

Araştırma Makalesi

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) Yaprak Ekstraktının Kök Ur Nematodu'na Karşı Kullanımı

Fatma Gül Göze Özdemir^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 3200, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazarın: fatmagoze@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.07.2023

Kabul Tarihi: 06.11.2023

Öz

Bu çalışmanın amacı, *Elaeagnus angustifolia* L. bitkisi metanol ekstraktının *Meloidogyne incognita*'ya karşı toksikolojik potansiyelini *in vitro* ve kontrollü koşullar altında domates üzerinde araştırmaktır. Çalışmada iğde yaprağından elde edilen ekstraktın dört konsantrasyonu [0 (seyreltilmemiş), %25, %50 ve %100 seyreltilmiş] kullanılmıştır. *In vitro*'da 9 ml ekstrakt içeren petrilere 20 adet ikinci dönem larva (L2) ml⁻¹ içeren 1 ml süspansiyon eklenmiştir ve 48 saat sonra ölü bireyler sayılarak ölüm oranı kaydedilmiştir. Kontrollü koşullar altında, nematoda hassas Özkan F1 domates çeşidinde her konsantrasyon için tesadüf parselleri deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Domates fideleri saksılara şaşırtıldıktan beş gün sonra her saksıya 500 L2 ile nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Nematod inokulasyonundan 24 saat sonra 1000 ppm/saksı iğde yaprağı ekstraktı konsantrasyonlarına göre toprağa uygulanmıştır. Elli gün sonra köklerdeki gal sayısı ve yumurta paketleri sayılmıştır. *In vitro* L2 mortalitesi, iğde metanol yaprak ekstraktının konsantrasyonu seyreltildiğinde azalırken, domates köklerinde ur ve yumurta paketi sayısında artış olmuştur. En yüksek baskılayıcı etki seyreltilmemiş konsantrasyonda bulunmuştur. *Elaeagnus angustifolia* ekstraktının toksik potansiyele sahip olduğu ve kök ur nematodunun kontrolünde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. İğde yaprak ekstraktının nematisit etkisi ilk kez bu çalışmada gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Mücadele, İğde, Kök Ur Nematodu, Methanol, Yaprak Ekstraktı.

Use of Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Leaf Extract against Root Knot Nematode Abstract

The aim of this study was to investigate the toxicological potential of the methanol extract of *Elaeagnus angustifolia* L. plant against *Meloidogyne incognita* *in vitro* and under controlled condition on tomato. Four concentrations of the extract obtained from oleaster leaves [0 (undiluted), 25%, 50% and 100% diluted] were used in the study. *In vitro*, 1 ml of suspension containing 20 second juvenile larvae (J2) ml⁻¹ was added to petri dishes containing 9 ml of extract, and the mortality rate was recorded after 48 hours by counting the dead individuals. Under controlled conditions, randomized plots of Özkan F1 nematode susceptible tomato cultivar was established in a trial design with 5 replications for each concentration. Five days after the tomato seedlings were transplanted into the pots, nematode inoculation was carried out with 500 J2 in each pot. At 24 hours after nematode inoculation, oleaster leaf extract was applied to the soil at concentrations of 1000 ppm/pot. The number of galls and egg masses were counted on roots after 50 days. *In vitro* J2 mortality was decreased as the concentration of the oleaster methanol leaf extract was diluted, while there was an increase in the number of galls and egg masses on tomato roots. The highest suppressive effect was found at the undiluted concentration. It is concluded that extract of *E. angustifolia* has toxic potential and can be used for the control of root knot nematode. The nematicidal effect of the leaf extract of oleaster was demonstrated for first time in this study.

Keywords: Biological Control, Oleaster, Root Knot Nematode, Methanol, Leaf Extract

Giriş

Meloidogyne incognita, dünyada tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilen domatestede ciddi zararlara neden olan bitki paraziti nematod türüdür. Bulaşık bitkilerde genellikle küçük yapraklarda bodurlaşma ve gündüz solgunluk semptomları görülmektedir. Domatestede kök ur nematodu

mücadelesinde daha çok kimyasal yöntem ve *Mi* geni içeren dayanıklı çeşit tercih edilmektedir (Wang ve ark., 2006; Devran ve ark., 2016). Ancak insan, hayvan ve çevreye verdikleri zararlı etkilerinden dolayı kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan çok amaçlı fumigant ve nematisitlerin birçoğu yasaklanmıştır (Youssef ve ark., 2017; Pardavella ve ark., 2021). Ayrıca doğal olarak yada *Mi* geni taşıyan bitkilerin birkaç nesil boyunca sürekli yetiştirilmesi nedeniyle virülent popülasyonların ortaya çıktığı görülmektedir (Hajihassani ve ark., 2022). Bitkisel kökenli ekstrakt, uçucu yağ veya bileşenlerinin nematod yönetiminde uygulanması çevre dostu stratejiler arasında yer almaktadır. Bitkilerin sekonder metabolitleri, büyük bir biyoaktif madde kaynağı oluşturmakta ve bitki koruma alanında pestisit geliştirme olanağı sunmaktadır (Caboni ve ark. 2015, Pang ve ark., 2021). Son yıllarda dünyada kök-ur nematodlarına karşı bitkisel ekstraktların kullanımı önem kazanmış ve Dünyada ve Ülkemizde bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Douda ve ark., 2010; Pavaraj ve ark., 2012; Aydın ve Mennan, 2014; Kepenekçi ve ark., 2017).

Elaeagnacea familyasına ait olan *Elaeagnus angustifolia* L. (ığde) dünyada birçok alanda doğal olarak bulunan veya kültüre alınan genellikle küçük kırmızımsı-kahverengi elips şeklinde meyvelere ve keskin uçlu kısa saplı uzun eliptik yapraklara sahip olan çalı türü bir bitkidir. İğde birçok Avrupa kentinde süs ağacı olarak kullanılmasına rağmen, Orta ve Doğu Anadolu'da yenilebilir meyveleri için yaygın olarak yetiştirilmektedir (Cansev ve ark., 2011). Bununla birlikte, kök, ağaç kabuğu, çiçek, yaprak ve meyve gibi bitkinin tüm kısımları gıda, ilaç, parfümeri endüstrileri gibi farklı kullanım alanlarında değerlendirilmektedir (Hassanzadeh ve Hassanpour, 2018). Son çalışmalar ığdenin antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antikanser özelliklerine işaret etmektedir (Hamidpour ve ark., 2017). İğde bitkisi flavonoid bileşikler, polisakkaritler, sitosteroller, karotenoidler, kardiyak glikozitler, terpenoidler, kumarinler, fenol karboksilik asitler, aminoasitler, saponinler, karotenoidler, vitaminler ve tanenleri içermektedir (Berkaş ve Çam, 2020). İğde'nin metabolik özütlerinin bakteri, fungus ve zararlılara karşı mücadelede kullanılabileceği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Okmen ve Turkcan, 2013, Bahraminejad ve ark., 2015, Farzaei ve ark., 2015, Khan ve ark., 2016, Anjum ve ark., 2017). Torbati ve ark. (2016), ığde yaprağından elde edilen uçucu yağın ana bileşenlerini E-etil sinamat (%37,27), fitol (%12,08), nonanal (%10,74) ve Z-3-heksenil benzoat (%7,65) olarak bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar böcek öldürücü veya fungus önleyici amaçlarla uygulandığında, insan kullanımı veya memeliler için zararsız bir ürün olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir. Ancak ığdeden elde edilen bitkisel ekstraktlar ile ilgili nematisidal aktivite henüz bildirilmemiştir.

Bu çalışmada ığdenin yaprak ekstraktının *in vitro* ve kontrollü koşullar altında domateste *M. incognita* üzerindeki nematisidal etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

İğde yaprak ekstraktının hazırlanması

İğde yaprakları Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi bünyesinde yer alan Eğitim Araştırma Çiftlik arazisinde bulunan ve herhangi bir uygulamanın yapılmadığı ağaçtan Temmuz, 2022 yılında alınmıştır. Ağacın farklı yerlerinden toplanan yapraklar homojen bir şekilde karıştırılmış, beş g yaprak tartılmış ve konik bir şişeye alınmıştır. Üzerine 80 ml metanol eklenerek 40°C'de 130 rpm'de bir gece çalkalayıcıda bekletilmiştir. Daha sonra üzerine tekrar 80 ml metanol eklenerek aynı işlem dört kez daha tekrarlanmıştır (Vinodhini ve ark., 2019). Beş gün sonunda oluşan yaprak ekstraktı süzülerek süspansiyon konsantresi ayrılmış ve denemeler kuruluncaya kadar +4°C'de buzdolabında bekletilmiştir.

İkinci Dönem Larvaların Elde Edilmesi

Denemede iklim odası koşullarında (24±1 °C, %60±5 nem) kitle üretimi Tueza F1 domates çeşidinde devam ettirilen *M. incognita* ISP izolatu kullanılmıştır. Kitle üretimi yapılan urlu domates köklerinden binoküler mikroskop altında yumurta paketleri çıkarılarak distile su içeren 9 cm petri içerisinde elekler içerisine alınarak 28°C'de üç gün inkübe edilmiştir. Bu şekilde yumurta paketlerinden ikinci dönem larvaların (L2) çıkışları sağlanmıştır. Işık mikroskobu altında L2 sayımları yapılarak efendorf tüpleri içerisine alınmış ve denemede kullanılmak üzere +4 °C'de saklanmıştır (Göze Özdemir ve ark., 2022).

İğde yaprak ekstraktının *in vitro* koşullarda *Meloidogyne incognita*'nın ikinci dönem larvaları üzerindeki nematisidal etkisinin belirlenmesi

Denemede iğde yaprak ekstraktının 4 konsantrasyonu [0 (seyreltilmemiş), seyreltilmiş %25, %50 ve %100] kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her konsantrasyon için 5 tekerrür olacak şekilde 6 cm çaplı petri kaplarında yürütülmüştür. *Meloidogyne incognita* L2 mortalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için, her bir iğde ekstrakt konsantrasyonundan 9 ml petri kaplarına dökülmüş ve içine yeni yumurtadan çıkmış 20 L2 ml⁻¹ içeren 1 ml süspansiyon eklenmiştir. Dokuz ml steril damıtılmış su içeren petriye bir ml L2 süspansiyonu eklenerek kontrol olarak kullanılmıştır (Vinodhini ve ark., 2019). Kırksekiz saat sonra ışık mikroskopunda sayım yapılmış, nematodlar ince bir iğne ile dokunulduklarında hareket etmezlerse ölü kabul edilmişlerdir. Deneme 2 kez tekrarlanmış ve yüzde ölüm değerleri abbott formülü (m) ile hesaplanmıştır (Finney, 1978). Daha sonra ortalamaları alınarak istatistiki analize tabi tutulmuştur.

$m = 100 (1 - (nt/nc))$ (m = ölüm yüzdesi, nt = uygulamadan sonra canlı nematodların sayısı ve nc = su kontrolündeki yaşayabilirlerin sayısı)

Kontrollü koşullar altında domateste *Meloidogyne incognita*'ya karşı iğde yaprak ekstraktlarının etkisinin araştırılması

Çalışma iklim odası koşullarında (24±1 °C, %60±5 nem) saksılarda, nematoda hassas olduğu bilinen otuzbeş günlük Özkan F1 domates fideleri ile yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her konsantrasyon için 5 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Olympos Fide (Kumluca, Antalya)'den temin edilen domates fideleri steril 300 g (%68 kum, %21 Silt ve %11 kil) toprak karışımı içeren 250 ml hacime sahip plastik saksılara her tekerrüre 1 domates fidesi gelecek şekilde şaşırtılmıştır. Denemede iğde yaprak ekstraksiyonunun 4 (%0, %25, %50 ve %100) konsantrasyonu ile çalışılmıştır. Şaşırtmadan 5 gün sonra her saksıya 500 L2 gelecek şekilde nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir (Vinodhini ve ark., 2019). Nematod inokulasyonundan 24 saat sonra iğde yaprağı ekstraktları konsantrasyonlara göre her saksıya 1000 ppm gelecek şekilde toprağa uygulanmış ve iyice karışması sağlanmıştır (Yin ve ark., 2012). Negatif kontrol olarak nematod inokulasyonu yapılmış ve ekstrakt yerine distile su uygulanmış bitkiler kullanılmıştır.

Nematod inokulasyondan 50 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Daha sonra bitkiler sökülüp, bitkinin köklerindeki topraklardan arındırılması için temiz su ile yıkanmış, kökler asit fuksinle boyandıktan sonra gal ve yumurta paketi sayımı yapılmıştır (Moltmann, 1988).

İstatistiksel analiz

In vitro ve kontrollü koşullar altında yürütülen 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 Tartışma

Iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş ve %25 oranında seyreltilmiş konsantrasyonunun *in vitro* koşullarda *M. incognita*'nın L2'leri üzerindeki etkisi sırasıyla %66.0 ve %50.4 bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli saptanmıştır ($P \leq 0.05$). Yüzde 50 ve %100 konsantrasyonlarında seyreltilme ile birlikte L2 üzerindeki etkinin düştüğü görülmüştür. Ölüm üzerindeki etkide konsantrasyonların önemli olduğu belirlenmiştir ($F=55.11, p<0.001$). En düşük konsantrasyonda (%100) L2 üzerindeki ölüm etkisi %15 olarak tespit edilmiştir. Kontrolle kıyaslandığında iğde yaprak ekstraktının tüm konsantrasyonlarının L2 üzerinde etkili olduğu, ancak seyreltilme arttıkça etkinin azaldığı bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Iğde yaprak ekstraktının farklı konsantrasyonlarının ikinci dönem larva üzerinde yüzde ölüm etkisi (%)

Table 1. Percent mortality effect of different concentrations of oleaster leaf extract on second juvenile larvae (%)

Konsantrasyon	Yüzde ölüm±Standart Hata
0 (Seyreltilmemiş)	66.0±3.3 a*
%25	50.4±2.8 b
%50	35.4±3.3 c
%100	15.0±1.9 d
Kontrol	-

*Aynı sütündeki küçük harfler konsantrasyonlar arasındaki istatistiki farkı ifade etmektedir ($P \leq 0.05$).

Kontrollü koşullarda domatestede yürütülen denemede gal ve yumurta paketi sayısı ortalaması en az seyreltilmemiş iğde yaprak ekstraktında saptanırken, en yüksek kontrolde belirlenmiştir. Seyreltme arttıkça domates köklerinde gal ve yumurta paketi sayısı da artmıştır. Ancak kontrolle kıyaslandığında tüm konsantrasyonların gal ve yumurta paketi sayısı üzerinde önemli azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Yüzde 25 ve %50 konsantrasyonlarının gal ve yumurta paketi sayısı ortalamaları aralarında istatistiki fark bulunmamıştır ($P \geq 0.05$). Konsantrasyonların gal ($F=95,06$) ve yumurta paketi ($F=95,94$) sayısına etki ettiği görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. İğde yaprak ekstraktının farklı konsantrasyonlarının domates köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın gal ve yumurta paketi sayısına etkisi
Table 2. Effect of different concentrations of oleaster leaf extract on the number of gall and egg mass of *Meloidogyne incognita* on tomato roots.

Konsantrasyon	Gal sayısı ortalaması±Standart Hata	Yumurta paketisayısı±Standart Hata
0	20.4±1.7 a*	18.2±1.3 a
%25	42.8±2.8 b	40.0±3.5 b
%50	57.0±3.7 b	56.4±3.2 b
%100	89.6±3.1 c	84.8±2.7 c
Kontrol	129.0±10.1 d	125.4±8.5 d

**Aynı sütundaki küçük harfler konsantrasyonlar arasındaki istatistiki farkı ifade etmektedir ($P \leq 0.05$).

Bu çalışmada *in vitro* ve kontrollü koşullarda iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş konsantrasyonunun kök ur nematodu mücadelesinde ümit var olduğu görülmüştür. Mevcut çalışmada *in vitro* da iğde yaprak ekstraktının konsantrasyonu artarken L2 ölüm oranında da artış gözlenmiştir. Kontrollü koşullarda %25 ve %50 konsantrasyonlarının nematoda hassas domates çeşidinin köklerinde oluşan gal ve yumurta paketi üzerindeki etkisi benzer bulunmasına rağmen; sonuçlar değerlendirildiğinde konsantrasyon ile doğru orantılı olarak baskılayıcı etkinin arttığı belirlenmiştir. Köklerde nematodun oluşturduğu yumurta paketi sayısını azaltmada en etkili uygulama seyreltilmemiş iğde yaprağı metanol ekstraktı konsantrasyonu olarak saptanmıştır. Daha önce iğde metabolik özütlerinin bakteri, fungus ve bazı zararlılara karşı kullanılabileceği belirtilmiştir (Okmen ve Turkcan, 2013, Bahraminejad ve ark., 2015, Farzaei ve ark., 2015, Khan ve ark., 2016; Anjum ve ark., 2017). Ayrıca iğdenin doğal ve farmakolojik özellikleri arasında yara iyileştirme, kalp koruyucu, hipolipidemik, antinosiseptif, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antimutajenik ve antitümör ile gastroprotektif aktiviteler rapor edilmektedir (Caliskan ve ark., 2010; Wang ve ark., 2014; Anjum ve ark., 2017). Saboonchian ve ark. (2014) iğdenin çiçek ve yapraklarının yüksek miktarda fenolik ve flavonoid bileşikleri içerdiğini belirlemişlerdir. Fenolik bileşikler sahip oldukları hidroksil grupları sebebiyle elektron ve serbest radikal süpürücü aktivite veya hidrojen atomu verme özelliğine sahiptir. Dolayısıyla, fenolik bileşikler antioksidan aktiviteye doğrudan katkı sağlayabilir (Gupta, 2013). Flavonoidler, genellikle bitki yapraklarında, epidermal hücrelerin vakuollerinde suda çözünür glikozitler olarak bulunan sekonder metabolitlerin bir sınıfıdır (Harborne ve Williams, 2000). Bu bileşikler, mikrobiyal saldırıya yanıt olarak bitki dokularında birikirler (Grayer ve Harborne, 1994; Harborne, 1999).

Bitki ekstraktları nematodlarla mücadelede önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Çok sayıda çalışmada farklı bitki kısımlarının ekstraktlarının nematodlar üzerindeki kaçırıcı ve öldürücü etkileri belirtilmiştir (Kepenekçi ve ark., 2017; Nile ve ark., 2018; Vinodhini ve ark., 2019; Deepika ve Kumar, 2023). Nematisit etkiye sahip bitkiler genel olarak Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae ve Meliaceae familyalarında yer almaktadır (Chitwood, 2002). Elaeagnaceae familyası bitkilerinin nematisidal özelliklerine yönelik Dünyada ve Ülkemizde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu familyaya ait iğdenin yaprak özütünün nematisidal etkisi ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. İğde yaprak metanol ekstraktının kök ur nematoduna karşı etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucu ortaya çıkartılmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Elde edilen sonuçlardan iğde yaprak ekstraktının seyreltilmemiş konsantrasyonunun kök ur nematodu mücadelesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Bitkisel ekstraktlar çevre dostudur ve

biyoçeşitlilik ve çevre için tehdit oluşturmazlar, bu nedenle insanları kimyasalların yan etkilerinden korumak için kimyasallara iyi bir alternatif olabilirler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder (Makale tek yazarlıdır).

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anjum, S. I., Husain, S., Khan, H. U., Attaullah, M., Rajput, S., Shah, A. H., Shah, A. H., 2017. Toxicity assessment of the methanol extract from *Elaeagnus angustifolia* against larvae of *Drosophila melanogaster* meign (Diptera/Drosophilidae). Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(1): 217-220.
- Aydınlı, G., Mennan, S., 2014. Effect of some plant extracts on *Meloidogyne arenaria* Neal, 1889 (Tylenchida: Meloidogynidae) and tomato. Turkish Journal of Entomology. 38(3): 323-332.
- Bahraminejad, S., Amiri, R., Abbasi, S., 2015. Anti-fungal properties of 43 plant species against *Alternaria solani* and *Botrytis cinerea*. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 48(4): 336-344.
- Berktaş, S., Çam, M. 2020. İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) meyve ve yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik özellikleri. Akademik Gıda. 18(3): 270-278.
- Caboni, P., Saba, M., Oplos, C., Aissani, N., Maxia, A., Menkissoglu-Spiroudi, U., Ntalli, N., 2015. Nematicidal activity of furanocoumarins from parsley against *Meloidogyne* spp. Pest Management Science. 71(8): 1099-1105.
- Caliskan, E., Elmastas, M., Gokce, I., 2010. Evaluation of antioxidant properties of *Elaeagnus angustifolia* flowers. Asian Journal of Chemistry. 22(4): 2840-2848.
- Cansev, A., Sahan, Y., Celik, G., Taskesen, S., Ozbey, H., 2011. Chemical properties and antioxidant capacity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruits. Asian Journal of Chemistry. 23(6): 2661-2665.
- Chitwood, D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. Annual Review of Phytopathology. 40: 221-249.
- Deepika, L., Kumar, A., 2023. Assessment of Neem (*Azadirachta Indica*) and Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Extracts on *Meloidogyne incognita*. Indian Journal of Ecology. 50(1): 167-170
- Devran, Z., Mıstanoğlu, İ., Özalp, T., 2016. Response of tomato seedlings with different number of true leaves to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. Turkish Journal of Entomology. 40(4): 377-383.
- Douda, O., Zouhar, M., Mazáková, J., Nováková, E., Pavela, R., 2010. Using plant essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. Journal of Pest Science. 83: 217-221.
- Farzaei, M. H., Bahramsoltani, R., Abbasabadi, Z., Rahimi, R., 2015. A comprehensive review on phytochemical and pharmacological aspects of *Elaeagnus angustifolia* L. Journal of Pharmacy and Pharmacology. 67(11): 1467-1480.
- Finney, D. J., 1978. Statistical method in biological assay (No. Ed. 3). Charles Griffin & Company.
- Göze Özdemir, F. G., Tosun, B., Şanlı, A., Karadoğan, T., 2022. Bazı Apiaceae uçucu yağlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)'ya karşı nematoksik etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 59(3): 529-539.
- Grayer, R. J., Harborne, J. B., 1994. A survey of antifungal compounds from higher plants, 1982–1993. Phytochemistry. 37(1): 19-42.
- Gupta, D., 2013. Comparative analysis of spices for their phenolic content, flavonoid content and antioxidant capacity. American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences. 4(1): 38-42.
- Harborne, J. B., Williams, C. A., 2000. Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry. 55(6): 481-504.
- Hajihassani, A., Marquez, J., Woldemeskel, M., Hamidi, N., 2022. Identification of four populations of *Meloidogyne incognita* in Georgia, United States, capable of parasitizing Tomato-Bearing Mi-1.2 gene. Plant Disease. 106(1): 137-143.
- Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M., Sohraby, M., Shahlari, N., Hamidpour, R., 2017. Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.): From a variety of traditional medicinal applications to its novel roles as active antioxidant, anti-inflammatory, anti-mutagenic and analgesic agent. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 7(1): 24-29.
- Harborne, J. B., 1999. Classes and functions of secondary products from plants. In Chemicals from plants: perspectives on plant secondary products (pp. 1-25).

- Hassanzadeh, Z., Hassanpour, H., 2018. Evaluation of physicochemical characteristics and antioxidant properties of *Elaeagnus angustifolia* L. *Scientia Horticulturae*. 238: 83-90.
- Kepenekçi, İ., Katı Çekengil, T., Erdoğan, F. D., Erdoğan, P., Sağlam, H. D., 2017. Beş Farklı Bitki Ekstraktının Domateste Zararlı Kök-Ur Nematod (*Meloidogyne incognita* Irk 2 ve *M. arenaria* Irk 2) (Tylenchida: Meloidoginidae)'larına Karşı Sera Koşullarındaki Etkisinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*. 20(1): 36-47.
- Khan, S. U., Khan, A. U., Shah, A. U. H. A., Shah, S. M., Hussain, S., Ayaz, M., Ayaz, S., 2016. Heavy metals content, phytochemical composition, antimicrobial and insecticidal evaluation of *Elaeagnus angustifolia*. *Toxicology and Industrial Health*. 32(1): 154-161.
- Moltmann, E., 1988. Kairomone im Wurzelexsudat Von Getreide: Ihre Bedeutung für die Wirtsfindung der Infektionslarven des 34 Getreidezystenaelchens *Heterodera avenae* (Wollenw.) und Ihre Charakterisierung. Hohenheim University 148 s.
- Nile, A.S., Nile, S.H., Keum, Y.S., Kim, D.H., Venkidasamy, B., Ramalingam, S., 2018. Nematicidal potential and specific enzyme activity enhancement potential of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) aerial parts. *Environmental Science and Pollution Research*. 25(5): 4204-4213.
- Okmen, G., Turkcan, O., 2013. The antibacterial activity of *Elaeagnus angustifolia* L. against mastitis pathogens and antioxidant capacity of the leaf methanolic extracts. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 12(4): 491-496.
- Pang, Z., Chen, J., Wang, T., Gao, C., Li, Z., Guo, L., Cheng, Y., 2021. Linking plant secondary metabolites and plant microbiomes: a review. *Frontiers in Plant Science*. 12: 621276.
- Pardavella, I., Daferera, D., Tselios, T., Skiada, P., Giannakou, I., 2021. The use of essential oil and hydrosol extracted from *Cuminum cyminum* seeds for the control of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. *Plants*. 10 (1): 46-60.
- Pavaraj, M., Bakavathiappan, G., Baskaran, S., 2012. Evaluation of some plant extracts for their nematicidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Biopesticides*. 5: 106.
- Saboonchian, F., Jamei, R., Sarghein, S. H., 2014. Phenolic and flavonoid content of *Elaeagnus angustifolia* L. (leaf and flower). *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 4(4): 231.
- Torbati, M., Asnaashari, S., Afshar, F. H., 2016. Essential oil from flowers and leaves of *Elaeagnus angustifolia* (Elaeagnaceae): Composition, radical scavenging and general toxicity activities. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*. 6(2): 163.
- Vinodhini, S. M., Monisha, T., Arunachalam, P. P., Rajshree, S., Vignesh, P., Ebenezer, E. G., Seenivasan, N., 2019. Effect of plant extracts on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infecting tomato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(6): 373-378.
- Wang, B., Qu, H., Ma, J., Sun, X., Wang, D., Zheng, Q., 2014. Protective effects of *Elaeagnus angustifolia* leaf extract against myocardial ischemia/reperfusion injury in isolated rat heart. *Journal of Chemistry*, Special issue. 1-6.
- Wang, K.H., McSorley, R., Kokalis-Burelle, N., 2006. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. *Plant and Soil*. 286 (1): 229-243.
- Yin, Y. H., Guo, Q. M., Yun, H. A. N., Wang, L. J., Wan, S. Q., 2012. Preparation, characterization and nematicidal activity of lansiumamide B nano-capsules. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(7): 1151-1158.
- Youssef, M., Abd Abd-El-Khair, H., El-Nagdi W.M., 2017. Management of root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting sugar beet as affected by certain bacterial and fungal suspensions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Special issu. 293-301.