi test edilen baharat bitkileri dereotu (*Anethum graveolens* L.), acı biber (*Capsium annuum* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), zerdeçal (*Curcuma longa* L.), kori (*helichrysum italicum* Roth G.Don Fil.), fesleğen (*Ocimum basilium* L.), karabiber (*Piper nigrum* L.), mahlep (*Prunus mahlep* L.), sumak (*Rhus coriaria* L.), karanfil (*Syzygium aromaticum* L.), kekik (*Thumus vulgaris* L.), zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe)'dir.

Labatuvar çalışmalarında, *M. arenaria*'nın yumurta açılımına ve ikinci dönem larvaya baharat ekstraktlarının %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonları denenmiştir. Yumurta açılımına etkinin değerlendirildiği çalışmada, ekstrakt uygulamasından 7 gün sonra sayımlar yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. En yüksek yumurta açılımını engelleme oranını %0,5'de %82,25, %1'de %86,13 ve %2'de %93,13 ile acı biber ekstraktı göstermiştir. Bu bitki ekstraktı, daha düşük yumurta açılımını engelleme oranına sahip olan fesleğen, karanfil, kişniş, karabiber, mahlep, kekik, zencefil ve zerdeçal ekstraktların ile istatistiksel olarak farklı olmamıştır ($P < 0,05$). Ekstraktların larvalara etkisi ise hareketi engelleme oranına ve ölüm oranına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Genel olarak ekstraktların larvalara karşı etkisi, yumurta açılımına göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. En yüksek hareketsiz larva oranı, her üç konsantrasyonda da sırasıyla %16,75, %27,87 ve %39,50 ile karanfil ekstraktında belirlenmiştir. Benzer şekilde, karanfil ekstraktı larva ölümü bakımından da bütün konsantrasyonlarda en yüksek etkiyi göstermiş olup, %0,5'de %13,62, %1'de %20,12 ve %2'de %27,75 oranında ölüme neden olmuşlardır. Labatuvar denemelerinde en yüksek etkiyi gösteren beş ekstraktın (*fesleğen, karanfil, kimyon, kişniş ve zerdeçal*) %2'lik konsantrasyonu saksı denemeleri ile domateste *M. arenaria*'ya karşı denenmiştir. Kimyon dışındaki tüm baharat ekstraktlarının uygulandığı domates bitki köklerinde urlanma oranı azalmıştır. Buna karşın, ekstraktların hepsinde istatistiksel olarak kontrolden önemli oranda daha düşük üreme değeri göstermiştir. En düşük üreme oranı fesleğen ekstraktının uygulandığı domates bitkilerinde olup, bunu sırasıyla zerdeçal, karanfil, kimyon ve kişniş takip etmiştir.

Mayıs 2018, 46 sayfa

Anahtar kelimeler: *Meloidogyne arenaria*, baharat, ekstrakt, nematod.

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECTS OF SOME SPICE EXTRACTS ON *MELOIDOGYNE ARENARIA*

Hissein Mahamat Haroun

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

Meloidogyne arenaria (Neal, 1989) is one of the most common root-knot nematode species, causing significant loss in plants. In this study, the effects of extracts obtained from 13 different spice plants on *M. arenaria* were studied in laboratory and pot experiments. The spice plants tested against the nematode were dill (*Anethum graveolens* L.), pepper (*Capsium annuum* L.), cumin (*Cuminum cyminum* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), turmeric (*Curcuma longa* L.), basil (*Ocimum basilium* L.), black pepper (*Piper nigrum* L.), mahlep (*Prunus mahlep* L.), sumac (*Rhus coriaria* L.), clove (*Syzygium aromaticum* L.), thymus (*Thymus vulgaris* L.), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe).

In laboratory studies, concentrations of 0,5 %, 1 % and 2 % spice extracts were tested for egg hatch inhibition, mortality and immobility of second stage juvenile of *M. arenaria*. In this study, the egg hatch inhibition activity was carried out 7 days after the application of the extract and the results were evaluated. The highest rate of egg hatch inhibition was detected in pepper extract with 82.5 % in 0.5 %, 86.13 % in 1 %, and 93.13 % in 2 % respectively. However, it was not statistically different than extracts of basil, clove, coriander, black pepper, mahaleb, thyme, ginger and turmeric (at $P < 0.05$). Effects of the extracts were evaluated separately on immobility and mortality of second stage juvenile. In general, the effect of the extracts on the second stage juvenile was lower than that of the egg hatch inhibition. The highest immobilization of juvenile was determined in the clove extract with 16.75 %, 27.87 % and 39.50 % in each of the three concentrations respectively, with a significant increase in the immobilization rate as result of increase in concentration of the extract. Similarly, the clove extract had the highest effect on second stage juvenile mortality in all concentrations, 13.62 % in 0.5 %, 20.12 % in 1% and 27.75 % in 2 % in the laboratory experiment extracts having the greatest effect against *M. arenaria* (basil, clove, cumin, coriander and turmeric) were tested with the concentration of 2 % in the pot experiment. Other plant extracts apart from cumin, had lower value in scale of damage than control. In contrast, all extracts had lower reproductive values statistically significant than control. The lowest reproductive rate was determined by basil followed by turmeric, clove, cumin and coriander, respectively.

Mayıs 2018, 46 pages

Key words: *Meloidogyne arenaria*, spice, extract, nematode.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kök-ur nematodlarının yaşam döngüsü (Jung ve wyss, 1999'den değiştirilerek verilmiştir).....	4
Şekil 2.2. <i>Meloidogyne arenaria</i> morfolojik teşhisinde kullanılan alanlar (A – D) dişi baş bölgesi; (E, F) erkek baş bölgesi; (G) ikinci dönem larva baş bölgesi; (H) ikinci dönem larva kuyruk bölgeleri; (I) dişi genital alanları (Hunt ve Handoo 2009)	5
Şekil 2.3. Esbenshade ve Triantaphyllou (1985) tarafından ortaya konulan çalışmada saptanan esteraz fenotipleri	5
Şekil 3.1. Saksı kültürü olarak muhafaza edilen <i>Meloidogyne arenaria</i> ile bulaşık hassas domates bitkileri	12
Şekil 3.2. Kök-ur nematodu dişilerinden genital bölge preparatların hazırlanması. (A) Dişinin kökten alınması, (B) Baş kısmının kesilmesi ve vücudun içinin boşaltılarak temizlenmesi, (C) Dişi genital bölgesinin lam ve lamel arasında preperat haline getirilmesi (Marais vd, 2017'den değiştirilerek verilmiştir).....	13
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kök-ur nematodu populasyonunun esteraz enzim fenotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen Poliakrilamid Jel Elektroforezi (PAGE).....	14
Şekil 3.4. Baharat bitkilerinden ekstraktlarının hazırlanması. (A) Su ve bitki parçalarının erlen içine yerleştirilmesi, (B) Erlenlerin 4°C'de 24 saat çalkalayıcıda tutulması, (C) Bitki-su karışımlarının bez tülbentten süzülmesi, (D) Solusyonların 38 mikron'luk elekten geçirilmesi, (E) Solusyonların santrifuj edilmesi, (F) Solusyonların Whatmann filtresinden geçirilerek koyu renkli şişelere yerleştirilmesi.....	16
Şekil 3.5. Bitki ekstraktlarının <i>Meloidogyne arenaria</i> 'nın yumurta açılımına etkisini değerlendirmek amacıyla çalışmanın yürütüldüğü plâtelere	17
Şekil 3.6. Bitkilerin kök-ur nematodu ile bulaşıklık oranının değerlendirilmesinde kullanılan ur skalası	20
Şekil 4.1. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonların <i>M. arenaria</i> 'nın yumurta açılımını engelleme oranı (%) (Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt dozu için aynı harflere sahip değerler P<0,05 göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır).....	23
Şekil 4.2. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonlarının <i>Meloidogyne arenaria</i> 'nın ikinci dönem larva hareketi engelleme oranı (%) (Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt konsantrasyonu için aynı harflere sahip değerler P<0,05 göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır).....	26
Şekil 4.3. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonlarında <i>Meloidogyne arenaria</i> 'nın ikinci dönem larvalarının ölüm oranı (%) (Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt konsantrasyonu için aynı harflere sahip değerler P<0,05 göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır).....	29
Şekil 4.4. Domateste <i>Meloidogyne arenaria</i> 'nın üreme faktörüne bitki ekstraktlarının etki	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>Meloidogyne arenaria</i> ile mücadelede kullanılabilme potansiyeli değerlendirilen baharat bitkileri*	15
Çizelge 4.1. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarda <i>M. arenaria</i> 'nın yumurta açılımının engellenme oranları (%)*	24
Çizelge4.2. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının <i>M. arenaria</i> 'nın ikinci dönem larva hareketini engelleme oranı (%)*	27
Çizelge 4.3. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarında <i>M. arenaria</i> ikinci dönem larvalarının ölüm oranı (%)*	30
Çizelge 4.4. <i>Meloidogyne arenaria</i> ile bulaşık (3000 yumurta) topraklara ekstrakt uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra dikilen domatesin (Falcon, May Toh.) kontrollü serada (25±3 °C) 45 gün yetiştirilmesi ile bitki köklerinde oluşan ur skalası, yumurta sayısı ve üreme faktörü*	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

w/v	Ağırlık/Hacim
NaCL	Sodyum klorür
mA	Milliamper
w/w	Ağırlık/Ağırlık
µl	Mikrolitre
v/v	Hacim Hacim
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
Cc	Santilitre
cm	Santimetre
l	Litre
mesh	1 inch ² 'deki delik (boşluk) sayısı
ml	Mililitre
mm	Milimetre

KISALTMALAR

J2	İkinci dönem larva
J3	Üçüncü dönem larva
J4	Dördüncü dönem larva
PAGE	Poliakrilamid jel elektroforez
rpm	Santrifüj işleminde dakikadaki devir sayısı

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince tezimin her aşamasında yardım ve desteğini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Sevilhan MENNAN' a çok teşekkür ederim. Danışman hocamdan sonra ikinci yol göstericim olan saygıdeğer hocam Dr. Öğretim Üyesi Gökhan AYDINLI' ya da sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmada her türlü desteğini esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarım Fatime ŞEN, Enes TAŞ, Cem ÖĞÜT, Merve GÜMÜŞ, Şeyma DEĞİRMENCİ, Tuğçenur DEMİR, Buşra KAPLAN'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca benden maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, hep arkamda olduklarını bildiğim, hayata onlar sayesinde daha güzel baktığım canım aile bireylerim; babam Mahamat HAROUN, annem Gamra İSSA, amcam Hamid HAROUN, kardeşlerime ve nişanlıyım Raouda ADAM'a teşekkür ederim.

Mayıs 2018, SAMSUN

Hissein Mahamat Haroun

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Bitki Ekstraktlarının Kök ur Nematodlarına Etkileri ile İlgili Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Kök-ur Nematodu Populasyonu	12
3.2 Çalışmada Kullanılan Bitki Ekstraktların Hazırlanması	14
3.3 Laboratuvar Denemeleri.....	16
3.3.1 Ekstraktların yumurta açılımına etkisinin araştırılması.....	17
3.3.2 Ekstraktların ikinci dönem larvaya etkilerinin araştırılması.....	18
3.4 Saksı Denemeleri.....	18
3.4.1 Toprak sterilizasyonu	18
3.4.2 Fidelerin yetiştirilmesi.....	19
3.4.3 Nematod inokulumunun hazırlanması.....	19
3.4.4 Saksı denemesinin kurulması ve yürütülmesi	19
3.4.5 Denemenin değerlendirilmesi.....	20
3.5 Verilerin Analizi.....	20
4. BULGULAR	22
4.1 Farklı Baharat Ekstraktların <i>M. arenaria</i> 'nın Yumurta Açılımına Etkisi	22
4.2 Farklı Baharat Ekstraktların <i>M. arenaria</i> 'nın İkinci Dönem Larvasına Etkisi.....	25
4.3 Baharat Ekstraktlarının Domateste <i>M. arenaria</i> 'ya Etkisi	31
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ.....	46

1. GİRİŞ

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) tropikal ve subtropikal bölgelerdeki tarım alanlarında, verim ve kaliteyi düşüren en önemli nematod türlerindedir (Trudgill ve Blok, 2001; Abad vd, 2003; Ornat ve Sorribas, 2008). Dünyada ve Türkiye’de tespit edilen en yaygın türler, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919), *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) ve *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1989)’dır (Devran ve Söğüt, 2009; Mennan vd, 2011). Kök-ur nematodları özellikle sebze üretiminde ekonomik verim kaybına neden olmakta ve bu kaybın domateste %42-54, patlıcanlarda ise %30-60 civarında olduğu bilinmektedir (Elekcioğlu ve Özarslandan, 2010; Luc vd, 2005; Collange vd, 2011).

Dünya’da birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de sebzelerde özellikle sera alanlarında, kök-ur nematodlarına karşı nematisit uygulaması çok yoğun olarak yapılmaktadır. Nematisitlerin yoğun kullanımının insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri bilinmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı kullanılan nematisitlerin bu tehlikesinden dolayı, alternatif mücadele yöntemleri üzerinde çalışmalara son yıllarda daha fazla önem verilmektedir (Özarslandan, 2009).

Zararlılara özgü olan ve zararlıları fizyolojik olarak olumsuz etkileyen bileşenlerin kullanılmasının, kimyasal mücadele için alternatif olabileceğini belirtmiştir (Erdoğan ve Toros, 2005). Özellikle bu amaçla, bitki ekstraktları ve uçucu yağların, nematod mücadelesinde kullanılması üzerine oldukça yoğun olarak çalışmalar yapılmaktadır.

Bitkilerin biopestisit olarak kullanılma potansiyeli, birçok araştırmada ortaya konmuş olup. Günümüzde, bitki zararlılarına karşı etkili 2000’den fazla bitki olduğu bilinmektedir (Koul vd, 2008; Saxena, 1983; Dimetry vd, 2010).

Türkiye bitki türü bakımından zengin bir floroya sahip olup çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkiyi barındırmaktadır (Önen vd, 2017). Bu bitkiler uzun yıllardır tıbbi ilaç hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, pestisit olarak kullanılabilme potansiyelde değerlendirilmiştir (Baytop, 1994). Özellikle kök, yaprak, tohum gibi çeşitli bitki kısımlarının kurutulması ile elde edilen, bütün yada örtülerek kullanıma sunulan koku ve tat verici unsurlar olarak bilenen baharatlar, nematodlara toksik olabilirler. Baharatlardan elde edilen ekstratlar ve yağların, kök-

ur nematodlarına karşı nematisit etkinliğe sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Abbas vd, 2009; Oka vd, 2000; Aydınlı ve Mennan, 2014).

Bu alışma da, Türkiye’de yoğun olarak isan beslenmesinde kullanılan 13 farklı baharat bitkisinden hazırlanan sulu ekstraktların kök ur nematodu *M. arenaria* mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçla, hazırlanan ekstraktların laboratuvarda *M. arenaria*’nın ikinci dönem larvalarına ve yumurta açılımına etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca laboratuvar çalışmalarında 5 tane ekstrakt seçilerek saksı denemeleriyle domateste *M. arenaria*’ya karşı değerlendirilmeye alınmıştır.

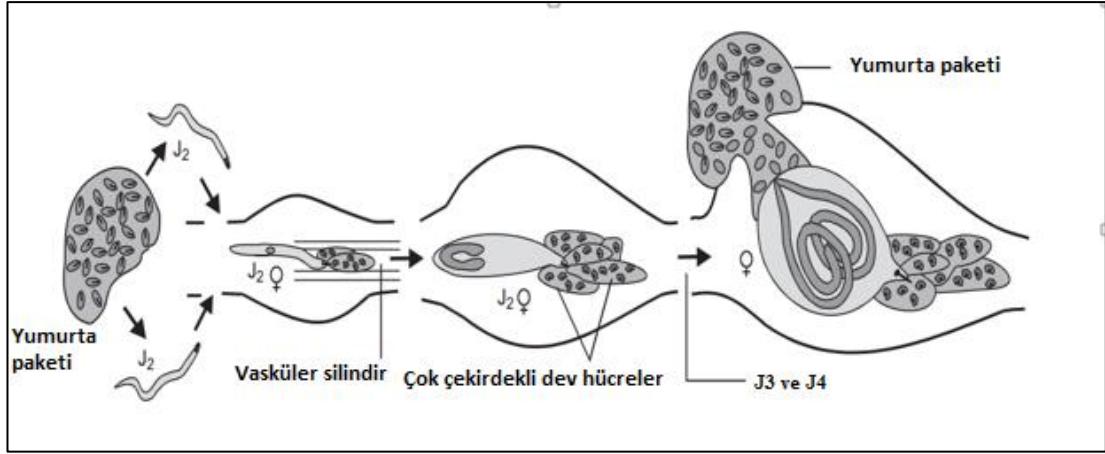


2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kök-ur nematodları 100'den fazla türe sahiptir ve bunlardan bazıları en önemli bitki zararlıları olarak kabul edilmektedir (Jones vd, 2013; Da Silva vd, 2014; Asadi vd, 2015). Ekonomik öneme sahip türlerin basında, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* ve *M. arenaria* gelmekte olup sebzeler, meyve ağaçları, yabancı ot ve süs bitkileri gibi çeşitli bitkilerde beslenerek zarara neden olabilmektedir (Barker vd, 1985; Robert, 1995; Liu vd, 2007; Ercan ve Elekçioğlu, 2009).

Mikrokobik canlılar olan kök-ur nematodlarının erginlerinde, erkek ve dişi belirgin bir şekilde birbirinden morfolojik olarak ayrılmaktadır. Ergin dişiler armut şeklinde olup 440-1300 μ boyunda ve 325-700 μ enindedir (Taylor ve Sasser, 1978). Dişilerde stilet uzunluğu 10-25 μ 'dur. Vulva vücudun alt kısmında anüse yakındır (Hirschmann, 1985). Ergin erkekler filiform (ipliksi) olup uzunluğu 700-1900 μ 'dur. Ergin erkeklerde stilet uzunluğu 13-33 μ 'dur (Jepson, 1987). Yumurtadan çıkan ikinci dönem larva genellikle ince ve iplik şeklindedir. Kuyruk, vücut sonuna doğru incelerek konik şeklini alır. İkinci dönem larvalar 250-650 μ boyunda olup, stilet uzunluğu genellikle 10-15 μ 'dur. Üçüncü ve 4. dönem larvalarda ise stilet yoktur (Siddiqi, 2000). Kök-ur nematodlarının yumurtaları, genellikle elips şeklinde olup saydamdır. Yumurtanın boyu 78-97 μ eni ise 35-42 μ 'dur. Yumurtalar, jelatinsel bir matriks içinde yumurta kümesi halinde bulunur ve bu jelatinsel matriks dişinin rektal bezlerinden anüs aracılığı ile salgılanır. Bir yumurta kümesinde, türlere göre değişmekte birlikte genellikle 400-800 yumurta bulunmaktadır (Wallace, 1963).

Kök-ur nematodlarının yaşam döngüsünde, ikinci dönem larva konukçu bitkiye saldıran dönemdir. Bu larva dönemi, kök içerisine girerek, hücreler arasında korteks boyunca ilerler (Davis vd, 2009; Escobar vd, 2015; Engler ve Gheysen, 2013). Uygun bir kök içerisine kendini sabitleyen larva burada beslenmeye başlar ve dev hücre olarak adlandırılan beslenme alanlarının oluşmasına neden olurlar. Bu hücrelerde beslenen larva 3 gömlek değiştirdikten sonra, ergin döneme ulaşır. İplik yapısındaki ergin erkekler köklerden ayrılırken, dişiler beslemeye devam ederler. Olgunlaşarak armut şeklini olan dişiler yumurta bırakmaya başlarlar (Şekil 2.1). Birinci dönemi yumurta içerisinde tamamlayan larva, ikinci dönem larva olarak yumurtadan çıkış yapar(Ornat ve Sorribas, 2008). Böylece çevre şartlarına bağlı olarak genellikle üç ya da altı haftada 1 dölünü tamamlarlar (Bird vd, 2009; Postnikova vd, 2015).



Şekil 2.1. Kök-ur nematodlarının yaşam döngüsü (Jung ve wyss, 1999'den değiştirilerek verilmiştir).

Kök-ur nematodlarının tanımlanmasında morfolojik karakterler, biyokimyasal teknikler ve moleküler yöntemler kullanılmaktadır. Morfolojik tanımlama yöntemleri arasında en sık kullanılan, dişi genital alan morfolojisidir (Şekil 2.2). Bunun dışında dişi, erkek ve ikinci dönem larvaların baş ve stilet yapıları ve biometrik ölçümlerinden de faydalanılmaktadır (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991). Ancak, morfolojik karakterler ile ilgili çalışmalar zahmetli olup tek başına türün teşhisi için yetersizdirler. Kök-ur nematodların dişileri kullanarak gerçekleştirilen biyokimyasal teşhis çalışmalarında esteraz ve malatdehidrajenaz enzim profillerinden faydalanılmaktadır (Esbenshade ve Triantaphyllou, 1985; Hunt ve Handoo, 2009; Aydınli ve Mennan, 2016) . Özellikle pek çok türün tanımlanması için esteraz enzim fenotipi tek başına yeterli olmaktadır (Şekil 2.3). Fakat bu yöntemin en büyük dezavantajı sadece dişi bireylerin teşhiste kullanılabilmesidir. PCR cihazının gelişimi ile birlikte yoğun olarak kullanılan DNA temelli moleküler yöntemler ise nematodların yaşam döngüsünün her aşamasında hızlı ve güvenilir olarak kullanılabilmektedir (Meng vd, 2004; Devran ve Söğüt, 2009; Wesemael vd, 2011).

ve Chet, 1998; Sharon vd, 2001). *Pasteuria penetrans* (Thorne, 1940), kök-ur nematodlarının kontrolünde kullanılan bir bakteri olup yürütülen bir çalışmada *Pasteuria penetrans*'ın 10^5 spor/ml süspansiyonu, *M. incognita* larvalarına uygulanmış domates bitkisine bulaştırılmıştır ve bitkilere bulasma % 86 oranında azalmıştır (Davies vd, 1988).

Yetiştirilen ürünlerde rotasyon, nematodla mücadelede kullanılabilecek diğer bir yöntemdir. Ürün rotasyonunda dikkat edilmesi gereken husus, yeni ekilen ürünün zararlı nematod türünün konukçusu olmamasıdır. Örneğin susam *M. arenaria* ve *M. incognita*'yı kontrol etmek için uygun bir rotasyon ürünü olabilir. Fakat susamın rotasyonu *M. javanica*'ya karşı etkili değildir (Guerena, 2006). Özellikle kök ur nematodlarının önemli türlerinin konukçu bitkisinin geniş olması rotasyon uygulamasını sınırlandırmaktadır.

Kök-ur nematodlarını kontrol etmek için dayanıklı çeşitlerin kullanılması tarım dünyasındaki en iyi gelişmelerden biridir (Bridge, 1996). Domatesdeki (*Solanum lycopersicum*) Mi-1.2 dayanıklılık geni kök ur nematodun üç türüne (*M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. incognita*) karşı dayanıklılık sağlar (Corbett vd, 2011). Ancak Mi geni tarafından sağlanan dayanıklılığı kıran virulent populasyonlar, dünyada pek çok ülkede kayıtlıdır. Yapılan çalışmalarda, *M. incognita* ve *M. javanica*'nın başlıca populasyonlarının, Mi-1 geni tarafından kontrol edilen dayanıklılığı kırdığı saptanmıştır (Kiewnick vd, 2009; Devran ve Söğüt, 2010; Castagnone-Sereno ve Djian-Caporalino, 2011).

Solarizasyon, su altında bırakma ve nematodları toprağın yüzeyine çıkarma amacı ile yapılan derin sürüm gibi fiziksel mücadele yöntemleri de kök-ur nematodları ile mücadelede kullanılmaktadır. Solarizasyon ile arazideki nematod populasyonlarının %50-%96 oranında azaldığı bildirilmiştir (Elekcioğlu vd, 1995). Su altında bırakma yöntemi, arazinin aşırı derecede sulanarak nematodların solunumunu engellemekten ibarettir. Bununla birlikte, nematodları bu yöntemler ile tamamen ortadan kaldırmak pek mümkün değildir (Guerena, 2006).

Bitkisel kökenli pestisitler, zararlılarla mücadelede, çoğunlukla sentetik pestisitlere göre etkisi daha uzun süren önemli bir gruptur. Bunun yanında az kalıntı etkisi ile insan sağlığına ve çevreye dosttur. Ayrıca, bitkisel kökenli pestisitlerin aktif maddeleri biyolojik kökenli olduğu için, zararlılarda dayanıklılık meydana getirmezler (Saxena, 1983).

Birçok bitki ekstraktının nematisit etkinlikleri bilinmektedir. Nematodlara karşı kaçırmacı, uzaklaştırıcı, nematodların yumurta açılımını teşvik eden veya engelleyen bileşikler, nematodlara karşı mücadelede kullanılabilir (Pandey vd, 2000; Chitwood, 2002; Ibrahim vd, 2006; Sharf vd, 2014).

2.1 Bitki Ekstraktlarının Kök ur Nematodlarına Etkileri ile İlgili Çalışmalar

Yaklaşık 235 bitki familyasından 6000 bitki türünün, antiparazitik özelliklere sahip oldukları belirtilmektedir (Koul ve Dhaliwal, 2003; Dimetry, 2014).

Azadirachta indica nematisit özelliğide sahip olup, kök-ur nematodlarına karşı kullanılan önemli bir bitkidir. *Azadirachta indica* yaprakları, tohumları, tohum tozları, tohum ekstraktları, yağ ve özellikle yağ posası, çeşitli nematod türlerinin kontrolünde kullanılmıştır (Egunjobi ve Afolami, 1976).

Prot ve Kornprobst (1983), domates fidelerine *A. indica*'nın tohum ekstraktı uygulandığında, *M. javanica* ikinci dönem larvalarının köklere girişinin azaldığı saptanmışlardır. Ayrıca *M. incognita*'nın mücadelesinde *A. indica* yağlarının da etkili olduğu tespit edilmiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada *Ricinus communis*, *T. erecta* ve *M. azedarach* bitkilerinin parçalanmış yapraklarının, kök-ur nematodlarına karşı ırlanmayı azaltıcı etkinliği araştırılmıştır. Papaya bitkisinin yetiştirildiği saksılara 100 g olacak şekilde uygulanan yaprak parçalarının, ırlanmayı büyük ölçüde azalttığı saptanmıştır (Reddy vd, 1993).

Bitkilerde zararlı karşı kullanılabilir etken madde içeriği genellikle, bitki gelişiminin belirli bir döneminde bulunur. Örneğin *Azadirachta indica* bitkisinde meyve olgunlaşmaya başladığında meydana gelir. Bu nedenle, istenilen sonuçlar elde etmek için bitki materyalini doğru zamanda elde etmek önemlidir (Parmar vd, 2001).

Thymus vulgaris (kekik) ve *Ocimum basilicum* (fesleğen) bitkilerinin de aralarında bulunduğu 27 farklı baharat ve aromatik bitkinin uçucu yağlarının, *M. javanica*'nın ikinci dönem larva ve yumurta açılımına etkisini araştıran Oka vd (2000), bu bitkilerden kekiğin %67,5 oranında, fesleğenin ise %17,7 oranında ikinci dönem larvaları hareketsiz hale getirdiğini tespit etmişlerdir. Yumurtalara etkisi bakıldığında ise kekiğin %15,6, fesleğenin ise %21,2 oranında açılıma neden olduğunu saptanmışlardır.

Inula viscosa'nın farklı nematod türlerine nematisit etkisini araştıran Oka vd (2001), bu bitki ekstraktın en etkili olduğu nematod türünün *M. javanica* olduğunu bildirmiştir. Özellikle yaprak tozununun %1'lik konsantrasyonunun ikinci dönem larva sayısını önemli oranda azalttığını tespit etmişlerdir.

Chrysanthemum koronarium L.'nun uçucu yağları ve çiçek ekstratlarının in vitro ve saksı denemeleri ile nematisit etkinliği araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonların (2, 4, 8 ve 16 µL) denendiği araştırmada yağlar, yumurta açılımını engeleyimiş ve ikinci dönem larva üzerinde etkili bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, *C. koronarium* uçucu yağının doğal nematisitler olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Pérez vd, 2003).

Kök-ur nematodları *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı Ürdün'de yetişen 20 bitki türünün uçucu yağlarının (20 µg ml⁻¹) etkinlikleri Al-Banna vd (2003) tarafından araştırılmış ve *Hypericum androsaemum* bitkisinin tüm parçalarından hazırlanan ekstraktın, 24 saat sonunda *M. javanica*'ya karşı en yüksek nematisit etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, *Origanum syriacum*'nun *M. incognita*'ya 48 ve 72 saat sonrasında, sırasıyla %59 ve %82'lik artan bir etki göstermiştir. *Artemisia herba alba* bitkisinin yaprak ekstraktının etkisi, *M. incognita*'ya karşı biraz daha farklılık göstererek 24, 48 ve 72 saat sonrasında sırası ile %22, %51 ve %54 ölüm oranına ulaşmıştır. On kat daha fazla konsantrasyonda uçucu yağ içeren bitki ekstraktları (200 µg ml⁻¹), her iki nematod türünün ikinci dönem larvalarına karşı 24 ve 72 saatlik inkübasyon sonunda, artan ölüm etkisine neden olmuştur. Test edilen bazı bitkilerin uçucu yağları içerisindeki Geraniol, Thymol ve Kamfor aktif bileşenlerinin, *M. javanica*'ya karşı öldürücü etkileri, 72 saat sonunda sırası ile %91, %60, %56 olmuştur. *Meloidogyne incognita*'ya karşı en etkili aktif bileşenler olan Carvacol, Thymol ve Geraniol, ikinci dönem larvalarda sırası ile %100, %90, %74 oranlarında ölüme neden olmuştur. Cineole ise *M. incognita*'ya karşı en az etki gösteren aktif bileşen olarak tespit edilmiştir.

Meloidogyne incognita yumurta kümelerine %20 ve %30 taze bitki yaprak ekstraktı uygulandığında, yumurta kümelerinin 15 dakika içinde %50-90'nını öldürdüğünü, 30 dakika sonra ise ölüm oranı %100'e ulaştığını bildirmiştir (Agbenin vd, 2005).

Tamarindus indica, *Cassia siamea*, *Isobertinia doka*, *Dolnix regia* ve *Cassia sieberiana*, bitkilerinin tohum, yaprak ve kabuklarından elde edilen ekstraktların, *M.*

incognita'nın yumurta açılımına etkisi araştıran Bello vd (2006), tohum ekstraktların yaprak ve kabuk ekstraktlarına göre daha fazla engellediğini tespit etmişlerdir. En etkili bitki ise *C. sieberiana* olup, onu sırasıyla *I. doka*, *T. indica* ve *D. regia* takip etmiştir.

Azadirachta indica'dan elde edilen bileşiklerin, bitkiler tarafından ksilem ve floem yoluyla absorbe edildiği bildirilmiştir. *Azadirachta indica*'nın nematisit aktivitesi gösteren bileşikleri yalnızca nimbidin, salanin ve thionimone gibi bileşikler değil, aynı zamanda amonyak, formaldehit, fenoller ve dekompozisyon sırasında salınan yağlı asitlerdir. *Azadirachta indica* bitkisinin ham halinin, nematodların kontrolünde başarılı olduğu ve üreme kapasitesini azalttığı tespit edilmiştir (Javed vd, 2007).

Dawar vd (2007), okaliptüs bitkisinin *M. javanica*'nın yumurta açılımını engellenme ve ikinci larva ölümüne etkisinin uygulama süresine bağlı olduğunu saptanmışlardır. Ayrıca, bu bitkinin yaprak, sap ve meyvelerinin topraktaki nematod popülasyonunu önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir.

Cinnamomum tamala'nın sulu ekstraktlarının %100 (w/v)'lük konsantrasyonunda *M. javanica* yumurtalarına karşı yüksek nematisidal etkili oldukları bildirilmiştir. Bu bitkilerin 1000 ppm'lik etanol ekstraktı, 72 saat sonunda *M. javanica*'nın yumurta açılımını tamamen engellemiştir. Ayrıca, ikinci dönem larvalar üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Abbas vd, 2009).

Bazı bitki ekstratlarının kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı etkisi kimyasal pestisitler ile karşılaştırmıştır. Bu çalışmada kullanılan bitkiler, *Nicotiana tabacum*, *Syzygium aromaticum*, *Piper betle* ve *Acorus calamus*'tur. Kıyaslamaların yapıldığı sentetik pestisitler ise Delthamethrin, Carbosulfan ve Chlorpyrifos'tur. EC50 değeri sentetik pestisitlere göre 5-10 kat daha düşük olan bitki ekstratlarının, nematodlarla mücadelede etkili olduğu ortaya konmuştur (Taniwiryono vd, 2009).

Ocimum gratissimum, *A. indica*, *Vernonia amygdalina* ve *Moringa oleifera* sulu ekstraktlarının *M. incognita*'nın yumurta açılımını 10 gün sonunda %40-63,7 oranında azaltmıştır. Larvalardaki ölüm oranı ise %82-93 tespit edilmiştir (Claudius-Cole vd, 2010).

Adegbite (2011), *A. indica*, *Chromolaena odorata* L., *Nicotiana tabacum* L., *Carica papaya* L., *Cannabis sativa* L., *Cassia alata* L. ve *Vernonia amygdalina*

bitkilerinin %2,5'lik sulu konsantrasyonlarının, *M. incognita*'nın yumurta açılımını yüksek oranda engellediğini saptanmışlardır.

Pavaraj vd (2012), 10 farklı bitki türünün metanol ekstratlarının *M. incognita*'nın yumurtadan çıkışına ve ikinci dönem larvalarına karşı in vitro koşullarda nematisit etkilerini araştırmışlardır. *Meloidogyne incognita*'nın yumurta ve larvaları, bitki ekstratlarının 10 ppm'den 100 ppm'e kadar maruz bırakılmış ve 24, 48 ve 72 saat sonra değerlendirmeler yapılmıştır. *Couroupita quianensis* ve *Nepata cataria* bitki ekstratlarının, 72. saatteki kontrollerinde ölüm oranlarının sırasıyla %73 ve %86 olduğu saptanmıştır. Denenen konsantrasyonlar ile yumurtadan çıkış oranları arasında, ters orantı olduğu belirlenmiştir. Yumurtadan çıkışı en fazla azaltan bitkilerin *N. cataria* ve *C. quianensis* olduğu bildirilmiştir.

Chedekal (2013), *Calotropis procera*, *A. indica*, *Clerodendrum thomsoniae* ve *Lantana camara*'nın yapraklarının sulu ekstratlarını, *M. incognita*'nın yumurta kümelerini ve ikinci dönem larvalara etkisini denemiştir. Tüm ekstraktlar, yumurta kümelerinin açılma oranını düşürürken, en yüksek azalış *C. procera*'da (%99,83) ve en düşük azalış ise *L. camara*'da (%77,88) saptanmıştır. İkinci dönem larvalarda en yüksek ölüm *A. indica* (%90,17) ve en düşük ölüm *C. procera*'nın (%60,33) ekstratlarından elde edilmiştir.

Domateste zarar yapan *M. incognita*'ya karşı hem laboratuvar hem de saksı ortamındaki nematisit etkilerini değerlendirmek amacıyla *Milletia ferruginea* (Hochst.) Baker., *Vernonia amygdalina* Delile., *Parthenium hysterophorus* L., *Chenopodium amrosioides* L., *Chrysanthemum cinerariaefolium* L., *Azadirachta indica* A.Juss., *Tagetes minuta* L., ve *Lantana camara* L., bitkilerinin ekstratları kullanılmışlardır. Bitki ekstratları laboratuvar denemelerinde %1, %3 ve %5, saksı denemesinde ise %3 ve %5 konsantrasyonun da denenmiştir. Bütün ekstraktlarda, yumurta açılımına en fazla etki en yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. Yumurtadan çıkışını en fazla engelleyen ekstratlar %95 oranı ile *M. ferruginea*, *V. amygdalina*, *T. minuta* ve *L. camara* olarak saptanmıştır. Saksı denemelerinde ise köklerdeki ırlama oranı ve topraktaki nematod popülasyonu azalmıştır (Wondimeneh vd, 2013).

Eritre'de görülen on yabancı ot türünden elde edilen sulu ekstraktların, *M. incognita*'ya karşı nematisit etkinliği araştırılmıştır. Her bir bitki ekstraktının, üç konsantrasyonu, *M. incognita*'nın yumurtalarına ve ikinci dönem larvalarına

uygulanmış ve 24, 48 ve 72 saat sonra yumurta açılımının engellenmesi ve larva ölüm oranları belirlenmiştir. Konsantrasyonun artması ile öldürücülüğün arttığı saptanmıştır. *Datura stramonium* ekstraktlarında yumurta açılımı %57-100 arasında engellenmiş ve larva ölüm oranı %75-100 arasında olmuştur. *Heliotropium indicium* uygulandığında, larva ölüm oranı %74-100 arasında olmuştur. *Latana camara* ve *X. strumarium* ekstratlarının nematisit etkinliği ise fazla olmamıştır (Chaudhary vd, 2013).

Meloidogyne incognita üzerine *A. indica*, *Vernonia amygdalina* Delile., *Moringa oleifera* ekstraktlarının etkileri araştırılmıştır. *Meloidogyne incognita*'nın yumurtaları ve larvaları, bu bitkilerin yapraklarından elde edilen sulu ekstraktın içinde on gün boyunca bırakıldığında yumurta açılımı %40-63,7 oranında azalmıştır. Ekstraktlardaki larva ölüm oranı %82-93,8 olup, kontrol grubunda ise %25'dir (Kankam vd, 2014).

Azadirachta indica, *T. indica*, *Dalbergia sissoo*, *Eukalyptus* sp., *Aegle marmelos*, *Guaiacum officinale*, *Thespesia populnea*, *Pithocellobium dulce*, *Prosopis juliflora* ve *Samanea saman*'dan oluşan 10 yerli ağaç türünün *M. javanica*'ya karşı laboratuvar ve serada nematisit etkinliği araştırılmıştır. *Eukalyptus* sp. kabuğunun sulu ekstraktının, yumurta açılımını engellediği ve larvaları öldürdüğü saptanmıştır. Larvaların ölüm oranı % 98,4 olarak belirtilmiştir (Latif vd, 2014).

Capsicum frutescens L., *Hyoscyamus niger* L., *M. azedarach*, *Xanthium strumarium* L. ve *Achillea wilhelmsii* bitki ekstraktlarının *M. incognita*'nın ikinci dönem larva ölüm oranı ve yumurta açılımına üzerine etkileri farklı dozlarda (%0.5, %1, %1.5, %3.0, %6 ve %12) denenmiş ve *H. niger*, *X. strumarium* ve *M. azedarach* için %3, %6 ve %12 dozlarında, yumurta açılımını engellenme ve ikinci dönem larva ölüm oranının %100'e kadar ulaşabileceği vurgulanmıştır (Kepenekçi vd, 2016).

Brassica napus L., *L. camara*, *T. erecta* ve *A. indica* yaprak ve tohum ekstraktlarının *M. incognita*'ya etkisi in vitro koşullarında araştırılmış ve tüm bitkilerin sulu ekstraktının, 72 saat sonra %10 konsantrasyonda *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarını %84,67-100 oranında öldürdüğü belirtilmiştir (Feyisa vd, 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Kök-ur Nematodu Populasyonu

Çalışmada kök-ur nematodu türü *M. arenaria* kullanılmıştır. Çalışma için gerekli nematod türüne ait saf popülasyon, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarı seralarındaki saksı kültürlerinde kullanılan nematoda hassas domates (*Solanum lycopersicum*) çeşidi Rio Grande (May Toh.) bitkilerinden elde edilmiştir (Şekil 3.1).

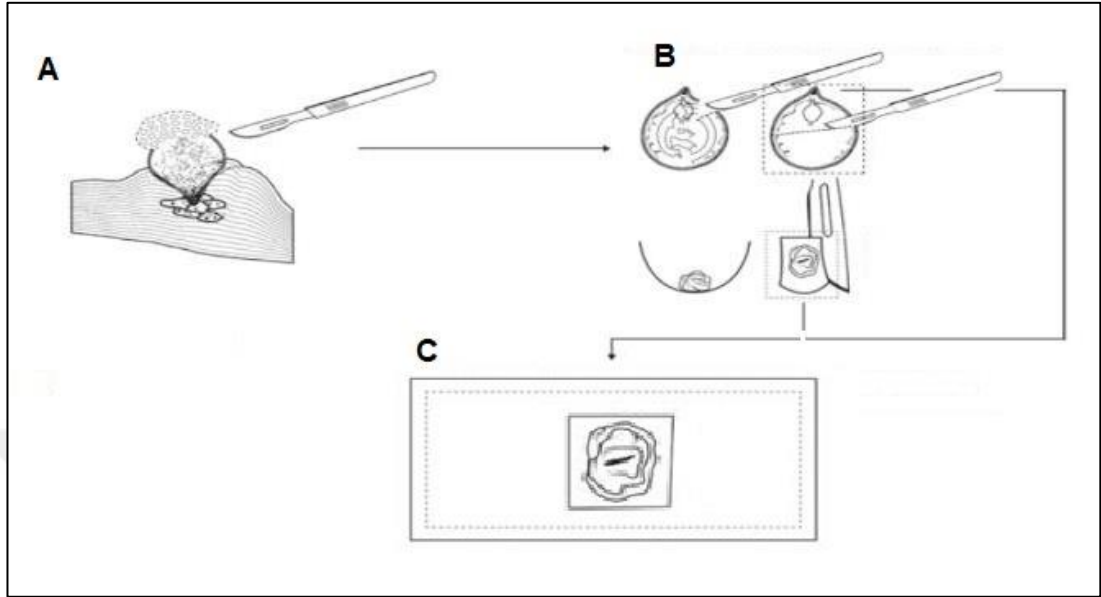


Şekil 3.1. Saksı kültürü olarak muhafaza edilen *Meloidogyne arenaria* ile bulaşık hassas domates bitkileri

Çalışma için gerekli kök-ur nematodu popülasyonunun türü morfolojik ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak teyit edildikten sonra denemelerde kullanılmıştır. Morfolojik teşhis için dişi genital bölge preparatı kullanılmıştır. Biyokimyasal teşhis için ise dişilerin esteraz enzim fenotipinden yararlanılmıştır. Her iki yöntem için gerekli dişiler bitki köklerinden stereomikroskop (Nikon, SMZ1500) altında toplanmıştır.

Dişi genital bölge preparatları, Taylor ve Netscher (1974)'e göre hazırlanmıştır. Kökten çıkartılmış dişinin baş kısmı, mikroskop altında %45'lik laktik asit içerisinde kesildikten sonra, vücudu boşaltılarak temizlenmiş ve genital

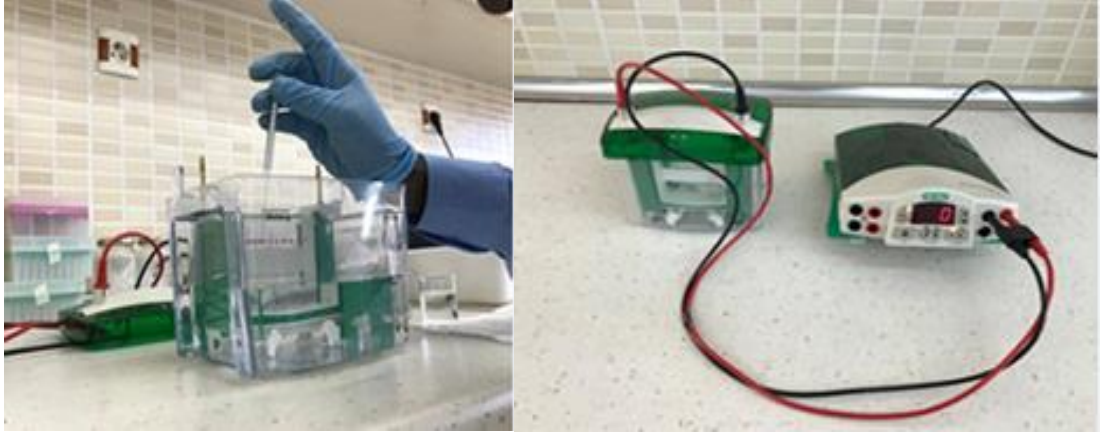
alanı elde edilmiştir. Dişilerin genital kısımları, gliserin içinde lam ve lamel arasında preparat haline getirilmiştir (Şekil 3.2). Dişilerin tür teşhisi Prof. Dr. Sevilhan MENNAN tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.2. Kök-ur nematodu dişilerinden genital bölge preparatların hazırlanması. (A) Dişinin kökten alınması, (B) Baş kısmının kesilmesi ve vücudun içinin boşaltılarak temizlenmesi, (C) Dişi genital bölgesinin lam ve lamel arasında preparat haline getirilmesi (Marais vd, 2017'den değiştirilerek verilmiştir)

Populasyonların esteraz enzim fenotipi kullanılarak tanımlanmasında kullanılan genç dişiler, ekstraksiyon buffer bulunan tüplere yerleştirilerek buffer içerisinde ezilmiştir. Örnekler PAGE yöntemi ile Aydınli ve Mennan (2016)'ya göre analiz edilmiştir (Şekil 3.3). Populasyona ait dişilerin esteraz enzim fenotipleri Dr. Gökhan AYDINLI tarafından değerlendirilmiştir.

Dişilerinin genital bölge preparatları ve enzim fenotipleri değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan kök-ur nematodu populasyonunun *M. arenaria* türüne ait olduğu kesinleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kök-ur nematodu populasyonunun esteraz enzim fenotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen Poliakrilamid Jel Elektroforezi (PAGE)

3.2 Çalışmada Kullanılan Bitki Ekstraktların Hazırlanması

Denemelerde gerekli ekstraktların elde edilmesi için baharat olarak tüketime hazır olan 13 farklı bitki materyali kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Bunun için gerekli miktardaki baharat (Kaan Baharat A.Ş., Rize) paketler halinde satın alınmıştır.

Her bir baharat bitkisinden %10 (w/v)'luk stok solüsyonlar hazırlanmıştır (Şekil 3.4). Bunun için 10 gram bitki materyali, erlenler içerisinde bulunan 90 ml saf su içerisine konulmuş ve buzdolabında (4°C) bulunan 100 rpm hızda çalıştırılan dairesel hareketli çalkalayıcıya (Heidolph, Unimax 2010) yerleştirilmiştir. Çalkalayıcıda 24 saat tutulan bitki-su karışımı önce bez bir türbantten, sonra 38 mikronluk elekten süzülerek cam beher içerisinde alınmıştır. Bu solüsyonlar daha sonra kapaklı tüplere (15 ml) yerleştirerek, 5000 rpm'de 10 dakika santrifuj edilmiştir. Solüsyonların üst fazı Whatman filtre kağıdı (No1) ile süzülmüş ve koyu renkli plastik şişelere konularak kullanılana kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir (Oka vd, 2006).

Çizelge 3.1. *Meloidogyne arenaria* ile mücadelede kullanılabilme potansiyeli değerlendirilen baharat bitkileri*

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familyası
<i>Anethum graveolens</i>	Dereotu	Rutaceae
<i>Capsium annium</i>	Acı biber	<i>Solanaceae</i>
<i>Cuminum cyminium</i>	Kimyon	<i>Apiaceae</i>
<i>Coriandrum sativum</i>	Kişniş	<i>Apiaceae</i>
<i>Curcuma longa</i>	Zerdeçal	<i>Zingiberaceae</i>
<i>Helichrysum italicum</i>	Köri	<i>Rutaceae</i>
<i>Ocimum basilium</i>	Fesleğen	<i>Lamiaceae</i>
<i>Piper nigrum</i>	Karabiber	<i>Piperaceae</i>
<i>Punus mahlep</i>	Mahlep	<i>Rosaceae</i>
<i>Rhus coriaria</i>	Sumak	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Syzygium aromaticum</i>	Karanfil	<i>Myrtaceae</i>
<i>Thymus vulgaris</i>	Kekik	<i>Lamiaceae</i>
<i>Zingiber officinale</i>	Zencefil	<i>Zingiberaceae</i>

*Baharatlar hazır olarak paketler (Kaan Baharat A.Ş., Rize) halinde satın alınmıştır.



Şekil 3.4. Baharat bitkilerinden ekstraktlarının hazırlanması. (A) Su ve bitki parçalarının erlen içine yerleştirilmesi, (B) Erlenlerin 4°C’de 24 saat çalkalayıcıda tutulması, (C) Bitki-su karışımlarının bez tülbentten süzülmesi, (D) Solusyonların 38 mikron’luk elekten geçirilmesi, (E) Solusyonların santrifuj edilmesi, (F) Solusyonların Whatmann filitresinden geçirilerek koyu renkli şişelere yerleştirilmesi

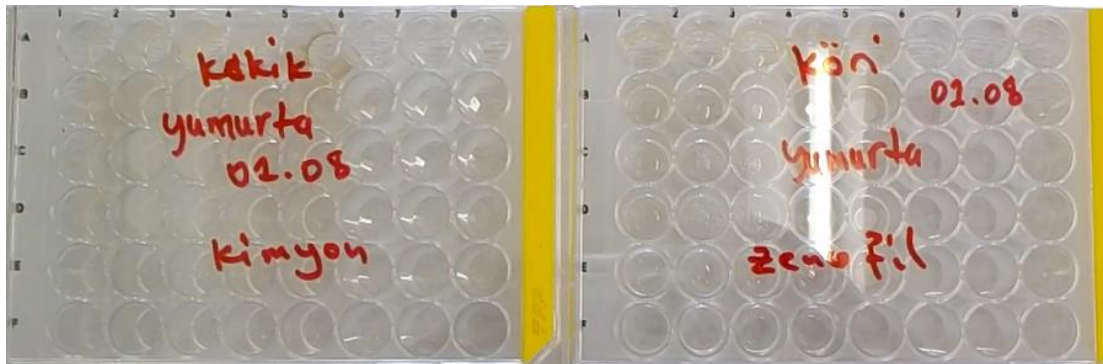
3.3 Laboratuvar Denemeleri

Baharat bitkilerinden hazırlanan sulu ekstraktların %0,5, %1 ve %2’lik konsantrasyonlarının, *M. arenaria*’nın yumurta açılımına ve ikinci dönem larva üzerine etkisi laboratuvar denemeleri ile araştırılmıştır.

3.3.1 Ekstraktların yumurta açılımına etkisinin araştırılması

Seri kültür olarak muhafaza edilen saksılardaki domates bitkileri sökülerek, kökler su ile yıkanmış ve 1-2 cm boyutunda kesilerek, içerisinde %10'luk çamaşır suyu (%0,5 NaOCl) solusyonu bulunan cam erlende 3-5 dakika çalkalanmıştır. Köklerin bulunduğu bu solüsyon, 200 mesh (75 µm) ve 500 mesh (25 µm) elekten geçirilerek alttaki elekteki (500 mesh) yumurtalar, bir cam behere piset yardımıyla toplanmıştır (Hussey and Baker, 1973).

Yumurta açılımına etkisi araştırılan baharat bitkilerinin %10'luk stok solüsyon olarak hazırlanan ekstraktları, kullanılmadan hemen önce 0,2 µm'lik steril şırınga filtresinden geçirilmiştir. Yumurta açılımına ekstraktların etkisini denemek için 48 kuyucuklu kapaklı plateler kullanılmıştır (Şekil 3.5). Bitki köklerden elde edilen yumurtalar mikropipet yardımıyla her bir kuyucuğa yaklaşık 100 adet olarak yerleştirilmiştir. Daha sonra ekstraktların çalışmada etkisi denenen konsantrasyonlarını (%0,5, %1 ve %2) sağlamak için steril saf su ve stok olarak hazırlanan %10'luk ekstrakt ilave edilmiştir. Bu şekilde ekstrakt, yumurta ve steril saf su eklenerek hazırlanan konsantrasyonun final hacmi 100 µl'ye ayarlanmıştır. Her bir baharat bitkisinin ekstrakt uygulaması 4 tekerrülü olarak hazırlanmıştır. Plateler 24°C'deki inkübatörde 7 gün süreyle karanlık ortamda bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, uygulamaların yumurta açılımına etkisini belirlemek amacıyla plate kuyucuklarındaki ikinci dönem larvalar ve yumurtalar stereomikroskop (Nikon, SZM 1500) altında sayılarak kaydedilmiştir. Çalışma aynı şartlar altında 1 defa daha tekrar edilmiştir. Deneme sonunda yumurta açılımının engelleme oranı, açılmamış yumurtalar değerlendirilerek % olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Bitki ekstraktlarının *Melodogyne arenaria*'nın yumurta açılımına etkisini değerlendirmek amacıyla çalışmanın yürütüldüğü plateler

3.3.2 Ekstraktların ikinci dönem larvaya etkilerinin araştırılması

Seri kültür olarak yetiştirilen *M. arenaria* ile bulaşık domates bitkileri sökülerek kökleri yıkanmıştır. Stereomikroskop (Nikon SZM 1500) altında pens yardımıyla köklerden alınan yumurta paketleri, içerisinde saf su bulunan yumurta açma kaplarına toplanmıştır. Yumurta açma kapları 24 °C'deki inkübatöre yerleştirilmiş ve iki günde bir, yumurta açma kapları kontrol edilerek su içerisindeki yumurtadan çıkan ikinci dönem larvalar toplanmıştır. Bu şekilde çalışma için gerekli ikinci dönem larvalar elde edilmiştir. Ekstrakt uygulamalarında en fazla 2 günlük larvalar kullanılmıştır (Ferris ve Zheng, 1999).

Farklı dozlardaki ekstrakt uygulamalarının ikinci dönem larvaya etkileri, yumurta açılımı denemesinde bahsedildiği şekilde, yumurta yerine 100 adet ikinci dönem larva kullanılarak 48 kuyucuklu plateelerde yürütülmüştür. Kontrol olarak ise sadece su ve ikinci dönem larva kullanılmıştır. Uygulamalar 4 tekerrürlü olarak 24 °C'deki inkübatörde yürütülmüştür. Denemeler aynı koşullarda 1 defa daha tekrarlanmıştır.

Ekstrakt uygulamalarının etkilerini değerlendirmek için 48 saat sonra ikinci dönem larvalar stereomikroskop (Nikon, SZM 1500) altında incelererek hareketli ve hareketsiz olanlar kaydedilmiştir. Bu şekilde hareketsiz larva oranları % olarak hesaplanmış ve ekstraktların ikinci dönem larvaların hareketini engelleme oranı belirlenmiştir.

Ekstraktların larva ölümüne etkisini değerlendirmek amacıyla larva sayımları yapılan kuyucuklardaki ekstraktlar mikropipet yardımıyla uzaklaştırılmış ve yerine steril saf su yerleştirilmiştir. Bu şekilde steril saf suda 24 saat bekletilen ikinci dönem larvalar yeniden sayılarak hareketsiz olanlar ölü olarak değerlendirilmiştir. Buna göre ikinci dönem larva sayıları % olarak hesaplanarak, uygulamaların ikinci dönem larvalardaki % ölüm oranları belirlenmiştir (Ferris ve Zheng, 1999).

3.4 Saksı Denemeleri

3.4.1 Toprak sterilizasyonu

Saksı denemeleri için gerekli olan topraklar, 3 kg'lık kavanozlarda 165 °C sıcaklıkta 2,5 saat bekletilerek steril edilmiştir.

3.4.2 Fidelerin yetiştirilmesi

Denemede, kök-ur nematodlarına hassas olduğu bilinen Falcon domates çeşidi (May Tohumculuk) kullanılmıştır. Domates tohumları, viyollerdeki torflara ekilmiş ve kontrollü serada (25 ± 3 °C) 2-4 yapraklı fide dönemine kadar yetiştirilmiştir.

3.4.3 Nematod inokulumunun hazırlanması

Saksı denemelerinde gerekli olan *M. arenaria* yumurtaları, ekstraktların yumurta açılımına etkisini değerlendirmek için yürütülen laboratuvar çalışmasında anlatıldığı şekilde elde edilmiştir.

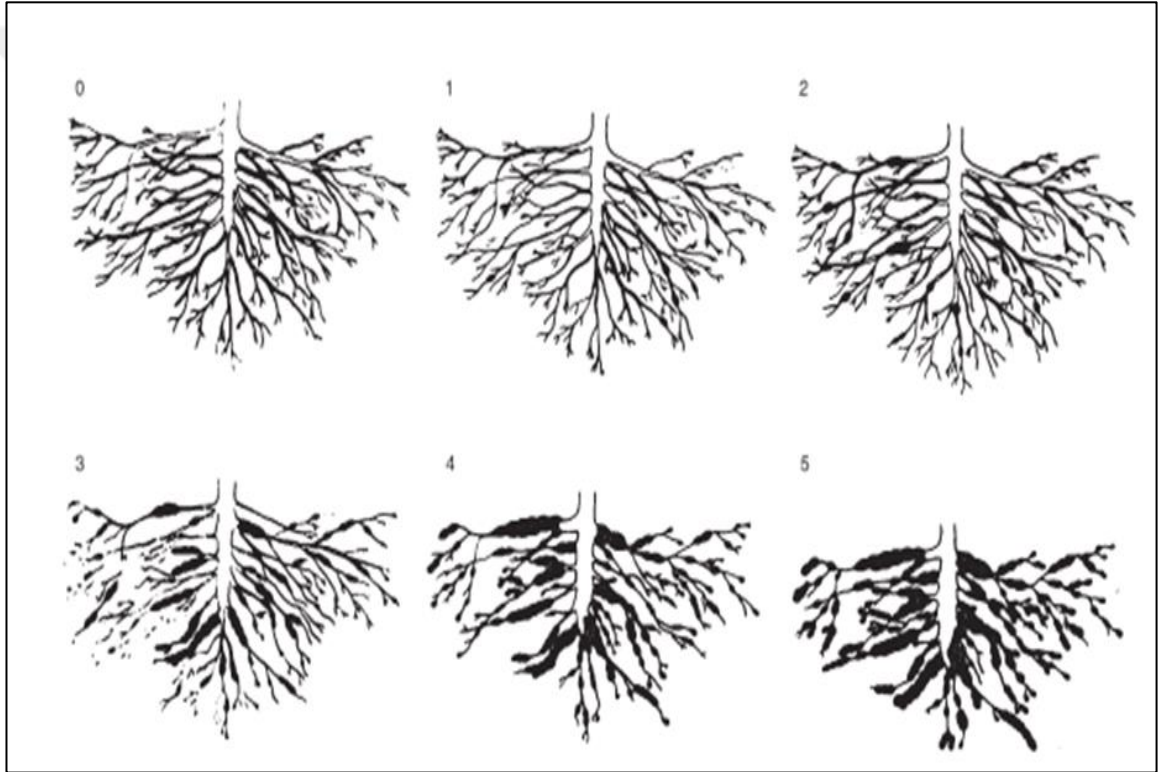
3.4.4 Saksı denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Laboratuvar çalışmalardan seçilen fesleğen (*Ocimum basilium*), karanfil (*Syzygium aromaticum*), kimyon (*Cuminum cyminum*), kişniş (*Coriandrum sativum*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) ekstraktların %2'lik konsantrasyonlarının domatesdeki *M. arenaria*'nın kontrolünde kullanılabilme potansiyelini belirlemek amacıyla saksı denemeleri yürütülmüştür.

Saksı denemeleri, 5 farklı baharat bitkilerinin (fesleğen, karanfil, kimyon, kişniş ve zerdeçal) ekstraktları ile negatif kontrol (nematod + su) ve pozitif kontrol (nematod + nematisit) olmak üzere toplam 7 uygulamadan oluşmaktadır. Nematisit olarak etken maddesi Ethoprophos (200 g/l) olan ruhsatlı bir preperat (EFDAL PROFOS 200 EC ®, Tarkim Bitki Koruma Sanayi ve Ticaret A.Ş.) kullanılmıştır. Steril kumlu toprağın 200 gramı polietilen poşetlere yerleştirilmiştir. Topraktaki ekstraktların final konsantrasyonu %2 olacak şekilde bitki ekstraktının stok solüsyonu (%10) (4 ml), 3000 adet nematod yumurtası (1500 yumurta/ml) ve su (14 ml) birlikte verilererek toprak %10 oranında nemlendirilmiştir (4 ml %10'luk ekstrakt + 2 ml yumurta solüsyonu + 14 ml su=20 ml). Kontrol gruplarından negatif kontrolde ekstrakt yerine su, pozitif kontrolde ise nematisit verilmiştir. Oda sıcaklığında (22-26 °C) 1 hafta ağzları kapalı bir şekilde bekletilen topraklar, bu sürenin sonunda 250 ml hacmindeki bardak saksıları yerleştirilmiş ve hassas domates fideleri şaşırtılmıştır. Bitkiler, 25 ± 3 °C'deki serada bakım işlemleri yapılarak yetiştirilmiştir. Deneme 8 tekerrür olarak yürütülmüştür.

3.4.5 Denemenin değerlendirilmesi

Nematod inokulasyondan 45 gün sonra domates bitkileri saksılardan sökülüştür. Bitkilerin kökleri iyice yıkanmış, her bitki kökünde oluşan yumurta sayısı ve ırlanma oranı belirlenmiştir. Köklerdeki ırlanma oranı 0-5 ırlskalasına göre değerlendirilmiştir (Hussey ve Janssen, 2002) (Şekil 3.6). Her bir tekerrür için bitki köklerindeki yumurtalar % 10'luk çamaşır suyu (% 0,5 NaOCl) kullanarak Blender yöntemi ile elde edilmiştir. Blender ile çalkalanan solusyon 200 ve 500 mesh elekten geçirilerek, alttaki ekte (500 mesh) kalan yumurtalar piset yardımıyla cam behere toplanmıştır. Her bir uygulamadan elde edilen yumurtalar, stereomikroskop altında sayılarak köklerdeki toplam yumurta sayıları belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Bitkilerin kök-ırl nematodu ile bulaşıklık oranının değerlendirilmesinde kullanılan ırlskalası. 0= temiz ırl yok, 1= çok az ırlu, 2= < 25 % ırlu, 3= 25-50 % ırlu, 4= 51-75 % ırlu, 5= > 75 % ırlu (Hussey ve Jansen, 2002)

3.5 Verilerin Analizi

Laboratuvar denemelerinde yumurta açılımının engellenme oranı, ikinci dönem larvalardaki hareketsizlik oranı ve ikinci dönem larvalardaki ölüm oranları % olarak hesaplanmış olup, bu değerlere istatistiksel analiz yapılmadan önce açılı transformasyonu uygulanmıştır.

Laboratuvar ve saksı denemelerinden elde edilen verilere, SAS istatistik programında varyans analizi (ANOVA) ve Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak uygulamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesine göre değerlendirilmiştir.

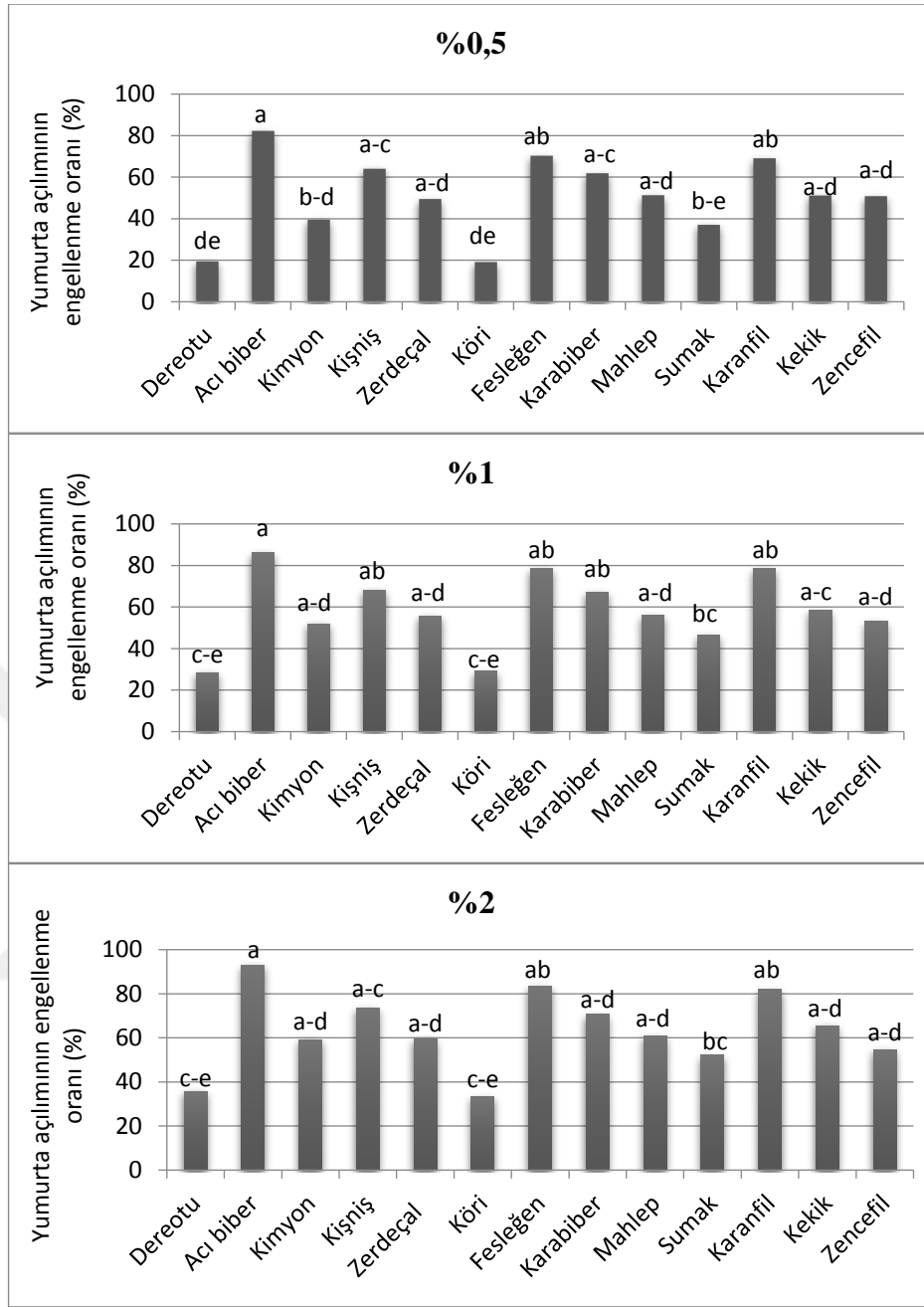


4. BULGULAR

4.1 Farklı Baharat Ekstraktlarının *M. arenaria*'nın Yumurta Açılımına Etkisi

Çalışmada 13 baharat ekstratının in vitro koşullarda *M. arenaria*'nın yumurta açılımına etkileri 3 farklı konsantrasyonda (%0,5, %1 ve %2) değerlendirilmiştir. Her iki denemeden elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığından dolayı, sonuçlar birleştirilerek 8 tekerrür üzerinden verilmiştir. Bitki ekstratlarının en düşük dozda yumurta açılımını %19,13'den %82,25'e kadar değişen oranlarda engellediği tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Bu dozda en yüksek yumurta açılımını engelleme oranı %82,25 ile acı biber ekstraktında belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu bitki ekstraktından daha düşük yumurta açılımını engelleme oranına sahip olan fesleğen (%70,38), karanfil (%69,13), kişniş (%64,00), karabiber (%61,88), mahlep (%51,25), kekik (%51,13), zencefil (%50,88) ve zerdeçal (%49,50) bitkilerinden elde edilen ekstraktlardan istatistiksel olarak farklı değildir ($P < 0,05$). En düşük yumurta açılımı engelleme oranı ise kori ekstraktında (%19,13) tespit edilmiştir. Dereotu (%19,38), sumak (%37,00), kimyon (%39,50), zerdeçal (%49,50), mahlep (%51,25), kekik (%51,13) ve zencefil (%50,88) ekstraktları, kori ekstraktından daha yüksek oranda yumurta açılımını engelleme etkisi göstermesine rağmen, bu oranlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($P < 0,05$).

Ekstraktların %1 konsantrasyondaki yumurta açılımına etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek yumurta açılımını engelleme oranının %86,13 ile acı biber ekstraktında, en düşük oranın ise %28,38 ile dereotu ekstraktında olduğu belirlenmiştir. En yüksek yumurta açılımı engelleme oranından sırasıyla daha düşük oranlara sahip olan fesleğen (%78,38), karanfil (%78,38), kişniş (%68,25), karabiber (%67,13), kekik (%58,50), mahlep (%55,88), zerdeçal (%55,75) zencefil (%53,13) ve kimyon (%51,88) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Çalışmada en yüksek ekstrakt dozu olarak %2 kullanılmış olup, uygulamaların yumurta açılımını engelleme oranlarının %33,25 ile %93,13 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek yumurta açılımını engelleme oranı diğer düşük konsantrasyonlarda olduğu gibi acı biber ekstraktında tespit edilmiştir. Yumurta açılımını engelleme oranı %54,63 ile %93,13 arasında bir değer gösteren uygulamaların hepsinin, acı biber ile istatistiksel olarak benzer etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Yumurta açılımını engelleme bakımından en düşük etkiyi kori (%33,25) ekstraktı göstermiştir.



Şekil 4.1. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonların *M. arenaria*'nın yumurta açılımını engelleme oranı (%) (Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt dozu için aynı harflere sahip değerler $P < 0,05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır)

Bitki ekstraktlarının hepsinde doz artıka yumurta açılımını engelleme oranında artığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Buna karşın, kişniş, zerdeçal, karabiber, mahlep, sumak, kekik ve zencefil bitkilerinden elde edilen ekstraktların her 3 konsantrasyonda da istatistiksel olarak aynı etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($P < 0,05$). Dereotu, acı biber ve köri baharatlarından elde edilen ekstraktların ise

konsantrasyonu artıkça yumurta açılımını engelleme oranları istatistiksel olarak önemli seviyede artmıştır.

Çizelge 4.1. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarda *M. arenaria*'nın yumurta açılımının engellenme oranları (%)*

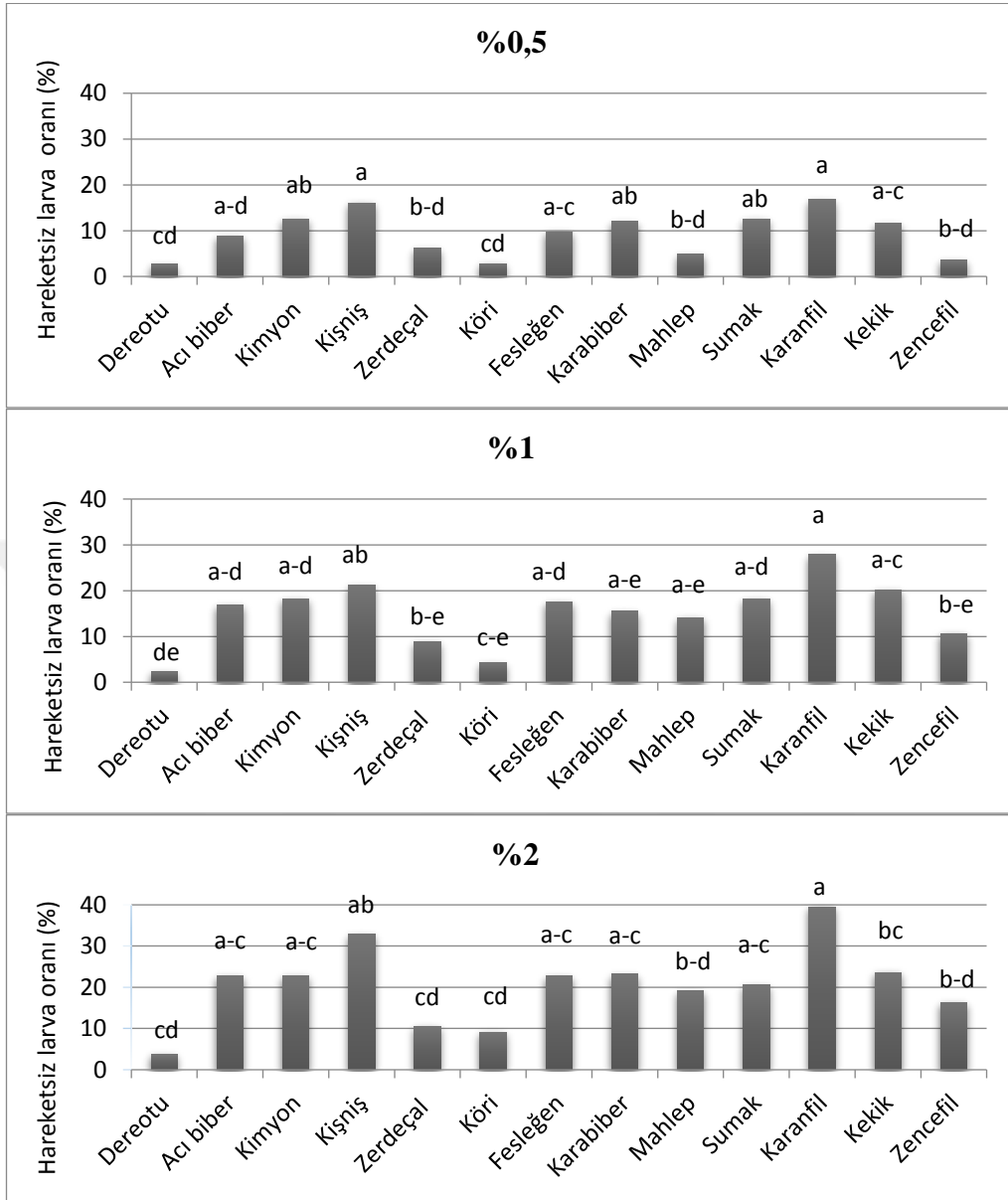
Ekstraktlar	Konsantrasyonlar		
	%0,5	%1	%2
Dereotu (<i>Anethum graveolens</i>)	19,38 C de	28,38 B c-e	35,75 A c-e
Acı biber (<i>Capsium annium</i>)	82,25 C a	86,13 B a	93,13 A a
Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>)	39,50 B b-d	51,88 AB a-d	59,25 A a-d
Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	64,00 A a-c	68,25 A ab	73,63 A a-c
Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	49,50 A a-d	55,75 A a-d	59,63 A a-d
Kori (<i>Helichrysum italicum</i>)	19,13 C de	29,13 B c-e	33,25 A de
Fesleğen (<i>Ocimum basilium</i>)	70,38 B ab	78,38 AB ab	83,25 A ab
Karabiber (<i>Piper nigrum</i>)	61,88 A a-c	67,13 A ab	70,63 A a-d
Mahlep (<i>Prunus mahlep</i>)	51,25 A a-d	55,88 A a-d	60,88 A a-d
Sumak (<i>Rhus coriaria</i>)	37,00 A b-e	46,38 A bc	52,13 A bc
Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>)	69,13 B ab	78,38 A ab	82,00 A ab
Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>)	51,13 A a-d	58,50 A a-c	65,50 A a-d
Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	50,88 A a-d	53,13 A a-d	54,63 A a-d

*Veriler 8 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı harflere sahip değerler arasında P<0,05 göre istatistiksel olarak fark bulunmamakta olup, büyük harf ile gösterilenler aynı satırdaki değerleri, küçük harf ile gösterilenler ise aynı sütundaki değerleri ifade etmektedir.

4.2 Farklı Baharat Ekstraktlarının *M. arenaria*'nın İkinci Dönem Larvasına Etkisi

Baharat ekstraktlarının kök-ur nematodu *M. arenaria*'nın ikinci dönem larvalarına etkisini araştırmak amacıyla yürütülen 2 denemeden elde edilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. Bu nedenle, sonuçlar birleştirilerek 8 tekrür üzerinden değerlendirilmiştir. İkinci dönem larvalara ekstrakt uygulamasından 48 saat sonra yapılan sayımlarda, uygulamaların larva hareketine etkisi değerlendirilmiştir. En düşük konsantrasyonda %0,5, hareketsiz larva oranı en yüksek %16,75 ile karanfilde tespit edilirken, en düşük oran ise %2,62 ile dereotu ekstraktında belirlenmiştir (Şekil 4.2). Karanfilden sonra en yüksek etki kişniş (%16,00) tespit edilmiştir. Bu iki bitki ekstraktını sırasıyla sumak (%12,50), kimyon (%12,50), karabiber (%12,00), kekik (%11,62), fesleğen (%9,75) ve acı biber (%8,87) takip etmiş olup, bu ekstraktlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmemiştir ($P<0,05$). Uygulamaların %1'lik dozlarına bakıldığında, larva hareketsizliğinin en yüksek oranda tespit edildiği uygulama %27,87 ile karanfil olurken, en düşük hareketsizlik oranı %2,50 ile dereotu ekstraktında tespit edilmiştir. Karanfilden sonra sırasıyla en yüksek hareketsizlik oranları kişniş (%21,12), kekik (%20,12), sumak (%18,25), kimyon (%18,25), fesleğen (%17,62), acı biber (%16,87), mahlep (%14,12)'de tespit edilmiş olup, bunlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Çalışmada %0,5 ve %1 dozlarında en yüksek ve en düşük larva hareketsizlik oranının tespit edildiği bitki ekstraktları, benzer şekilde %2 konsantrasyonunda aynı etkiyi göstermiştir. Buna göre, %3,75 ile dereotu en düşük etkiyi, %39,50 ile karanfil en yüksek etkiyi göstermiştir. Karanfil ekstraktını sırasıyla kişniş (%32,87), kekik (%23,62), karabiber (%23,55), acı biber (%22,87), kimyon (%22,87), sumak (%20,50) ekstraktları takip etmiş olup, larva hareketsizliğine etki oranı azalış göstermesine rağmen, bu azalış istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$).

Her bitki ekstraktı uygulamasında genel olarak konsantrasyon arttıkça, larva hareketinin engellenme oranı da artmıştır (Çizelge 4.2). Fakat bu artışlar her üç konsantrasyonda da sadece acı biber, kişniş, köri, fesleğen ve karanfil uygulamalarında değişim oranı istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).



Şekil 4.2. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonlarının *Meloidogyne arenaria*'nın ikinci dönem larva hareketi engelleme oranı (%) (Veriler 8 tekrerrün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt konsantrasyonu için aynı harflere sahip değerler $P < 0,05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır)

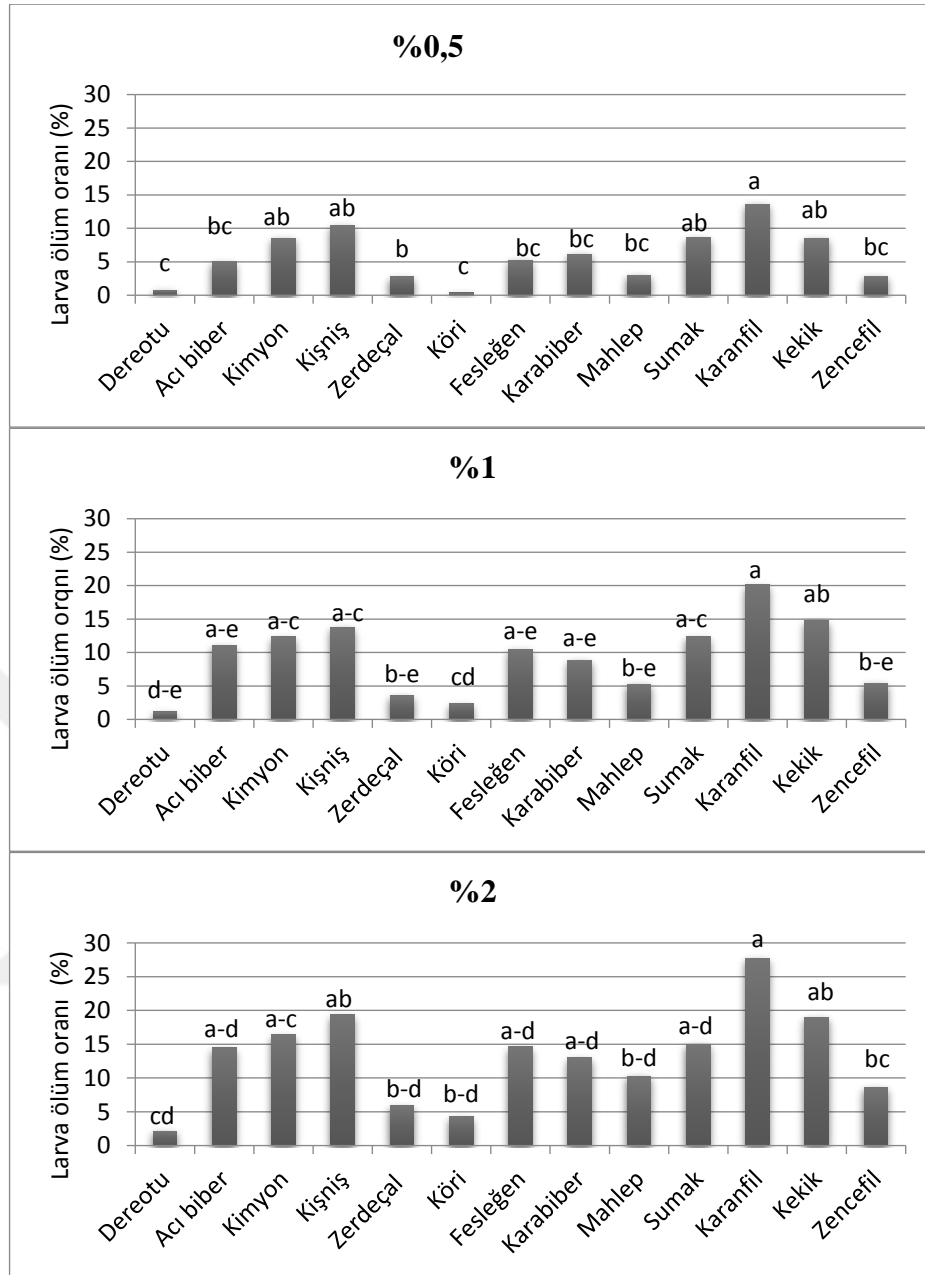
Çizelge 4.2. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının *M. arenaria*'nın ikinci dönem larva hareketini engelleme oranı (%)*

Ekstraktlar	Konsantrasyonlar		
	%0,5	%1	%2
Dereotu (<i>Anethum graveolens</i>)	2,62 B cd	2,50 B de	3,75 A cd
Acı biber (<i>Capsium annium</i>)	8,87 C a-d	16,87 B a-d	22,87 A a-c
Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>)	12,50 A ab	18,25 A a-d	22,87 A a-c
Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	16,00 C a	21,12 B ab	32,87 A ab
Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	6,12 B b-d	8,87 A b-e	10,50 A cd
Kori (<i>Helichrysum italicum</i>)	2,75 C cd	4,25 B c-e	9,12 A cd
Fesleğen (<i>Ocimum basilium</i>)	9,75 C a-c	17,62 B a-d	22,75 A a-c
Karabiber (<i>Piper nigrum</i>)	12,00 B ab	15,50 B a-e	23,55 A a-c
Mahlep (<i>Prunus mahlep</i>)	4,87 B b-d	14,12 A a-e	19,55 A b-d
Sumak (<i>Rhus coriaria</i>)	12,50 A ab	18,25 A ad	20,50 A a-c
Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>)	16,75 C a	27,87 B a	39,50 A a
Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>)	11,62 C a-c	20,12 AB a-c	23,62 A bc
Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	3,50 BC b-d	10,62 AB b-e	16,37 A b-d

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı harflere sahip değerler arasında P<0,05 göre istatistiksel olarak fark bulunmamakta olup, büyük harf ile gösterilenler aynı satırdaki değerleri, küçük harf ile gösterilenler ise aynı sütundaki değerleri ifade etmektedir.

Baharat ekstraktlarının ikinci dönem larvaların hareketini engelleme oranını belirlemek için 48 saat sonra yapılan sayımların ardından, ekstraktlar uzaklaştırılmış ve yerine steril saf su yerleştirilerek 24 saat daha inkübatörde bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda yapılan sayımlarda, belirlenen hareketsiz ikinci dönem larvalar ölü olarak kabul edilmiştir. Bu amaçla yürütülen iki denemeden elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel anlamda farklılık bulunmadığından, sonuçlar birleştirilerek 8 tekkerrür üzerinden değerlendirilmiştir. Bütün uygulama ve konsantrasyonlarda, her bir uygulama için larva hareketini engelleme oranından daha düşük oranlarda larva ölümü tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak larva hareketini engelleme bakımından etkili bulunan ekstraktlar benzer şekilde larva ölüm oranında da etkili tespit edilmiştir. Uygulamaların farklı konsantrasyonunun herbirinde, karanfil, kişniş, sumak, kimyon ve kekik en yüksek etkileri gösteren ekstraktlar olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Ayrıca, bu ekstraktlara ilave olarak fesleğen ve acı biber ekstraktları %1 ve %2’de istatistiksel olarak aynı düzeyde larva ölüm oranı göstermiştir ($P<0,05$).

Her bir uygulamaların farklı konsantrasyonlardaki etkilerine bakıldığında, konsantrasyon arttıkça ikinci dönem larva ölüm oranı da artmıştır (Çizelge 4.3). Buna karşın, sadece sumak ekstraktında konsantrasyonun artışı ile birlikte, ölüm oranları %8,62’den %15,00’e kadar artmış olmasına rağmen, bu artış miktarı istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$). Acı biber (%5,00-14,50), kişniş (%10,50-19,37), kori (%0,37-4,25), feleğen (%5,25-14,62) ve karanfil (%13,62-27,75) ekstraktlarında ise konsantrasyon arttıkça ölüm oranı istatistiksel olarak önemli seviyede artış göstermiştir ($P<0,05$). Ayrıca, bu bitkilerin yanı sıra dereotu, zerdeçal, karabiber ve mahlep ekstraktlarının en yüksek konsantrasyonları diğer düşük konsantrasyonlardan istatistiksel olarak önemli seviyede ölüm oranına neden olmuşlardır ($P<0,05$).



Şekil 4.3. Baharat bitkilerinden elde edilen ekstraktların farklı konsantrasyonlarında *Meloidogyne arenaria*'nın ikinci dönem larvalarının ölüm oranı (%) (Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiş olup, Tukey testine göre her bir ekstrakt konsantrasyonu için aynı harflere sahip değerler $P < 0,05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır)

Çizelge 4.3. Baharat ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarında *M. arenaria* ikinci dönem larvalarının ölüm oranı (%)*

Ekstraktlar	Konsantrasyonlar		
	%0.5	%1	%2
Dereotu (<i>Anethum graveolens</i>)	0,75 BC c	1,12 B de	2,12 A cd
Acı biber (<i>Capsium annium</i>)	5,00 C bc	11,00 B a-e	14,50 A a-d
Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>)	8,50 B ab	12,37 AB a-c	16,37 A a-c
Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	10,50 C ab	13,75 B a-c	19,37 A ab
Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	2,75 B b	3,50 B b-e	5,87 A b-d
Kori (<i>Helichrysum italicum</i>)	0,37 C c	2,37 B cd	4,25 A b-d
Fesleğen (<i>Ocimum basilium</i>)	5,25 C bc	10,50 B a-e	14,62 A a-d
Karabiber (<i>Piper nigrum</i>)	6,12 B bc	8,87 B a-e	13,00 A a-d
Mahlep (<i>Prunus mahlep</i>)	3,00 BC bc	5,25 B b-e	10,25 A b-d
Sumak (<i>Rhus coriaria</i>)	8,62 A ab	12,37 A a-c	15,00 A a-d
Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>)	13,62 C a	20,12 B a	27,75 A a
Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>)	8,50 BC ab	14,75 AB ab	19,00 A ab
Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	2,87 BC bc	5,37 AB b-e	8,62 A bc

* Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey testine göre aynı harflere sahip değerler arasında P<0,05 göre istatistiksel olarak fark bulunmamakta olup, büyük harf ile gösterilenler aynı satırdaki değerleri, küçük harf ile gösterilenler ise aynı sütundaki değerleri ifade etmektedir.

4.3 Baharat Ekstraktlarının Domateste *M. arenaria*'ya Etkisi

Laboratuvar denemeleri sonucunda *M. arenaria*'nın yumurta açılımına ve ikinci dönem larvalarına karşı test edilen uygulamalardan seçilen ekstraktlardan fesleğen, karanfil, kimyon, kişniş ve zerdeçal saksı denemelerinde %2'lik konsantrasyonda değerlendirmeye alınmıştır. Ekstrakt uygulamaları, denemede pozitif kontrol olarak kullanılan nematisit kadar etkili olmamasına rağmen, negatif kontrole göre domates köklerinde ırlanma oranı ve yumurta sayısı bakımından önemli azalışa neden olmuşlardır ($P<0,05$) (Çizelge 4.4). Ekstraktlar içerisinde, en düşük ırlanma oranı değerleri fesleğen ve zerdeçal uygulaması yapılan topraklarda yetiştirilen bitkilerde tespit edilmiştir. Ayrıca kişniş ve karanfil uygulaması da negatif kontrole göre önemli seviyede ırlanma oranında azalışa neden olmuştur. Yumurta sayısı ve üreme faktörü değeri dikkate alındığında, ekstrakt uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmakta olup, en yüksek etkiyi fesleğen uygulaması göstermiştir. Bunu sırasıyla, zerdeçal, karanfil, kimyon ve kişniş takip etmiştir. Ekstraktlar içinde en düşük etkiyi gösteren kişniş bile negatif kontrole göre nematod üremesinde önemli seviyede azalışa neden olmuştur. Bu uygulama, negatif kontrolden yaklaşık %50 oranında daha düşük bir üreme faktörüne sahiptir. Ekstrat uygulamaları, kontrol göre üreme faktörü değerinde %49,58 ile %84,03 arasında bir azalışa neden olmuştur (Şekil 4.4).

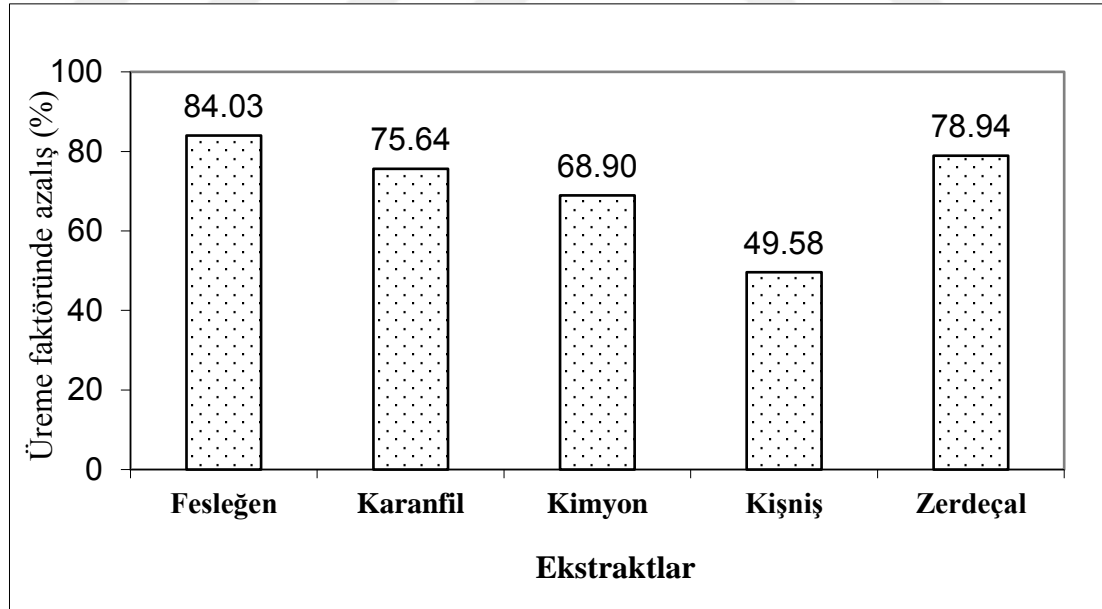
Çizelge 4.4. *Meloidogyne arenaria* ile bulaşık (3000 yumurta) topraklara ekstrakt uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra dikilen domatesin (Falcon, May Toh.) kontrollü serada (25±3 °C) 45 gün yetiştirilmesi ile bitki köklerinde oluşan ur skalası, yumurta sayısı ve üreme faktörü*

Uygulamalar ¹	Ur skalası (0-5)	Yumurta Sayısı	Üreme Faktörü ²
Fesleğen (<i>Ocimum basilicum</i>)	1,12 c	11876 f	3,96 f
Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>)	2,00 bc	18129 d	6,04 d
Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i>)	3,00 ab	23129 c	7,71 c
Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	2,00 bc	37504 b	12,50 b
Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	1,12 c	15666 e	5,22 e
Pozitif kontrol	0,00 d	0 g	0 g
Negatif kontrol	3,25 a	74376 a	24,79 a

*Veriler 8 tekrerrün ortalaması olup, Tukey testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler P<0,05 göre istatistiksel olarak farksızdır.

¹Pozitif kontrol etkili maddesi Ethoprophos (200 g/l) olan ticari nematisitten, negatif kontrol ise sudan oluşmaktadır.

²Üreme faktörü=Sonuç popülasyon (yumurta) sayısı / başlangıçtaki popülasyon (yumurta) sayısı



Şekil 4.4. Domateste *Meloidogyne arenaria*'nın üreme faktörüne bitki ekstraktlarının etki

5. TARTIŞMA

Baharat ve uçucu yağlar, sindirim sistemini uyarabilme yeteneklerine ek olarak antimikrobiyal ajanların önemli kaynaklarıdır. Karanfilinde aralarında bulunduğu bazı bitkilerin ve uçucu yağların antimikrobiyal etkinliği, ilk olarak 1880 yılında tanımlanmıştır (Rahman vd, 2011). Baharatlar, genellikle gıda katkı maddesi olarak renklendirici, aroma verici, koruyucu, antihelmintik, antiseptik, antidiyabetik ve anti-patojenik olarak dünya çapında kullanılmaktadır. Baharatların anti-patojenik etkinliği türüne, bileşimine, konsantrasyonuna, hedeflenen mikroorganizma türüne ve depolama koşullarına bağlıdır (Rahman vd, 2011).

Denemede en yüksek yumurta açılımını engelleme oranı %93,13 ile acı biberin %2'lik konsantrasyonunda tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar, aynı bitki ekstraktının %50 ve %100 konsantrasyonlarının *Meloidogyne javanica*'nın yumurta açılımına etkisini araştıran Abbas vd. (2009) tarafından da tespit edilmiş olup, 72 saat sonunda her iki konsantrasyonda da düşük yumurta açılımı (%50'lik konsantrasyonda %12 ve %100'lük konsantrasyonda %10) belirlenerek yüksek oranda yumurta açılımının engellendiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, kimyon, kişniş, zerdeçal, karabiber ve zencefilinde yumurta açılımına ve larva ölümüne etkisi değerlendirilmiş ve karabiber dışındaki diğer baharat ekstraktlarının mevcut çalışmadan farklı olarak daha yüksek oranda yumurta açılımını engellediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, bu ekstraktların larva ölüm oranları da daha yüksek tespit edilmiştir. Abbas vd (2009) tarafından yapılan çalışmada, daha yüksek ekstrakt konsantrasyonlarının kullanılması, etkinliğin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Çünkü mevcut çalışmada da konsantrasyonun %0,5'den %2'e çıkması ile birlikte etkinliğin önemli oranda arttığı tespit edilmiştir.

Salgado ve Campos (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, karanfilin sulu ekstraktlarının *M. exigua*'nın ikinci dönem larva ölümü üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Karanfil ekstraktı kontrol ile karşılaştırıldığında larva ölümüne %50'den fazla neden olduğunu saptanmışlardır. Karanfil yumurta açılımını en fazla engellenmiştir.

Bitki ekstraktlarının nematisidal aktivitesi *M. incognita*'ya karşı laboratuvarında incelenmiş bu bitkiler arasında karanfil ekstraktı *M. incognita*'ya karşı en etkili

olmuştur. Denemede, karanfil uygulanan biber köklerindeki nematod populasyonu kontrole kıyasla %7 azalmış ve sentetik pestisit ile aynı etkiyi göstermiştir. Karanfilin kök-ur nematodlarına karşı ileride kullanılmak üzere nematisidal aktivitesi yüksek olan bir bitki olduğu bildirilmiştir (Taniwiryono vd, 2009)..

Benzer bir çalışmada Özdemir (2014) tarafından laboratuvar koşullarında 3 adet uçucu yağın fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), karabiber (*Piper nigrum* L.), zencefil (*Zingiber officinale* Rosc.) 3 farklı konsantrasyonu (%1, %3 ve %5) ve dört farklı uygulama süresinde (12, 24, 48 ve 72 saat) *M. incognita* 'nın ikinci dönem larvalarına toksik etkilerini araştırmıştır. Aynı uçucu yağların, iklim odalarındaki saksılarda yetiştirilen ve kök-ur nematodu larvaları bulaştırılmış domates bitkilerinin köklerinde meydana gelen urlanma oranı, köklerdeki *M. incognita* yumurta paketi sayısı incelenmiştir. Laboratuvar denemeleri sonucunda, en yüksek toksik etkiye, (% 82, 86-91) ölüm oranı ile karabiber (*Piper nigrum* L.)'un %1, %3 ve %5'lik konsantrasyonunun 72 saat sonra tespit etmiştir.

Daha önce farklı organizmalar üzerinde denenmiş olan acı biber'in kabuklu meyve ekstraktları, lahanada zarar yapan *Trichopulsia ni* (Hübner) ve *Tetranychus urticae* Koch'ye karşı uygulanmıştır. Acı biber meyve ekstraktının zararlı larvalarına karşı repellent etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu ekstraktların, akar popülasyonlarının mücadelesinde yararlı olabileceği ve sentetik pestisitlere alternatif olabileceği belirtilmiştir (Antonious vd, 2007).

Kekik (*T. vulgaris*) ve rezene (*Foeniculum vulgare*) kombinasyonunun *Plutella xylostella* larvalarına ve yumurtalarına karşı insektisit etkisi olduğu saptanmıştır (Pavela, 2012). Ancak çalışmadan elde edilen sonuçlarda *M. arenaria*'ya karşı *T. vulgaris*'in etkili olduğu bulunmuştur.

Baharatlı bitkiler antibiyotiklerin temel kaynaklarıdır. Gıdalardaki mikrobik büyümeyi kontrol etmek için baharatların ve uçucu yağların kullanılması toksik kimyasalların yerini tutacak bir seçenektir. Baharatlı uçucu yağların bazıları, bazı patojenik mikroorganizmaları da engellemektedir. *Mentha spicata* ve *Anethum sowa*'nın optik izomerleri insanlarda çok çeşitli patojen ve mikroorganizmalara karşı etkilidir. Bu bileşiklerde, örneğin karvakrol ve timolün karışımı, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus*'u tamamen inhibe edebilir. Baharat

ekstraktları, tohumdan kaynaklanan patojenleri kontrol altına almak ve tohum işleme için maliyetli olan kimyasalların yerine kullanılabilir. Örneği dereotu ve kişnişin tohumları, *Alternaria alternata* ve *Fusarium solani* ye etkili olduğu görülmüştür (Shylaja ve Peter, 2004).

Karanfil, eugenol ve eugenol asetat bileşiklerini, kimyon aldehidi, timol, karvakrol, mentol, menton bileşiklerini, kişniş karbonhidrat ve geranil asetat bileşiklerini, karabiber, kapsaisin, phellandren, dipenten, seskiterpen bileşiklerini, acı biber capsaicin bileşiğini, zencefil seskiterpenoid hidrokarbonlar, zingiberen, akrilumum, farnesen, alfa- ve beta-selinen, kamfen, neral, nerol, beta-sesquiphillandren, oksijenlenmiş monoterpeneoidler, 1,8-sineol, betabizabolin, geranial, geraniol, geranil asetat bileşiklerini, zerdeçal bitkisi, curcumin thiamine, riboflavin, niacin, askorbik asit içermektedir. Bu bileşikleri içeren bitki ekstraktlarının zararlı ve patojenlere karşı etkili olabildiği saptanmıştır (Li, 2006).

Ekstraktların nematisit etkisi, hücre duvarlarına nüfuz edebilen özellikleriyle karakterize edilen, belirli oksijenli bileşiklerin yüksek seviyeleri ile ilişkilendirilebilir. Uçucu yağların antiparazitik aktivitesi, hücre membranlarındaki çözünürlüklerinden kaynaklanmakta ve enerji metabolizmasının enzimatik reaksiyonlarına müdahale edebilir (Knobloch vd, 1989).

Bitki ekstraktlarının etki mekanizmaları; protein denatürasyonuna ve bozunmasına, enzim bloke etme ve solunum zincirinde elektron akışına müdahale etmesine veya ADP'nin fosforilasyonuna neden olmalarıyla açıklanabilir (Konstantopoulou vd, 1994).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım, ormancılık ve halk sağlığı alanlarında son 40 yıldır, zararlı ve patojenlere karşı kullanılan pestisitler, dayanıklılık sorunundan dolayı, ihtiyaçlar yeterince karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki ekstratlarının pestisitlerin yerine kullanılmasına ilgi, büyük ölçüde artmıştır (Schmutterer, 1990).

Dünya'da en yaygın görülen kök ur nematodu türlerinden birisi de *M. arenaria*'dır (Wesemael vd, 2011; Aydınli ve Mennan, 2016). Bu zararlı ile mücadelede, kontrol stratejileri geliştirmek için birçok çalışma yapılmıştır (Taylor ve Sasser, 1978; Spiegel vd, 1991; Giannakou ve Karpouzas, 2003; Kiewnick ve Sikora, 2006; Lopez-Perez vd, 2006; Natarajan vd, 2006; Collange vd, 2011). Çeşitli alternatif, bitki ekstaktlar kullanımı, kök-ur nematodlarını kontrol etmek için en uygun ve ekonomik yöntemler arasındadır. Nematodlardan kaynaklanan kayıpları azaltmak için iyi bir seçim olabilir ve ürün veriminin kalitesininin azaltılmasını engelleyebilirler.

Çalışma sonuçlara göre en yüksek ikinci dönem larva ölümü karanfil (*Syzygşum aromaticum*) ekstraktının %2 konsantrasyonda %27,75 olarak saptanmıştır. En düşük larva ölümü ise kori (*Helichrysim italicum*) ekstraktının %0,5 konsantrasyonu %0,37 olmuştur. Yumurta açılım sonuçlarında ise en yüksek yumurta açılımını engelleme oranı acı biber (*Capsium annium*)'in % 2 konsantrasyonda %93,13 bulunurken, en düşük açılım oranı dereotu (*Anethum aveolens*)'nun %0.5 konsantrasyonunda %19,39 bulunmuştur. İkinci dönem larva hareketini en yüksek engelleme oranı karanfil (*Syzygium aromaticum*) ekstraktının % 2 konsantrasyonda %39,50 olarak bulunmuş, en düşük engelleme oranı ise dereotu (*Anethum aveolens*)'nun %0.5 konsantrasyonunda %2.62 saptanmıştır. Domates köklerinde *M. arenaria*'nın gelişimini engelleme bakımından en etkili ekstrakt fesleğen (*Ocimum basilium*) olup, ur skalası 1.12'dir. Aynı zamanda, bu ekstraktı en düşük üreme faktörünün tespit edildiği uygulamalardır. Kontrole göre üreme faktörünü yaklaşık %84 azaltmıştır.

Bu çalışmada, etkili bulunan ekstraktlar olarak zencefil, karanfil, karabiber, fesleğen, zerdeçal , kişniş, kimyon ve acı biber'in ekstratlarının *M. arenaria*'nın

yumurta açılımını engelleme oranı, ikinci dönem larva ölümüne göre daha yüksek değerlere sahiptir.

İkinci dönem larva üzerine daha yüksek nematisit elde edebilmek için %2'den daha yüksek konsantrasyonların değerlendirilmesi gerekir. Çünkü çalışma konsantrasyon artışı ile nematodu etkinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Saksı denemesinde, nematodun üreme faktörünün kontrole göre %50'den %84'e kadar değişen oranlarda azalmasına neden olmuştur. Özellikle sentetik kimyasalların kullanımını en az indirmek için yapılan iyi tarım uygulamalarında ve organik tarımda nematod mücadelesi amacıyla diğer çevre dostu yöntemlerle bir arada kullanılabilir.



KAYNAKLAR

- Abad, P., B. Favery, M. N. Rosso and Castagnone-Sereno, P. (2003). Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology* 4(4): 217-224.
- Abbas, S., Dawar, S., Tariq, M., and Zaki, M. J. (2009). Nematicidal activity of spices against *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. *Pakistan Journal of Botany*, 41(5), 2625-2632.
- Adegbite, A. A. (2011). Effects of some indigenous plant extracts as inhibitors of egg hatch in root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* race 2). *American Journal of Experimental Agriculture*, 1(3), 96-100.
- Agbenin, N. O., Emechebe, A. M., Marley, P. S., and Akpa, A. D. (2005). Evaluation of nematicidal action of some botanicals on *Meloidogyne incognita* in vivo and in vitro. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 106(1), 29-39.
- Al-Banna, L., Darwish, R. M., and Aburjai, T. (2003). Effect of plant extracts and essential oils on root-knot nematode. *Phytopathologia Mediterranea*, 42(2), 123-128.
- Antonious, G. F., Meyer, J. E., Rogers, J. A., and Hu, Y. H. (2007). Growing hot pepper for cabbage looper, *Trichopulsia ni* (Hübner) and spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) control. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 42(5), 559-567.
- Asadi Sardari, A., Hojat Jalali, A. A., Bahraminejad, S., and Safaee, D. (2015). Effect of plant extracts on the mortality of root-knot nematodes' J2, *Meloidogyne javanica*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(4), 365-375.
- Aydınlı, G., and Mennan, S. (2014). Effect of some plant extracts on *Meloidogyne arenaria* Neal, 1889 (Tylenchida: Meloidogynidae) and tomato. *Turkish Journal of Entomology*, 38(3).
- Aydınlı, G., and Mennan, S. (2016). Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(5), 675-685.
- Barker, K. R., Carter, C. C., and Sasser, J. N. 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Volume II: Methodology., Editors : Barker, K. R.; Carter, C. C.; Sasser, J. N. United States Agency for International Development, 67-90, USA
- Baytop, T. (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, TDKY 3578. TTK Basimevi, Ankara.
- Bello, L. Y., Chindo, P. S., Marley, P. S., and Alegbejo, M. D. (2006). Effects of some plant extracts on larval hatch of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 39(4), 253-257.

- Bird, D. M., Williamson, V. M., Abad, P., McCarter, J., Danchin, E. G., Castagnone-Sereno, P., and Opperman, C. H. (2009). The genomes of root-knot nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 47, 333-351.
- Bridge, J. (1996). Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. *Annual Review of Phytopathology*, 34(1), 201-225.
- Castagnone-Sereno, P., and Djian-Caporalino, C. (2011). Lutte contre les nématodes à galles en cultures maraîchères: des recherches pour promouvoir la durabilité des résistances variétales. *Innovations Agronomiques*, 15, 55-64.
- Chaudhary, K. K. A., Haile, Z. G., Ayresea, G., Semereab, T. W. (2013). Nematicidal activity of eritrean weed plants against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Nematropica* 43.2: 207-215.
- Chedekal, A. N. (2013). Effect of four leaf extracts on egg hatching and juvenile mortality of root knot nematode *Meloidogyne incognita*. *International Journal of Advance Life Sciences*, 6, 68-74.
- Chitwood, D. J. (2002). Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40(1), 221-249.
- Claudius-Cole, A. O., Aminu, A. E. and Fawole, B. (2010). Evaluation of plant extracts in the management of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on cowpea [*Vigna unguiculata* (L) Walp]. *Mycopath*, 8(2), 53-60.
- Cliff, G. M. and Hirschmann, H. (1985). Evaluation of morphological variability in *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology*, 17(4), 445.
- Collange, B., Navarrete, M., Peyre, G., Mateille, T. and Tchamitchian, M. (2011). Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: the challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection*, 30(10), 1251-1262
- Corbett, B. P., Jia, L., Saylor, R. J., Arevalo-Soliz, L. M. and Goggin, F. (2011). The effects of root-knot nematode infection and Mi-mediated nematode resistance in tomato on plant fitness. *Journal of Nematology*, 43(2), 82.
- Da Silva, E. H., da Silva Mattos, V., Furlaneto, C., Giband, M., Barroso, P. A. V., Moita, A. W. and Carneiro, R. M. D. G. (2014). Genetic variability and virulence of *Meloidogyne incognita* populations from Brazil to resistant cotton genotypes. *European Journal of Plant Pathology*, 139(1), 195-204.
- Davies, K. G., Kerry, B. R. and Flynn, C. A. (1988). Observations on the pathogenicity of *Pasteuria penetrans*, a parasite of root-knot nematodes. *Annals of Applied Biology*, 112(3), 491-501.
- Davis, E. L., Hussey, R. and Baum, T. J. (2009). Parasitism genes: what they reveal about parasitism. *Cell Biology of Plant Nematode Parasitism*, Springer: 15-44.
- Dawar, S., Sumaira, Y. M. and Zaki, M. J. (2007). Use of *Eucalyptus* sp., in the control of *Meloidogyne javanica* root knot nematode. *Pakistan Journal of Botany*, 39(6), 2209-2214.

- Devran, Z. and Söğüt M. A. (2009). Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology* 41(2): 128.
- Devran, Z., and Söğüt, M. A. (2010). Occurrence of virulent root-knot nematode populations on tomatoes bearing the Mi gene in protected vegetable-growing areas of Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 245-251.
- Dimetry, N. Z., Abd El-Salam, A. M. E. and El-Hawary, F. M. A. (2010). Importance of plant extract formulations in managing different pests attacking beans in new reclaimed area and under storage conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43(7), 700-711.
- Dimetry, N. Z. (Singh, Dwijen) 2014. Different plant families as bioresource for pesticides. In *Advances in Plant Biopesticides* (pp. 1-20). Springer, New Delhi.
- Egunjobi, O. A., and Afolami, S. O. (1976). Effects of Neem (*Azadirachta Indica*) Leaf Extracts On Populations of *Pratylenchus brachyurus* and On the Growth and Yield of Maize. *Nematologica*, 22(2), 125-132.
- Esbenhade P. R., Triantaphyllou A. C., 1985. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species (Nematoda: Tylenchida) *Journal of Nematology*, 17 (1), 6-20.
- Elekçioğlu, İ. H. ve Özarslandan, A. (2010). Türkiye'nin farklı alanlarından alınan Kök-ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) moleküler ve morfolojik tanılama ile belirlenmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 34(3).
- Elekçioğlu, İ. H., Gözel, U., Uygun, N., ve Erkiliç, A. (1995). Toprak solarizasyonunun nematodlar üzerindeki etkilerinin araştırılması. *Turkish Journal of Entomology*, 19(3).
- Engler, J. D. A., and Gheysen, G. (2013). Nematode-induced endoreduplication in plant host cells: why and how?. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 26(1), 17-24. doi.org/10.1094/MPMI-05-12-0128-CR
- Ercan, H., ve Elekçioğlu, İ. H. (2009). Adana ve Mersin illerinde yabancı otlarda bulunan kök-ur nematod türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) belirlenmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 33(3).
- Erdoğan, P., and Toros, S. (2005). *Melia azedarach* L.(Meliaceae) ekstraktlarının Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 45 (1-4):99-118.
- Eisenback, J. D., and Triantaphyllou, H. H. (1991). Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. *Manual of Agricultural Nematology*, edited by W. R. Nickle 1, 191-274, Marcell Dekker: New York.
- Esbenshade, P. R., and Triantaphyllou, A. C. (1985). Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of nematology*, 17(1), 6.
- Escobar, C., Barcala, M., Cabrera, J., and Fenoll, C. 2015. Overview of root-knot nematodes and giant cells. In *Advances in Botanical Research* (Vol. 73, pp. 1-32). Academic Press. https://doi.org/10.1016/bs.abr.2015.01.001

- Ferris, H., and Zheng, L. (1999). Plant sources of Chinese herbal remedies: Effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 31(3), 241–263.
- Feyisa, B., Lencho, A., Selvaraj, T., and Getaneh, G. (2016). Evaluation of some botanicals and *Trichoderma harzianum* against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood in tomato. *Journal of Entomology and Nematology*, 8(2), 11-18.
- Guerena, M. (2006). Nematodes: alternative controls (p. 20). National Sustainable Agriculture Information Service (ATTRA). www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/nematode.pdf
- Giannakou, I. O., and Karpouzas, D. G. (2003). Evaluation of chemical and integrated strategies as alternatives to methyl bromide for the control of root-knot nematodes in Greece. *Pest Management Science*, 59(8), 883-892.
- Hirschmann, H. (1985). The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. An advanced treatise on *Meloidogyne* Volume 1: Biology and control: 79-93
- Hunt, D. J., and Handoo, Z. A. (2009). Taxonomy, identification and principal species. Root-knot nematodes, Editors: Pery R. N., Moens M., Starr J. L., Root-knot nematodes, CAB International, Wallingford, UK, 1, 55-88.
- Hussey, R. S. and Barker, K.R. (1973). A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis. Rep.*, 57, 1025-1028.
- Hussey R. S., Janssen G. J. W., 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species, Editors: Starr J. L., Cook R, Bridge J., Plant resistance to parasitic nematodes, CAB International, Wallingford, UK, 43-70
- Ibrahim, S. K., Traboulsi, A. F., and El-Haj, S. (2006). Effect of essential oils and plant extracts on hatching, migration and mortality of *Meloidogyne incognita*. *Phytopathologia Mediterranea*, 45(3), 238-246.
- Javed, N., Gowen, S. R., Inam-ul-Haq, M., and Anwar, S. A. (2007). Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. *Crop protection*, 26(4), 530-534.
- Jepson, S. B. (1987). Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species), C.A.B. International, UK, Harpenden, 265-288
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., and Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946-961.
- Jung, C., and Wyss, U. (1999). New approaches to control plant parasitic nematodes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 51(4), 439-446.
- Kankam, F., Sowley, E. N. K., and Dankwa, I. N. (2014). Management of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) with oil cakes. *International Journal of Biosciences*, 5(12), 413-419.

- Kepenekçi, İ., Erdoğan, D., and Erdoğan, P. (2016). Effects of some plant extracts on root-knot nematodes in vitro and in vivo conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 40(1).
- Kiewnick, S., Dessimoz, M., and Franck, L. (2009). Effects of the Mi-1 and the root-knot nematode-resistance gene on infection and reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on tomato and pepper cultivars. *Journal of Nematology*, 41(2), 134.
- Kiewnick, S., and Sikora, R. A. (2006). Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological control*, 38(2), 179-187.
- Knobloch, K., A. Pauli, B. Iberl, H. Weigand and N. Weis (1989). "Antibacterial and antifungal properties of essential oil components." *Journal of Essential Oil Research* 1(3): 119-128.
- Konstantopoulou, I., Vassilopoulou, L., Mawogantisi, P. P., and Scouras, G. (1994). Insecticidal effect of essential oils: A study of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auroria*. *Experientia*, 48, 616-619.
- Koul, O., and Dhaliwal, G. S. 2003. *Phytochemical biopesticides* (Vol. 1). edited by Opende Koul and G.S.Dhaliwal, Taylor & Francis e-Library, Amsterdam Netherlands, 1-3
- Koul, O., Walia, S., and Dhaliwal, G. S. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic Int*, 4(1), 63-84.
- Latif, R., Abbasi, M. W., Zaki, M. J., and Khan, D. (2014). Nematicidal activity of bark of some tree species against root knot nematode *Meloidogyne javanica* (treub) Chitwood, *Fuuast Journal of Biology*, 4(2), 247.
- Li, T. S. C. 2006. The range of medicinal herbs and spices, Edited by K. V. Peter In *Handbook of Herbs and Spices*, Volume 3, Cambridge CB1, 113-125, England.
- Liu, Q. L., V. P. Thomas and V. M. Williamson (2007). "Meiotic parthenogenesis in a root-knot nematode results in rapid genomic homozygosity." *Genetics* 176(3): 1483-1490.
- Lopez-Perez, J. A., Le Strange, M., Kaloshian, I., and Ploeg, A. T. (2006). Differential response of Mi gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection*, 25(4), 382-388.
- Luc, M., Bridge, J., and Sikora, R. A. 2005. Reflections on nematology in subtropical and tropical agriculture. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 1-10, CABI Bioscience, Bakeham Lane, Egham, Surrey TW20 9TY, UK
- Marais, M., Swart, A., Fourie, H., Berry, S. D., Knoetze, R., and Malan, A. P. (2017). Techniques and Procedures. In *Nematology in South Africa: A View from the 21st Century* (pp. 73-117). Springer, Cham.

- Meng, Q. P., Long, H., and Xu, J. H. (2004). PCR assays for rapid and sensitive identification of three major root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria*. *Acta Phytopathologica Sinica*, 34(3), 204-210.
- Mennan, S., Aydinli, G. and Kati, T. (2011). "First Report of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne arenaria*) Infecting Parsley in Turkey." *Journal of Phytopathology* 159(10): 694-696.
- Natarajan, N., Cork, A., Boomathi, N., Pandi, R., Velavan, S., and Dhakshnamoorthy, G. (2006). Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection*, 25(11), 1210-1213.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z., and Spiegel, Y. (2000). Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology*, 90(7), 710-715.
- Oka, Y., Ben-Daniel, B. H., and Cohen, Y. (2001). Nematicidal activity of powder and extracts of *Inula viscosa*. *Nematology*, 3(8), 735-742.
- Oka, Y., Ben-Daniel, B. H., and Cohen, Y. (2006). Control of *Meloidogyne javanica* by formulations of *Inula viscosa* leaf extracts. *Journal of nematology*, 38(1), 46.
- Önen, Ö., Kiliçle, P. A., ve Doğan, A. N. C. (2017) Baharat Olarak Kullanılan Bazı Bitki Ekstraktlarının Memeliler Üzerindeki Genotoksik-Antigenotoksik Etkileri. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 103-115.
- Ornat, C., and Sorribas, F. J. (2008). Integrated management of root-knot nematodes in mediterranean horticultural crops. In *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes* (pp. 295-319). Springer, Dordrecht.
- Özarslandan A., 2009. Türkiye'nin Farklı Bölgelerinden Alınan Kök-ur Nematodu Türlerinin (*Meloidogyne spp.*) Tanısı ve Bazı Kök-ur Nematodu Popülasyonlarının Virülentliğinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümü Anabilim Dalı, 84, Adana
- Özdemir, E. 2014. Bazı Bitkisel Uçucu Yağların Kök-ur Nematodu *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) (Nemata: Meloidogynidae) Üzerinde Etkinliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 61, Çanakkale
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Mehrotra, N., Singh, H. N., and Kumar, S. (2000). Essential oils as potent source of nematicidal compounds. *Journal of Phytopathology*, 148(7-8), 501-502.
- Parmar, B. S., Walia, S., Opendar, K., and Dhaliwal, G. S. (2001). Prospects and problems of phytochemical biopesticides. *Phytochemical biopesticides*, 9, 192-223.

- Pavaraj, M., Bakavathiappan, G., and Baskaran, S. (2012). Evaluation of some plant extracts for their nematicidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Biopesticides*, 5, 106-110.
- Pavela, R. (2012). Efficacy of three newly developed botanical insecticides based on pongam oil against *Plutella xylostella* L. larvae. *Journal of Biopesticides*, 5(1), 62-70.
- Pérez, M. P., Navas-Cortés, J. A., Pascual-Villalobos, M. J., and Castillo, P. (2003). Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. *Plant Pathology*, 52(3), 395-401.
- Postnikova, O. A., Hult, M., Shao, J., Skantar, A., and Nemchinov, L. G. (2015). Transcriptome analysis of resistant and susceptible alfalfa cultivars infected with root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *PLoS One*, 10(2), e0118269.
- Prot, J. C., and Kornprobst, J. M. (1983). Effects of *Azadirachta indica*, *Hannoa undulata* and *Hannoa klaineana* seed extracts on the ability of *Meloidogyne javanica* juveniles to penetrate tomato roots. *Revue de Nématologie*, 6(2), 330-332.
- Rahman, S., Parvez, A. K., Islam, R., and Khan, M. H. (2011). Antibacterial activity of natural spices on multiple drug resistant *Escherichia coli* isolated from drinking water, Bangladesh. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 10(1), 10.
- Reddy, P. P., Khan, R. M., Rao, M. S., Chari, M. S., and Ramaprasad, G. (1993). Management of root-knot nematodes infesting papaya by incorporation of some plant leaves. *Indian Society of Tobacco Science*, 421-423.
- Roberts, P. A. (1995). Conceptual and practical aspects of variability in root-knot nematodes related to host plant resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 33(1), 199-221.
- Salgado, S. M., and Campos, V. P. (2003). Eclosão e mortalidade de *Meloidogyne exigua* em extratos e em produtos naturais. *Fitopatologia Brasileira*, 28(02), 166-170.
- Saxena, R. C. (1983). Naturally occurring pesticides and their potential. *Chemistry and world food supplies*. The New Frontiers, McMaster University, Pergamon Press, Hamilton, Ontário, Canadá, 143-162.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35(1), 271-297.
- Shraf, R., Abbas, H., and Akhtar, A. (2014). Combined effect of biofertilizers and fertilizer in the management of *Meloidogyne incognita* and also on the growth of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Int. J. Plant Pathol*, 5(1), 1-11.
- Sharon, E., Bar-Eyal, M., Chet, I., Herrera-Estrella, A., Kleifeld, O., and Spiegel, Y. (2001). Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 91(7), 687-693.

- Shylaja, M. R., and Peter, K. V. 2004. The functional role of herbal spices, Edited by: K.V. Peter, Handbook of herbs and spices Volume 2, Cambridge, 11-21 England.
- Siddiqi, M. R. 2000. Tylenchida: parasites of plants and insects: Morphological Characters and Taxonomic Methods (2nd Edition). CABI Bioscience, 37-67, Centre St Albans UK
- Spiegel, Y., and Chet, I. (1998). Evaluation of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against soilborne fungi and plant-parasitic nematodes in Israel. *Integrated Pest Management Reviews*, 3(3), 169-175.
- Spiegel, Y., Cohn, E., Galper, S., Sharon, E., and Chet, I. (1991). Evaluation of a newly isolated bacterium, *Pseudomonas chitinolytica* sp. nov., for controlling the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Biocontrol Science and Technology*, 1(2), 115-125.
- Taniwiryo, D., van den Berg, J. H. J., Riksen, J. A. G., Rietjens, I. M. C. M., Djiwanti, S. R., Kammenga, J. E., and Murk, A. J. (2009). Nematicidal activity of plant extracts against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *The open natural products journal*, 2, 77-85.
- Taylor, A. L., and Sasser, J. N. (1978). Biology, identification and control of root-knot nematodes. North Carolina State University Graphics, 111.
- Taylor, D. P., and Netscher, C. (1974). An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica*, 20(2), 268-269.
- Trudgill, D. L. and V. C. Blok (2001). "Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens." *Annual Review of Phytopathology* 39(1): 53-77.
- Wallace, H. R. 1963. The biology of plant parasitic nematodes, Edward Arnold (Publishers) Ltd., 272-280, London.
- Wesemael, W. M., Viaene, N., and Moens, M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, 13(1), 3-16
- Wondimeneh, T., Sakhuja, P. K., and Tadele, T. (2013). Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) management using botanicals in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Academia Journal of Agricultural Research*, 1(1), 9-16.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve soyadı: HISSEIN MAHAMAT HAROUN

Uyruk: Çad

Doğum yeri: Chad (Kouba)

Doğum tarihi: 01.01.1988

Yabancı Dili: Fransızca, Türkçe, Arapça, İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Franco arabe d'Abeche (2007)

Lisans: Ibn Tofail Üniversitesi (2012)

Yüksek lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi (15.09.2015-30.5.2018)

E-mail: koubawi.hisseine@gmail.com

Yayınlar

“Effect of some spice extracts on egg hatch inhibition and second-stage juveniles (J2) mortality on Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne arenaria*” **International Agricultural Science Congress Van Turkey.**