

## Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR 

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 06.07.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 25.08.2022

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): fatmagoze@isparta.edu.tr

☎ +90 246 2146285 📠 +90 246 2146399

### ÖZ

Çalışmada limon, portakal, greyfurt ve nar meyvelerinin kabuklarının sulu ekstraktlarının tekli ve kombine uygulamalarının *Meloidogyne incognita* ikinci dönem larvalarına (L2) karşı öldürücü etkisi ile yumurtadan çıkışı baskılama üzerindeki nematostatik etkileri araştırılmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra sadece nar ve sadece greyfurt meyve kabuğunun sulu ekstraktlarının L2 üzerindeki etkisi %50'nin üzerinde tespit edilirken, sadece portakal meyve kabuğu uygulaması (%41,5) sadece limon uygulamasından (%18,7) yüksek belirlenmiştir. Uygulamadan 24 saat sonra limon meyve kabuğu sulu ekstraktının L2 üzerindeki öldürücü etkisi düşük bulunurken, 48 saat sonra %77,5 ölüm saptanmıştır. Kırk sekiz saat sonra, limon+nar, limon+greyfurt, portakal+nar, portakal+greyfurt ve nar+greyfurt meyve kabuğu sulu ekstrakt ikili uygulamalarında tüm L2'lerin öldüğü belirlenmiş ve öldürücü etkileri nematosit Velum (Fluopyram) ile benzer bulunmuştur. Tekli uygulamalarda yumurtadan çıkış üzerindeki en yüksek baskılama sadece greyfurt (%54,2) meyve kabuğu sulu ekstraktında belirlenmiştir. İkili uygulamaların tümünde yumurtadan çıkışı baskılama %57'nin üzerinde tespit edilmiştir. Nar+greyfurt (%90,7) meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamasının yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi ile Velum (%98,5) uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $P \geq 0.05$ ). Bu sonuçlar limon, portakal, greyfurt ve nar meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamalarının nematositlere iyi bir alternatif olduğunu desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik kontrol, kök ur nematodu, meyve kabuğu, nematoksik etki

## Use of Lemon, Orange, Grapefruit and Pomegranate Fruit Peels Against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949

### ABSTRACT

The mortality effect of single and combined applications of lemon, orange, grapefruit and pomegranate fruit peels aqueous extracts against *Meloidogyne incognita* second juvenile larvae (J2) and the nematostatic effect on suppression of hatching were investigated in this study. After 24h, the effect of aqueous extracts of only pomegranate and only grapefruit peels on J2 was found to be over 50%, while only orange fruit peel application (41.5%) was determined higher than only lemon application (18.7%). While the mortality effect of lemon peel aqueous extract on J2 was low after 24 h, 77.5% mortality was detected after 48 h. It was determined that all J2s were killed after 48 h in the combined applications of lemon+pomegranate, lemon+grapefruit, orange+pomegranate, orange+grapefruit and pomegranate+grapefruit peel aqueous extract, and their mortality effects were found to be similar to the nematicide Velum (Fluopyram). In single applications, the highest suppression on hatching was determined only in grapefruit (54.2%) peel aqueous extract. Egg hatch suppression was found to be over 57% in all combined applications. There was no statistically significant difference between the hatching suppression percentage of pomegranate+grapefruit (90.7%)

peel aqueous extract application and Velum (98.5%) application ( $P \geq 0.05$ ). These results support that lemon, orange, grapefruit and pomegranate peel aqueous extract applications are good alternatives to nematicides.

**Keywords:** Biological control, root knot nematode, fruit peel, nematotoxic effect

## GİRİŞ

Kök ur nematodlarının bugüne kadar tanılanmış 105 türü bildirilmesine rağmen, dünyada ve Türkiye'de sebze yetiştirilen alanlarda en yaygın kök ur nematodu türleri *Meloidogyne incognita* (Kofoid ve White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Heteroderidae) *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949'dır (Adam ve ark., 2007; Uysal ve ark., 2017; Gürkan ve ark., 2019; Ghaderi ve Karssen, 2020; Maleita ve ark., 2021). *Meloidogyne incognita*, kök ur nematodları içerisinde en yaygın tür olup, hemen hemen tüm bitkileri enfekte edebilmekte ve ekonomik anlamda önemli zararlar meydana getirmektedir (Hallmann ve Kiewnick, 2018; Eder ve ark., 2021). Kök-ur nematodları köklerde ve vaskular dokularda beslenerek kanser oluşumuna neden olur, su ve besin akışını bozar ve enfekteli bitkilerde yavaş büyüme, yapraklarda sararma, solma ve erken dönemde bitkinin ölmesi gibi belirtiler göstermektedirler (Asaturova ve ark., 2022). Kök-ur nematodları ile mücadelede daha çok nematisit etkili kimyasallar kullanıldığı görülmektedir (Hajihassani ve ark., 2022). Nematisitler, nematodları etkili bir şekilde baskı altına alabilmesine rağmen kısa süreli etkileri nedeniyle kullanımları sınırlıdır. Ayrıca yüksek maliyetler, nematodlarda direnç gelişimi, sağlık ve çevreye olumsuz tehlikeler, kalıntı, topraktaki fauna ve yararlı mikroflora üzerindeki olumsuz etkiler ile bitki üzerindeki fitotoksik etkileri nematisit kullanımını sınırlandıran diğer etkenlerdir (Haydock ve ark., 2013; da Silva ve ark., 2019). Bu durum, bitki paraziti nematodların kontrolünde alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bitkisel kökenli ekstraktlar ucuz ve geleneksel nematisitlere kıyasla kolaylıkla temin edilebilir ve çevre açısından güvenli kabul edilmektedir (Abolusoro ve ark., 2010). Doğal bitki ürünleri çevreye daha az zararlı ve etkili kimyasal madde üretme yeteneklerinden dolayı şu anda araştırma çabalarının odak noktasıdır (Javed ve ark., 2006). Birçok bitki, kök, sürgün, yapraklar, çiçek, tohum ve özlerinde, uçucu yağlarında, yağlı tohum keki (oilseed cake) ve türevlerinde nematisidal özelliklere sahiptir (Regaieg ve ark., 2017). Khalil (2014) bitki paraziti nematodların kontrolünde sentetik ürünlere göre bitki ekstrakt uygulamalarının avantajlarını sıralamaktadır. Bunlar; (i) bitki paraziti nematodların henüz direnç kazanmadığı yeni bileşikler içermeleri; (ii) sentetik bileşiklerden

daha az konsantre olmaları ve dolayısıyla daha az toksik olmaları; (iii) nispeten hızlı bir şekilde biyolojik olarak bozunmaları; ve (iv) yenilenebilir kaynaklardan türetilmiş olmalarıdır. Bazı familyalara ait bitkilerin nematidal/nematostatik özelliklere sahip olduğu ve bu nedenle çeşitli bitki paraziti nematodlarının popülasyonlarını yönetebildiği bildirilmiştir (Andres ve ark., 2012). Birçok bitki ekstraktının bitki paraziti nematodlara karşı etkili olan alkaloid, tanenler, fenol, saponinler, glikozitler, ketonlar, flavonoidler, karbonhidrat, protein ve flobatanninler fitokimyasallar içerdiği bulunmuştur (Chitwood, 2002; Kabera ve ark., 2014; Asif ve ark., 2017; Stavropoulou ve ark., 2021). Narlarda bulunan sterol, terpenoidler alkaloidler, yağ asitleri, trigliseritler, basit gallyol türevleri, organik asitler, flavonoller, antosiyaninler, antosiyanidinler, kateşin ve prosiyanidinler nematodlara karşı potansiyel fitokimyasallar olarak rapor edilmiştir (Seeram ve ark. 2006; Holland ve ark., 2009). Ayrıca nar ekstraktlarının bitki paraziti nematodlara karşı toksisitesi dünyada birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Youssef ve ark., 2014; Emam ve ark., 2015; Meyer ve ark., 2016). Narenciye kabuklarının uçucu yağının ana bileşenleri limonen, neral, geranial, geranil aktat ve geraniol olarak bulunmuştur (Chutia ve ark., 2009). Goyal ve ark. (2021) mandalina melezi Kinnow kabuğu uçucu yağındaki ana bileşeni limonen olarak bulmuş ve kök ur nematodlarına karşı nematisidal potansiyelinin yüksek olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca farklı araştırmacılar narenciye ekstraktlarının bitki paraziti nematodlar üzerindeki nematisidal etkilerini saptamışlardır (Oyedunmade ve ark., 2001; Oyedunmade, 2004; Abolusoro ve ark., 2010). Çoğu Citrus bitkisinde bulunan limonen, linalool, citronellal ve citral bileşikleri monoterpenler arasında yer almaktadır (Liu ve ark., 2022). Monoterpenoid grubunda yer alan bazı bileşiklerinin asetilkolinesteraz aktivitesinin önemli ölçüde inhibe edilmesine neden olduğu dolayısıyla sinir sistemine etki ettiği bildirilmiştir (Saad ve ark., 2018).

Meyve endüstrisi en önemli tarımsal endüstrilerden biridir. Meyve sularının işlenmesi yüksek miktarda atık üretmekte ve bu da bir çevre sorunu haline gelmektedir. Bitki paraziti nematodlara karşı meyve atıkları veya meyve kabuklarının kullanımına yönelik çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir (Ashraf ve Khan, 2008; Tsai, 2008, Ismail, 2015; Akhtar ve ark., 2019). Kök-ur nematodlarının mücadelesinde toprakta organik değişiklik olarak meyve kabuklarının kullanılması

hem atık yönetimi hem de pestisit kullanımının azaltılması ile birlikte çok yönlü kazanç sağlayabilmektedir. Bu amaçla laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada limon, portakal, greyfurt ve nar meyve kabuklarının sulu ekstraktlarının tek ve kombinasyon uygulamalarının *M. incognita* üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Meyve kabuğu ekstraksiyonu

Her meyveden 1 kilo olacak şekilde limon, portakal, greyfurt ve nar meyveleri süpermarketten satın alınmıştır. Meyveler soyulduktan sonra kabuklar yaklaşık 0.25 cm<sup>2</sup>lik küçük parçalar halinde kesilmiştir. Hemen sonrasında damıtılmış su ilave edilerek 1:3 (a/h) oranında seyreltme yapılmıştır. Bu karışım sürahi blender (Tip HR2041/00, Philips) içerisine alınmış ve yüksek hızda 2 dakika homojenize edilmiştir. Homojenat hemen filtre kâğıdından (Whatman No. 1) süzülmüş ve ağzı streç film ile kapatılarak beher içinde deneme kuruluncaya kadar +4 ° C de buzdolabında saklanmıştır (Tsai, 2008).

### *Meloidogyne incognita* II. dönem larva ve yumurta eldesi

Çalışma ISUBÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü iklim odası koşullarında (24±1 °C, %60±%5 nem) Tueza F1 domates çeşitlerinde kitle üretimi devam ettirilen ve her 2-3 ayda bir yenilenen DR17 izolatu kullanılmıştır (Uysal ve ark., 2017).

*Meloidogyne incognita* L2'lerini elde etmek için urlu Tueza F1 domates köklerinden 2 adeti seçilmiş ve %0.5 sodyum hipoklorit içeren bir leğende 3 dakika boyunca sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve 3 kez steril su ile yıkanmıştır. Bu köklerden yumurta paketi steromikroskop altında pens ve bistüri yardımıyla çıkartılmış ve içerisinde distile su bulunan 9 cmlik petride 28°C'de 5 gün inkübe edilmiştir (Misiha ve ark., 2013). Beş günün sonunda, yumurta paketlerinin içindeki yumurtadan çıkan L2'ler bir mezura alındıktan sonra 6 saat çökeltme işlemi yapılmıştır. Daha sonra ışık mikroskobu altında sayım yapılarak inokulumlar hazırlanmış ve deneme kuruluncaya kadar buzdolabında 4°C'de saklanmıştır.

Yumurta elde etmek için santrifüjleme ile 1800 rpm'de 5 dakika boyunca %1 sodyum hipoklorit içinde süspanse edilen 0,5-1 cm'lik doğranmış urlu domates kökleri kullanılmıştır (Coelen ve D'herde, 1972). Yumurtalar 75 um'lik bir elek üzerine dökülmüş ve 5 um'lik elek üzerinde toplanmıştır. Bu aşamada sodyum hipokloriti

çıkarmak için musluk suyuyla iyice yıkanmıştır (Liu ve ark., 2008). Yumurtalar bir mezür içine alındıktan sonra 6 saat çökeltme işlemi yapılmış ve sonra ışık mikroskobu altında sayım yapılarak inokulum hazırlanmıştır. Hazırlanan inokulumlar deneme kuruluncaya kadar buzdolabında 4°C'de saklanmıştır.

### Meyve kabuğu ekstraktlarının II. dönem larvalar üzerindeki etkisi

Meyve kabuğu ekstraksiyonundan 2 saat sonra denemeler kurulmuştur. Çalışma 6 cm çapında steril petri kaplarında yürütülmüştür. Çalışma 10 uygulamadan oluşmuştur ve her uygulama tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma limon, portakal, greyfurt ve nar meyve kabuklarının tekli uygulamaları ile limon+portakal, limon+nar, limon+greyfurt, portakal+nar, portakal+greyfurt ve nar+greyfurt ikili uygulamalarından oluşmuştur. Tekli uygulamalarda petri içerisine meyve kabuklarının sulu ekstraktından 6 ml konulmuştur. İkili uygulamalarda ise her birinden 3 ml alınmıştır. Nematod inokulumu ise 0,2 ml distile su içinde yaklaşık 100 L2 olacak şekilde pipetle petri içerisine bırakılmıştır (Tsai, 2008). Daha sonra petri kapları parafilm ile kapatılmış ve 28°C'de inkübe edilmiştir. Uygulamadan 24 ve 48 saat sonra ölü L2'ler ışık mikroskobu altında sayılmış ve yüzde ölüm değerleri hesaplanmıştır. Negatif kontrol olarak distile su kullanılırken, pozitif kontrol olarak arazi tavsiye dozu (0.16 ml/L) Fluopyram aktif maddeli Velum® (Bayer Grup Ltd. Şti) kullanılmıştır.

### Meyve kabuğu ekstraktlarının yumurta çıkışı üzerindeki etkisi

Çalışma 107 x 57 x 4 mm ebatlarında çukur lam setlerinde yürütülmüştür. Çalışma 10 uygulamadan oluşmuştur ve her uygulama tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma limon, portakal, greyfurt ve nar meyve kabuklarının tekli uygulamaları ile limon+portakal, limon+nar, limon+greyfurt, portakal+nar, portakal+greyfurt ve nar+greyfurt ikili uygulamalarından oluşmuştur. Her uygulama için ayrı lam seti kullanılmıştır. Tekli uygulamalarda çukur lam içerisine meyve kabuklarının sulu ekstraktından 300 µl konulmuştur. İkili uygulamalarda ise her birinden 150 µl alınmıştır. Nematod inokulumu ise 25µl distile su içinde yaklaşık 65 yumurta olacak şekilde pipetle çukur lam içerisine bırakılmıştır. Daha sonra çukur lam setleri büyük petri kapları içerisine yerleştirilmiş ve parafilm ile kapatılmıştır. Daha sonra bir dolap içerisine alınmış ve 28°C'de 1 hafta karanlıkta inkübe edilmiştir. Uygulamadan 1 ve 7 gün sonra yumurtadan çıkan J2 sayıları bir stereomikroskop altında

Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı

sayılmış ve yüzde ölüm değerleri hesaplanmıştır (Regaieg ve ark., 2017). Denemelerde negatif kontrol olarak distile su, pozitif kontrol olarak Fluopyram aktif maddeli Velum® kimyasalın arazi tavsiye dozu (0.16 ml/L) (Bayer Grup Ltd. Şti) kullanılmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Deneme sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (versiyon 20.0) programı kullanılmış ve ortalamalar arasındaki farkları test etmek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ortalamalar,  $P \leq 0.05$ 'te Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan limon, portakal, nar ve greyfurt meyve kabuklarının sulu ekstraktlarının 24 saat sonra 2. Dönem larvalar üzerinde tespit edilen öldürücü etkisi negatif kontrolden önemli oranda yüksek bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ). Sadece limon ve sadece portakal kabuğu sulu ekstrakt uygulamalarında L2 ölüm yüzdesi %50'in altında saptanmış ancak portakal kabuğunun L2 üzerindeki etkisi daha yüksek belirlenmiştir. Uygulamadan 24 saat sonra sadece nar ve sadece greyfurt meyve kabuğunun sulu ekstraktlarının L2 üzerindeki etkisi %50'nin üzerinde tespit edilmiştir. İkili uygulamaların tümünde L2 üzerindeki ölüm %55'ten yüksek bulunmuştur. Yirmi dört saat sonra portakal+greyfurt ve nar+greyfurt meyve kabuğu sulu ekstraktlarının L2 ölüm yüzdesi nematisit Velum ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Limon+greyfurt (%84.2) ve portakal+nar (%87.2) meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamalarının L2 ölüm yüzdesi benzer bulunmuştur. Limon+nar uygulamasının L2 ölüm yüzdesi (%72,0) limon+portakal (%59.2) uygulamasından daha yüksek saptanmıştır. Limon meyve kabuğu sulu ekstraktının portakal, nar ve greyfurt ile yapılan ikili uygulamalarında L2 üzerindeki ölüm yüzdesinin portakal ve nar ile karşılaştırıldığında greyfurt uygulamasında en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Portakal ve nar meyve kabuğu sulu ekstraktlarının limon uygulamasında olduğu gibi en yüksek etkiye greyfurt ile yapılan uygulamalarında ulaştığı saptanmıştır (Tablo 1).

Meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamalarının L2 üzerindeki öldürücü etkisinin 24 saat ile karşılaştırıldığında 48 saat sonra daha yüksek olduğu görülmektedir. Limon meyve kabuğu sulu ekstraktının L2 ölüm yüzdesi 48 saat sonra yaklaşık 4 katına çıkmıştır. Sadece limon meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulaması hariç diğer tüm uygulamaların L2 ölüm yüzdesi aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Ayrıca sadece limon hariç diğer 9

uygulamanın L2 ölüm yüzdesi ile Fluopyram uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P \geq 0.05$ ). Kırk sekiz saat sonra nar ve greyfurt ile yapılan ikili uygulamaların tümünde L2 ölümü %100 belirlenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Meyve kabuğu ekstraktlarının tekli ve kombine uygulamalarının *Meloidogyne incognita* II. dönem larvaları üzerindeki etkisi

Uygulama	Yüzde J2 ölümü ortalaması± Standart hata	
	24 saat	48 saat
Limon	18.7±2.2 f*	77.5±3.5 b
Portakal	41.5±2.5 e	95.0±2.9 a
Nar	57.5±1.3 d	95.5±1.6 a
Greyfurt	63.7±2.7 cd	99.0±1.0 a
Limon+Portakal	59.2±2.5 d	99.0±1.0 a
Limon+Nar	72.0±3.0 c	100.0±0.0 a
Limon+Greyfurt	84.2±2.1 b	100.0±0.0 a
Portakal+Nar	87.2±1.6 b	100.0±0.0 a
Portakal+Greyfurt	100.0±0.0 a	100.0±0.0 a
Nar+Greyfurt	100.0±0.0 a	100.0±0.0 a
Negatif kontrol (Distile su)	4.2±0.4 g	6.0±0.7 c
Pozitif kontrol (Velum)	92.0±2.0 ab	100.0±0.0 a

\*Aynı sütündeki farklı küçük harfler, ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları gösterir ( $P \leq 0.05$ )

Birinci gün yapılan sayımlarda sadece portakal+nar ve nar+greyfurt ikili uygulamalarının yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi 50 'nin üzerinde bulunmuştur. Birinci gün yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesinde nar+greyfurt (%58,0) ve Fluopyram (%67,7) uygulamasında benzer sonuçlar saptanmıştır. Birinci gün tekli uygulamaların yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi negatif kontrol ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. İkili uygulamaların yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi tekli uygulamalara göre daha yüksek saptanmıştır (Tablo 2).

Yedinci gün yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi nar ve greyfurt'un tekli uygulamalarında limon ve portakalın tekli uygulamalarından daha yüksek bulunmuştur. Ancak tekli uygulamalarda sadece greyfurt meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamasında yumurtadan çıkışın %50'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. İkili uygulamaların tümünde yumurtadan çıkışı baskılama %57'nin üzerinde tespit edilmiştir. Nar+greyfurt (%90,7) meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamasının yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi ile Fluopyram (%98,5) uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P \geq 0.05$ ). Limon meyve kabuğu sulu ekstraktı ile

Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı

yapılan portakal ve nar ikili uygulamalarında yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesinin limon+greyfurt uygulamasından düşük olduğu saptanmıştır. Portakal+greyfurt uygulamasının yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi portakal+nar uygulamasından yüksek belirlenmiş ancak aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $P \geq 0.05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2.** Meyve kabuğu ekstraktlarının tekli ve kombine uygulamalarının *Meloidogyne incognita*' yumurtadan çıkışı baskılama etkisi

Uygulama	Yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi ortalaması± Standart hata	
	1. gün	7. gün
Limon	1.5±0.9 g*	13.0±1.2 gh
Portakal	3.0±0.7 g	26.0±1.0 g
Nar	7.7±1.3 fg	47.2±2.6 f
Greyfurt	10.7±1.6 fg	54.2±3.5 ef
Limon+Portakal	19.5±2.1 ef	57.2±4.6 ef
Limon+Nar	25.2±3.3 de	62.2±4.0 de
Limon+Greyfurt	33.2±3.0 cd	72.7±3.3 cd
Portakal+Nar	38.0±3.2 c	77.0±3.5 bc
Portakal+Greyfurt	54.5±2.3 b	81.2±2.7 bc
Nar+Greyfurt	58.0±1.7 ab	90.7±1.7 ab
Negatif kontrol (Distile su)	0.0±0.0 g	1.5±0.9 h
Pozitif kontrol (Velum)	67.7±5.1 a	98.5±0.9 a

\*Aynı sütundaki farklı küçük harfler, ortalamalar arasındaki önemli farklılıkları gösterir ( $P \leq 0.05$ )

Çalışmada kullanılan meyve kabuklarının sulu ekstraktlarının *M. incognita* L2 üzerindeki öldürücü etkisi yumurtadan çıkışı baskılamaya göre daha yüksek saptanmıştır. Limon meyve kabuğu sulu ekstraktının ikinci dönem larva üzerindeki öldürücü etkisinin portakal, nar ve greyfurttan düşük bulunmasına rağmen negatif kontrol ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu limon uygulamasının da oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Meyve kabuklarının sulu ekstraktlarının tekli uygulamalarında L2 ölüm yüzdesi 75'in üzerinde belirlenmiştir. Greyfurt ile yapılan ikili uygulamalarda L2 üzerindeki nematisidal etki daha yüksek saptanmıştır. Aynı zamanda nar ile yapılan ikili uygulamaların L2 üzerindeki öldürücü etkisi limon ve portakal ile yapılan ikili uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada L2 üzerinde en yüksek öldürücü etki nar+greyfurt meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamasında belirlenmiştir. Yumurtadan çıkışı baskılamada sadece greyfurt uygulaması, sadece portakal, nar ve limon uygulamalarından daha etkin bulunmuştur. Yumurtadan çıkışı baskılamada ikili uygulamaların

nematoksik etkilerinin yükseldiği ve nematisitlere alternatif potansiyel teşkil ettikleri görülmektedir. Yumurtadan çıkışı en yüksek baskılayan uygulama nar+greyfurt olarak belirlenmiştir. Nar+greyfurt uygulamasının L2 ve yumurtadan çıkışı üzerindeki nematoksik etkisi Flupopyram ile benzer bulunmuştur. Meyve kabuklarının *M. incognita* üzerindeki etkileri içerdikleri monoterpenerin farklılığı, yoğunluğu ve bileşenlerin sinerjistik ya da antagonistik etkileşimlerinden dolayı farklılaşmış olabilir. Nematisidal ve nematoksik monoterpener; anethole, citral, carvacrol, cymene, cineole, eugeneol, geraniol, limonene, pinene, terpineol ve thymol olarak bildirilmektedir (Liu ve ark., 2022). Bazı çalışmalar monoterpener arasında sinerjistik veya antagonistik etkiler olduğunu göstermiştir (Tak ve Isman, 2015; Masoumi ve ark., 2016). Ntalli ve ark. (2011), carvacrol ve thymol'un *M. incognita*'ya karşı sinerjistik etkiler sergilerken, carvacrol ve pulegon'un antagonistik etkiler sergilediğini bulmuşlardır. Sergilenen nematisidal özellikler, narenciye kabuğu ekstraktlarında saponin, flavonoid ve tanen gibi biyoaktif kimyasal bileşenlerin varlığından kaynaklanabilir (Olabiye ve ark., 2008; Abolusoro ve ark., 2010). Narenciye kabuklarının uçucu yağının ana bileşenleri limonen, linalool, citronellal, citral neral, geraniol, geraniol aktat ve geraniol bileşikler olarak bulunmuştur (Chutia ve ark., 2009; Goyal ve ark., 2021; Liu ve ark., 2022). Bitki paraziti nematodlar üzerinde narenciye ekstraktlarının nematisidal etkileri rapor edilmiştir (Oyedunmade, 2004; Olabiye, 2004; Abolusoro ve ark., 2010). Nar meyvesinden birincil bileşenler olarak polifenoller içeren yaklaşık 124 fitokimyasal rapor edilmiştir (Viuda-Martos ve ark., 2010; Tantray ve ark., 2009; García-Villalba ve ark., 2015). Nar kabuğu ve kabuğundan izole edilen yüksek polifenol seviyeleri olan ellagitanninler, biyolojik nematisit görevi görebilecek biyolojik olarak aktif bileşiklerin potansiyel kaynaklarıdır (Seeram ve ark., 2005; Akhtar ve ark., 2015). Farklı çalışmalarda limon, portakal, greyfurt, nar, kırmızı acı biber ve *Sapindus mukorossi* meyve perikarp özlerinin nematidal aktivitelerini bildirmektedir (Tsai, 2008; Neves ve ark., 2009; Saha ve ark., 2010; Boonmasawai ve ark., 2013; Meyer ve ark., 2016; Akhtar ve ark., 2019). Organik değişiklikler olarak uygulanan meyve atıkları veya meyve perikarpları, bitki paraziti nematodlarının konukçu bitkilerde zararını azalttığı gibi mahsul bitkilerinin büyümesinde iyileştirmektedir (Nico ve ark., 2004; Ashraf ve Khan, 2008; Ismail, 2015).

## SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlar meyve kabuğu sulu ekstrakt uygulamalarının nematisitlere iyi bir alternatif

Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı

olduğunu desteklemektedir. Nematod kontrolü için tarımsal endüstriyel atıkların kullanılması sadece kimyasal nematisitlere alternatif sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal endüstriyel atıkların bertaraf edilmesine de yardımcı olması açısından önemlidir. Mevcut bulgular, *M. incognita*'nın kontrolü için limon, portakal, greyfurt ve nar kabuklarının kullanılabileceğini göstermiştir. Limon ve portakal ile karşılaştırıldığında, nar ve greyfurt'un nematisidal etkisi daha yüksek belirlenmiştir. İkili uygulamalarda nematisidal etkinin arttığı saptanmıştır. Bu durum atıkların işlenerek gübre haline dönüştürülmesinde yeni bir pazar alanı oluşturabilir. Organik ve sürdürülebilir tarım için toprağa organik atıkların karıştırılması mücadelede başarının yanı sıra bitki gelişimine de önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca meyve bahçelerinde narenciye suyu işleme atıklarının veya pazarlanamayan meyvelerin bertarafına da yardımcı olabilir. Ayrıca tarımsal kimya şirketleri, çevre güvenliğinin garantisi olarak bitki esaslı nematisit üretimi için hammadde olarak bu meyve kabuklarının biyoaktif bileşenlerini çıkarmaya başlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Abolusoro, S. A., Oyedunmade, E. A., Olabiyi, T. I. (2010). Evaluation of sweet orange peel aqueous extract (*Citrus sinensis*) as root-knot nematode suppressant. *Agro-Science*, 9(3):170-175.
- Adam, M. A. M., Phillips, M. S., Blok, V. C. (2007). Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56: 190-197.
- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternali, D., Sestili, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: chemistry and food feature. *Food Chemistry*, 174: 417-425.
- Akhtar, W., Abbasi, M.W., Rauf, A., Jahan, I, Anis, M., Javed Zaki M. (2019). Nematicidal activity of fruit pericarps against root knot nematode, *Meloidogyne javanica*. *International Biology Research*, 7(1): 57-65.
- Andrés, M. F., González-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J., Sanz, P. (2012). Nematicidal activity of essential oils: a review. *Phytochemistry Reviews*, 11(4): 371-390.
- Asaturova, A. M., Bugaeva, L. N., Homyak, A. I., Slobodyanyuk, G. A., Kashutina, E. V., Yasyuk, L. V., Garkovenko, A. V. (2022). *Bacillus velezensis* Strains for protecting cucumber plants from root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in a greenhouse. *Plants*, 11(3): 275; DOI:10.3390/plants11030275
- Ashraf, M.S., Khan, T.A. (2008). Bio-management of reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis* by fruit wastes and *Paecilomyces lilacinus* on chickpea. *World Journal of Agriculture Sciences*, 4(4): 492-494.
- Asif, M., Ahmad, F., Tariq, M., Khan, A., Ansari, T., Khan, F., Siddiqui, A.M. (2017). Potential of chitosan alone and in combination with agricultural wastes against the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* infesting eggplant. *Journal of Plant Protection Research*, 57 (3): 288-295.
- Boonmasawai, S., Sungpradit, S., Jirapattharasate, C., Akthong, C.N., Piasai, L. (2013). Effects of alcoholic extract from pomegranate (*Punica granatum* L.) peels on gastrointestinal nematode egg count in doe. *Journal of Applied Animal Science*, 6: 27-37.
- Chitwood, D.J., (2002). Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review Of Phytopathology*, 40 (1): 221-249.
- Chutia, M., Bhuyan, D.P., Pathak, M.G., Sarma, T.C., Boruah, P. (2009). Antifungal activity and chemical composition of *Citrus reticulata* Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. *Food Science Technology*, 42(3):777-780.
- Coolen, W.A., D'herde, C.J. (1972). A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Publication of the State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, Belgium, 77 p.
- da Silva, M. N., Pintado, M. E., Sarmiento, B., Stamford, N. P., Vasconcelos, M. W. (2019). A biofertilizer with diazotrophic bacteria and a filamentous fungus increases *Pinus pinaster* tolerance to the pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Biological Control*, 132: 72-80.
- Eder, R., Consoli, E., Krauss J., Dahlin, P. (2021). Polysulfides applied as formulated garlic extract to protect tomato plants against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Plants*, 10 (2): 394-494.
- Emam, A.M., Ahmed, M.A.M., Tammam, M.A.A., Hala, A.M., El-Dakar, Z.S. (2015). Isolation and structural identification of compounds with antioxidant, nematicidal and fungicidal activities from *Punica granatum* L. var. nana. *International Journal of Science Engineering Research*, 6: 1023-1040.
- Garcia-Villalba, R., Espin, J.C., Aaby, K., Alassalvar, C., Heinonen, M., Jacobs, G., Voorspoels, S., Koivumaki, T., Kroon, P.A., Pelvan, E., Saha, S., Tomas-Barberan, F.A. (2015). Validated method for the characterization and quantification of extractable and nonextractable ellagitannins after acid hydrolysis in pomegranate fruits, juices, and extracts. *Journal of Agriculture And Food Chemistry*, 63: 6555-6566.
- Ghaderi, R., Karssen, G. (2020). An updated checklist of *Meloidogyne* Göldi, 1887 species, with a diagnostic compendium for second-stage juveniles and males. *Journal of Crop Protection*, 9(2): 183-193.
- Goyal, L., Kaushal, S., Dhillion, N. K., Heena. (2021). Nematicidal potential of *Citrus reticulata* peel essential oil, isolated major compound and its derivatives against *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(9-10): 449-467.
- Gürkan, B., R. Çetintaş, Gürkan, T. (2019). Gaziantep ve Osmaniye Sebze Alanlarında Bulunan Kök-ur Nematodu Türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin Teşhisi ile Bazı Nematod Popülasyon İrklarının Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek sayı 1): 113-124.
- Hajihassani, A., Marquez, J., Woldemeskel, M., Hamidi, N. (2022). Identification of Four Populations of *Meloidogyne*

Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı

- incognita* in Georgia, United States, Capable of Parasitizing Tomato-Bearing Mi-1.2 Gene. *Plant Disease*, 106(1): 137-143.
- Hallmann, J., Kiewnick, S. (2018). Virulence of *Meloidogyne incognita* populations and *Meloidogyne enterolobii* on resistant cucurbitaceous and solanaceous plant genotypes. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125 (4): 415-424.
- Haydock, P. P. J., Woods, S. R., Grove, I. G., Hare, M. C. (2013). Chemical control of nematodes. In: *Plant nematology*. R. N. Perry and M. Moens, (eds.), Wallingford, CABI Publishing, 459-479.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: botany, horticulture, breeding. In: *Horticultural reviews*. Janick, J., Hoboken, N.J. (eds.), New York, USA, 127-191.
- Ismail, A.E. (2015). Management of root knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato by dry crushed pomegranate *Punica granatum* L. peels as a bio-fumigant in Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48: 253-258.
- Javed, N., Gowen, S.R., Inam-ul-Haq, M., Abdullah, K., Shahina, F. (2006). Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. *Crop Protection*, 26: 911-916.
- Kabera, J.N., Semana, E., Mussa, A.R., He, X. (2014). Plant secondary metabolites: Biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2 (7): 377-392.
- Khalil, M.S. (2014). Bright future with nematicidal phytochemicals. *Biology and Medicine*, 6:2. DOI:10.4172/0974-8369.1000e104.
- Liu, T., Wang, L., Duan, Y.X., Wang, X. (2008). Nematicidal activity of culture filtrate of *Beauveria bassiana* against *Meloidogyne hapla*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24 (1):113-118.
- Liu, Z., Li, Q. X., Song, B. (2022). Pesticidal Activity and Mode of Action of Monoterpenes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(15): 4556-4571.
- Maleita, C., Cardoso, J. M., Rusinque, L., Esteves, I., Abrantes, I. (2021). Species-specific molecular detection of the root knot nematode *Meloidogyne luci*. *Biology*, 10(8): 775. <https://doi.org/10.3390/biology10080775>
- Masoumi, F., Youssefi, M. R., Tabari, M. A. (2016). Combination of carvacrol and thymol against the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). *Parasitology Research*, 115: 4239-4243.
- Meyer, S.I., Chauhan, K.R., MacDonald, M.H. (2016). Evaluation of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) leaf and pomegranate (*Punica granatum*) fruit rind for activity against *Meloidogyne incognita*. *Nematotropa*, 46: 85-96.
- Misaha, P.K., Aly, A.Z., Mahrous, M.E., Tohamy, M.R.A. (2013). Effect of culture filtrates of three *Trichoderma* species, *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* on egg hatching and juvenile mortality of *Meloidogyne incognita* in vitro. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 40 (3): 1-9.
- Neves, W. dos S., L.G., de Freitas, M.M., Coutinho, R, Dallemole-Giaretta, C., de Fabry, F.S., Dhingra, O.D., Ferraz, S. (2009). Nematicidal activity of extracts of red hot chili pepper, mustard and garlic on *Meloidogyne javanica* in green house. *Summa Phytopathologica*, 35: 255-261.
- Nico, A.I., Rafael, R.M., Jimenez-Diaz, M., Castillo, P. (2004). Control of root knot nematodes by compost agro-industrial wastes in potting mixtures. *Crop Protection*, 23: 581-587.
- Ntalli, N.G., Ferrari, F., Giannakou, I., Menkissoglu-Spiroudi, U. (2011). Synergistic and antagonistic interactions of terpenes against *Meloidogyne incognita* and the nematicidal activity of EOs from seven plants indigenous to Greece. *Pest Management Science*, 67 (3): 341-351.
- Olabiya, T.I. (2001). Comparative efficacies of soil amendment and a synthetic nematicide on growth, yield and food components of a root-knot infected soyabean (*Glycine max. L. Merrill*). *Nigerian Society of Experimental Biology*, 1: 367-371.
- Olabiya, T.I. (2004). Assessment of the nematicidal properties of extracts from *Tagetes erecta*, *Ocimum gratissimum*, *Hyptis suaveolens* and *Crotalaria retusa*. Ph.D Thesis submitted to Department of Crop Production, University of Ilorin, Nigeria. 177 pp.
- Olabiya, T.I., Oyedunmade, E.E A., Ibikunle, G.T. (2008). Phytochemical screening and nematotoxic effect of brimstone, *Moringa lucida*, on nematode pests of amaranth *Celosia argentea*. *Biological Agriculture and Horticulture*, 26 (2): 131-137.
- Oyedunmade, E.E.A, Ayo-Oke, O.F, Olabiya, T.I (2001). Comparative efficacies of soil amendment and a synthetic nematicide on growth, yield and food components of a root-knot infected soyabean (*Glycine max.L. Merrill*). *Nigerian Society of Experimental Biology* 1: 367-371.
- Oyedunmade, E.E.A (2004). Laboratory and field toxicities of the African marigold (*Tagetes erecta*) to root-knot nematodes. *The Plant Scientist*, 4 (4): 115-121.
- Regaieg, H., Bouajila, M., Hajji, L., Larayadh, A., Chiheni, N., Guessmi-Mzoughi, I., Horrigue-Raouani, N. (2017). Evaluation of pomegranate (*Punica granatum* L. var. Gabsi) peel extract for control of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 50(17-18): 839-849.
- Saad, M. M. G., Abou-Taleb, H. K., Abdelgaleil, S. A. M. (2018). Insecticidal activities of monoterpenes and phenylpropenes against *Sitophilus oryzae* and their inhibitory effects on acetylcholinesterase and adenosine triphosphatases. *Applied Entomology and Zoology*, 53(2): 173-181.
- Saha, S., Walia, S., Kumar, J., Parmer, B.S., Prasad D., (2010). Synergistic/potential interaction between nematode static constituents from *Azadirachta indica*, *Madhuca indica* and *Sapindus makorossi*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43 (4): 357-367.
- Seeram, N.P., Schulman, R.N., Heber, D., (2006). Pomegranates: ancient roots to modern medicine. Boca Raton (FL): CRC Press Taylor & Francis Group, 262 pp.
- Seeram, N., Lee, R., Hardy, M., Heber, D., (2005). Rapid scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. *Separation and Purification Technology*, 41 (1): 49-55.

---

**Limon, Portakal, Greyfurt ve Nar Meyvelerinin Kabuklarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949'ya Karşı Kullanımı**

---

- Stavropoulou, E., Nasiou, E., Skiada, P., Giannakou, I.O. (2021). Effects of four terpenes on the mortality of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. *European Journal of Plant Pathology*, 160 (1): 137-146.
- Tak, J.H, Isman, M. B. (2015). Enhanced cuticular penetration as the mechanism for synergy of insecticidal constituents of rosemary essential oil in *Trichoplusia ni*. *Scientific Reports*, 5: 12690. DOI: 10.1038/srep12690
- Tantray, M., Akbar, S., Khan, R., Tariq, K., Shawi, A., (2009). Humarain: a new dimeric gallic acid glycoside from *Punica granatum* L. bark. *Fitoterapia*, 80 (4): 223–225.
- Tsai, B.Y. (2008). Effects of peels of lemon, orange and grapefruit against *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathology Bulletin*, 17: 195-201.
- Uysal, G., Söğüt, M.A., Elekçioğlu, İ.H. (2017). Identification and distribution of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) in vegetable growing areas of Lakes Region in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41 (1): 105-122.
- Viuda-Martos, M., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J.A., (2010). Pomegranate and its many functional components as related to human health: A review. *Food Science and Food Safety*, 9 (6): 635-654.
- Youssef, M.M.A., El-Nagdi, W.M.A., Eissa, M.F.M. (2014). Population density of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting date palm under stress of aqueous extracts of some botanicals and a commercial bacterial by product. *Middle East Journal of Applied Science*, 4 (4): 802–805.
-