



Araştırma Makalesi/Research Article

Portakal Yağının Predatör Akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'e Karşı Toksik Etkisinin Belirlenmesi

İpek Yaşar^{1*}  Sevilay Barut¹  Nazan Behcan¹  Şahin Kök²  İsmail Kasap¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye.

*Sorumlu yazar: ipek.yasar@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2022

Kabul Tarihi: 09.11.2022

Öz

Günümüzde birçok kültür bitkisinde ekonomik zararlara sebep olan İki noktalı kırmızıörümcek [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)]'in mücadelesinde bitkisel ekstraktların kullanımı önemli bir yer almaktadır. Ayrıca bu zararlımın mücadelesinde doğada mevcut faydalı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle tarımsal alanlarda faydalı akarlar ve bitkisel ekstraktların bir arada kullanımı zararlı mücadelesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak bitkisel ekstraktların zararlılar üzerinde olduğu kadar faydalılar üzerindeki etkilerinin araştırılması mücadelenin başarısına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada akarlar üzerine ruhsatlı olmayan portakal yağının ticari formülasyonunun farklı dozlarda (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) avcı akar *P. persimilis* ergin dişi bireyleri üzerindeki toksik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma laboratuvar koşullarında, pleksiglass levhalar kullanılarak, fasulye [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] yaprakları üzerine yerleştirilen dişi bireylere spreyleme yöntemi uygulanarak 5 tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür. Uygulamadan sonra ölü ve canlı sayımları 1., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde yapılmıştır. Çalışma sonucunda *P. persimilis* için en yüksek ölüm oranı 0.6 ml 100 ml⁻¹ su uygulama dozunda %52 ölüm oranıyla 96. saatteki sayımlarda belirlenmiştir. Sonuç olarak uygulanan portakal yağının farklı konsantrasyonlarının avcı akar *P. persimilis* bireyleri üzerinde farklı oranlarda toksik etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Portakal yağı, *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, Toksik etki

Determination of Toxic Effects of Orange Oil against Predator Mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)

Abstract

These days, the use of plant extracts plays an important role in the control of the two-spotted spider mite [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)], which causes economic damage to many cultivated plants. In addition, the beneficial mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) present in nature is actively used in the control of this pest. It is thought that the use of beneficial mites and plant extracts together, especially in agricultural areas, may be effective in pest control. However, investigating the effects of plant extracts on beneficial as well as pests will contribute to the success of the struggle. In this study, it was aimed to determine the toxic effects of commercial formulation of unlicensed orange oil on mites at different doses (0.2, 0.4, 0.5, and 0.6 ml 100 ml⁻¹ water) on adult females of the predatory mite *P. persimilis*. The study was established in laboratory conditions, using plexiglass plates, and spraying on female individuals placed on bean [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] leaves, with 5 replications. After the application, dead and live counts were made at the 1st, 24th, 48th, 72nd, and 96th hours. As a result of the study the highest mortality rate for *P. persimilis* was determined in the 96th hour counts with a 52% mortality rate at 0.6 ml 100 ml⁻¹ water application dose. As a result, it was determined that different concentrations of applied orange oil had toxic effects on predator mite *P. persimilis* individuals at different rates.

Keywords: Orange oil, *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, Toxic effect

Giriş

İki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), birçok kültür bitkisinde zarar oluşturan oldukça geniş bir coğrafik alana yayılmış polifag bir türdür (Jeppson ve ark., 1975; Helle ve Sabelis, 1985). *T. urticae*'nin ekonomik açıdan oldukça önemli 150'den fazla konukçu bitkide zarar oluşturduğu bilinmektedir (Reddy ve Dolma, 2017). Bitkide; yaprak, sap ve meyvelerden emgi yaparak, sararma ve renk bozulmasına neden olurken yapraklar üzerinde oluşturduğu yoğun ağ tabakası ile yaprakların kurumasına ve dökülmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise bitkinin fotosentez yapabilme kapasitesini önemli ölçüde azaltmakta ve bitkiyi zayıflatarak meyve oluşumu ve bitki gelişimini engellemektedir (Gorman ve ark., 2001; Zhang, 2003; Reddy ve Kumar, 2006).

İki noktalı kırmızı örümceklerle mücadelede kullanılan alternatif yöntemlerden biri avcı akarların kullanımudur. Özellikle Phytoseiidae familyası içerisinde yer alan predatör akarlar zararlı akarların kontrolünde etkili olmaktadır (Şekeroğlu, 1984; Akyazı ve Ecevit, 2006; Kasap, 2020). Faydalı akarların başında gelen *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) sıklıkla doğada faaliyet göstermekte ve zararlılarla mücadelede aktif bir rol oynamaktadır. Ülkemizde de mevcut olan faydalı akar *P. persimilis*, seralarda *T. urticae*'nin kontrolünde etkili bir biyolojik mücadele ajanıdır ve dünya çapında sera yetiştiricileri tarafından kullanılmaktadır (Lenteren, 2000).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kırmızı örümceklerle mücadelede ilk akla gelen çözüm kimyasal kullanımudur. Ancak akarların yüksek üreme gücü, kısa yaşam süreleri ve sahip oldukları detoksifikasyon yetenekleri ile kimyasallara karşı oldukça kısa sürede direnç geliştirebilmektedirler (Stumpf ve Nauen, 2001; Van Leeuwen ve ark., 2006). Kimyasalların fazla miktarlarda ve uygun olmayan zaman ve dozlarda kullanımı ekolojik dengesizliğe, çevre kirliliğine, insan sağlığına olumsuz etkilere, kalıntı problemlerine ve ekolojik denge için büyük öneme sahip faydalı organizmalar üzerinde de yan etkilere neden olmaktadır (Stumpf ve Nauen, 2002; Kim ve ark., 2004). Zararlılara karşı yoğun ve bilinçsiz olarak kullanılan pestisitler aynı zamanda doğada mevcut birçok faydalı üzerinde de zararlı olmaktadır. Özellikle *T. urticae*'nin önemli avcısı olan *P. persimilis* türlerinin de ölümüne yol açmaktadır (Jeppson ve ark., 1975).

Kırmızı örümceklere karşı; çevreye, doğal düşmanlara ve insan sağlığına zararlı olmayan, türe spesifik olarak kolay üretilip uygulanabilen alternatif savaşım yöntemlerinden biri de bitkisel ekstraktların kullanımudur (Kasap ve Kök, 2019). Bitkisel ekstraktlar zararlı üzerinde fizyolojik etki göstermesi sonucu ölümüne neden olmaktadır (Erdoğan ve Toros, 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkisel ekstraktların kullanımları ve tarımsal zararlılar üzerindeki etki çalışmaları sürmektedir (Kasap ve Kök, 2019). Günümüzde 2400 farklı bitkinin zararlılar üzerinde insektisit etki gösterdiği saptanmıştır. Kırmızı örümcekler ile savaşımında ise bu bitkilerden yaklaşık 100 adet türün etkili olduğu ifade edilmektedir (Yang ve ark., 2007). Bitkisel ekstraktlar içerdikleri yağ asitleri ile zararlılar üzerinde hücre duvarlarına hasar vermektedir. Zararlının hücre duvarını örter ve stigmaların kapanmasına neden olur. Bu durumda, zararlının solunumunu engellemekte ve ölümüne sebep olmaktadır (Rechciğl ve Rechciğl 1998; Pehlevan, 2018).

Bitki ekstraktları içerisinde yer alan Portakal yağı, portakal kabuklarının soğuk preslenmesi ile oluşan, ana bileşeninde %90 ve üzeri d-Limonen olan bir biyopestisittir. Bahsi edilen biyopestisitte %5-6 oranında aktif bileşen olarak portakal yağı bulunmaktadır (Isman, 2019). Zararlıların kütikularını kurutan fiziksel bir etki mekanizmasına sahip olan bu biyopestisit; hıyar, patlıcan, domates ve biberde zararlı beyazsineklere (*Bemisia tabaci* (Genn.) ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Hemiptera: Aleyrodidae) karşı ruhsatlandırılmıştır (Anonim, 2021).

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında, ana bileşeni portakal yağı olan ticari bir insektisit (PREV-AM) farklı konsantrasyonlarının *T. urticae*'nin önemli bir avcısı olan *P. persimilis* üzerine toksik etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tetranychus urticae üretimi

Phytoseiulus persimilis'in beslenmesi ve üretiminin yapılabilmesi için *T. urticae* bireyleri tarım alanlarından toplandıktan sonra Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji ve Sistematik Laboratuvarına ait iklim odasında 25±2°C sıcaklık, %65±10 nem ve 16A:8K ışıklandırma koşullarında yetiştirilen fasulye bitkileri üzerinde yetiştirilmiştir.

Avcı akar, *Phytoseiulus persimilis* üretimi

Çanakkale ilinde patlıcan, biber, fasulye ve domates bitkileri üzerinden toplanan *P. persimilis* popülasyonu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji Laboratuvarında *T. urticae* ile bulaştırılmış fasulye ve patlıcan bitkileri üzerinde, 25±2°C sıcaklık, %65±10 nem ve 16A:8K ışıklandırma süresine ayarlı iklim odasında kitle üretimleri yapılmıştır.

Hücrelerin hazırlanması

Denemede kullanılan hücreler; şeffaf renkli, 60 x 45 mm boyutlarında, 3 mm yüksekliğindeki levha üzerine pamuk ve aynı ebatlardaki kurutma kâğıdı yerleştirilmiş ve üzerlerine temiz fasulye [*Phaseolus vulgaris* (Fabaceae)] yaprakları konulmuştur. Ortasında 25 mm çapında açıklık bulunan bir başka pleksiglass levha yerleştirilerek üstüne de zararlının kaçmasını engellemek için üzerinde küçük deliklerin bulunduğu asetat kapatılmıştır. Hazırlanan bu hücreler içerisine, 5 adet avcı akar *P. persimilis* ergin dişi bireyleri ince uçlu bir fırça yardımı ile yapraklar üzerine yerleştirilmiştir. Hazırlanan hücreler içerisinde avcı akar *P. persimilis*'in canlı kalabilmesi ve beslenebilmesi için hücrelerin içerisine *T. urticae*'nin bütün dönemleri bir fırça yardımı ile yapraklar üzerine yerleştirilmiştir.

Biyopestisit dozlarının hazırlanması ve uygulanması

Portakal yağının toksik etkisinin belirlenmesi amacıyla avcı akar *P. persimilis*'in ergin dişi bireyleri üzerine uygulama yapılmıştır. Hazırlanan ekstrakt dozları (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) saf su ile seyreltilmiş ve fasulye yaprakları üzerindeki bireylere bir el spreyi yardımı ile 30 cm uzaklıktan homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Kontrol hücrelerine ise sadece saf su püskürtülmüştür. Yaprakların canlı kalabilmesi için levhalara yerleştirilen pamuklar saf su ile sürekli ıslak tutulmuştur. Denemeler, kontrol grubu dahil olmak üzere her konsantrasyon için 5 tekerrür olarak yürütülmüştür. Hazırlanan hücreler 25±2 °C sıcaklık, 16:8 fotoperiyot ve %65±10 oransal nem koşullarındaki iklim kabini içerisine yerleştirilmiştir. Uygulamadan sonra canlı ve ölü sayımları 1., 24., 48., 72. ve 96. saatlerde yapılmıştır.

İstatistik analizler

Bu çalışmadan elde edilen tüm veriler Minitab 17 programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Yüzde etki oranları Abbott formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Bu formüle göre Yüzde Ölüm Oranı= [(A-B) / A] (A: Kontrolde canlı birey sayısı, B: Uygulama dozundaki canlı birey sayısı) olacak şekilde kontrolde ortaya çıkan ölüm sayıları ile düzeltilmiştir.

Elde edilen yüzde etki değerlerine tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arası farklılığı belirlemek amacıyla Tukey Testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, portakal yağının avcı akar *P. persimilis* üzerindeki toksik etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (P<0.05). Analizlerde doz grupları gözlem yapılan her saat dilimi içerisinde kendi aralarında, saat dilimleri de her doz için kendi aralarında ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Buna göre portakal yağının *P. persimilis* üzerindeki toksik etkinin belirlenmesi için denemeye alınan ve 5 farklı zaman diliminde değerlendirilen portakal yağının dört farklı konsantrasyonun (0.2, 0.4, 0.5 ve 0.6 ml 100 ml⁻¹ su) etkileri istatistiksel olarak incelendiğinde, portakal yağının hem dozlar hem de saatler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre denemeye alınan karakterler arasında, portakal yağının *P. persimilis* üzerine en yüksek akarisit etkisinin %52.00 ile 96. saatte %0.6'lık konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca analizlerden elde edilen sonuçlara göre 1. saatte hiçbir ölümün gerçekleşmediği ilk ölümlerin 24. saatte başladığı gözlenmiştir. Çalışmada ele alınan portakal yağı aktif maddeli PREV-AM preparatının *P. persimilis* üzerinde akarisit etkisini araştırmak üzere belirlenen doz ve saat faktörlerine göre istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Table 1. Effect of different concentrations of orange oil on *Phytoseiulus persimilis*
Çizelge 1. Portakal yağının farklı konsantrasyonlarının *Phytoseiulus persimilis* üzerine etkisi

Uygulama Kons.	1. saat Etki (Abbott)	24. saat Etki (Abbott)	48. saat Etki (Abbott)	72. saat Etki (Abbott)	96. saat Etki (Abbott)					
0,2 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00	b*A**	16.00 ± 7.48	abA	28.00 ± 8.00	abAB	28.00 ± 8.00	abA	32.00 ± 8.00	aA
0,4 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00	bA	16.00 ± 4.00	abA	32.00 ± 4.90	aA	32.00 ± 4.90	aA	32.00 ± 4.90	aA
0,5 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00	bA	24.00 ± 14.70	abA	36.00 ± 11.70	abA	44.00 ± 9.80	aA	48.00 ± 8.00	aA
0,6 ml 100 ml ⁻¹	0.00 ± 0.00	cA	28.00 ± 8.00	bA	36.00 ± 4.00	abA	40.00 ± 0.00	abA	52.00 ± 8.00	aA

(*) Zaman dilimleri arasındaki istatistiksel farklar küçük harf ile gösterilmiştir.

(**) Dozlar arasındaki istatistiksel farklar büyük harfler ile gösterilmiştir.

Yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde genel olarak portakal yağının *T. urticae* üzerine akarisit, repellent ve fümigasyon etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada ise portakal yağının akarisidal etkisi sadece zararlı akar *T. urticae* üzerinde değil, *T. urticae*'nin en önemli doğal düşmanlarından biri olan avcı akar *P. persimilis* üzerinde de akarisidal etkisi araştırılmıştır. Kanouh ve Naser (2018) yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında lavanta (*Lavandula angustifolia* Miller), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve valensiya portakalı (*Citrus sinensis*) uçucu yağlarını zararlı akar *T. urticae* ve avcı akar *P. persimilis* üzerinde fumigant toksisitesini değerlendirmişlerdir. Deneme sonucunda lavanta, biberiye ve portakal uçucu yağlarının *T. urticae* dişi bireyleri üzerinde lavanta yağının en fazla, portakal yağının ise en az etki gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Lavanta, biberiye ve portakal uçucu yağlarının *P. persimilis*'e karşı LC₅₀ değerleri ise sırasıyla 4.613, 6.049 ve 8.315 µl /L olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar *P. persimilis*'in test edilen tüm uçucu yağlara karşı *T. urticae* 'den daha az duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise Elhalawany ve Dewidar (2017) limon otu (*Cymopogon citratus*), nane (*Mentha viridis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), mercanköşk (*Origanum majorana* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), kişniş (*Coriandrum sativum* L) ve papatya (*Matricaria recutita* L.) olmak üzere 7 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağları *T. urticae*'nin yumurta, ergin ve iki önemli avcısı, *P. persimilis*, *Neoseiulus californicus* (McGregor) ergin bireylerine karşı toksisitesini araştırmışlardır. Her uçucu yağın %0.5, 1, 2, 3 ve 4 olmak üzere 5 konsantrasyonunu kullanmışlardır. Uçucu yağlar arasından papatya, kişniş, nane ve biberiye yağlarının *T. urticae*'nin yumurta ve ergin bireyleri üzerinde en etkili sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Öte yandan 48 saat sonunda *P. persimilis* ve *N. californicus* için uçucu yağlar arasında önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan uçucu yağların *P. persimilis* için LC₅₀ değerleri %7.09 ile %9.63 arasında ve *N. californicus* için %4.94 ile %9.63 arasında olduğunu ve uçucu yağların zararlıya karşı daha fazla toksisite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışma sonucunda 7 uçucu yağın avcı akar *P. persimilis* ve *N. californicus*'a karşı seçici olduğunu ve *T. urticae* kontrolünde kullanılma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır. Öte yandan Choi ve ark. (2004) 53 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağları zararlı akar *T. urticae*'nin yumurta, ergin ve önemli predatörlerinden olan *P. persimilis* erginlerine karşı fumigant toksisitesini test etmişlerdir. Test edilen uçucu yağlardan kimyon tohumu, limon otu, limon okalıptusu, pennyroyal ve nane yağlarının *T. urticae* erginlerine karşı %90 ölüm gösterirken adaçayı %82 ve kuzu nanesi %81 oranında ölüm göstermiştir. Test edilen bitkiler arasından adaçayı yağı hariç altı bitkisel yağın *P. persimilis* erginlerine havadaki 7.1×10⁻²µl/ml yoğunlukta %90'nın üzerinde ölümlere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışma sonucunda ele alınan uçucu yağların *T. urticae* üzerinde fumigant toksisite gösterdiğini fakat entegre mücadeleye uyumlu olmadığını, *P. persimilis* üzerinde ise denenen 7 yağın yüksek toksisite gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde tarımsal zararlılarla mücadelede uygulanabilirliğin kolaylığı, çabuk erişilebilmesi ve etkisinin hemen görülmesi açısından ilk akla gelen mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Ancak tek yönlü ve bilinçsiz kimyasal uygulamalar sıklıkla, çevre kirliliğine, direnç oluşumuna, kalıntı problemlerine, insan sağlığındaki olumsuzluklar gibi birçok soruna neden olmaktadır. Bunun yanı sıra doğada mevcut birçok faydalı üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kimyasal kullanımının azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerden biri de bitkisel ekstraktların kullanımınıdır. Yapılan bu çalışmada portakal yağının avcı akar *P. persimilis* ergin dişileri üzerinde konsantrasyonlara bağlı olarak toksik etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Sentetik pestisitlere alternatif olarak kullanılan önemli mücadele yöntemleri arasında yer alan bitki ekstraktlarının kullanımının hem zararlı popülasyonları üzerinde hem de faydalı türler üzerindeki etkilerinin araştırılması, doğada mevcut doğal düşmanlarla birlikte kullanımının sinerjik etkisinin olup olmadığının belirlenmesine yönelik çalışmaların artması özellikle biyolojik mücadele çalışmalarının başarısına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bitki ekstraktlarının zararlı akarlar üzerinde kadar faydalı (predatör-parazitoid) canlılara da toksik etkisi belirlenip mücadele yönteminde kullanılması önerilen preparatların fayda zarar optimizasyonunun yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca bitkisel ekstraktın hem zararlı hem de faydalı organizmalar göz önüne alınarak entegre mücadele (IPM) kapsamında kullanılabilmesi fakat kullanım şekli ve dozunun belirlenebilmesi için ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Not: Bu makale 24 - 28 Ağustos 2021 tarihlerinde gerçekleşen 8. Uluslararası Katılımlı Bitki Koruma Kongresi'nde poster sunumu olarak sunulmuş ve bildiri kitapçığında özet bildiri olarak yer almıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan

Yazarların tümü yapılmış olan bu çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında hiç bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Abbot, W.S.A., 1925. Method of comparing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265–267.
- Akyazı, R., Ecevit, O. 2006. Seralarda kırmızı örümcekler [*Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae)] ile mücadelede predatör akarların kullanımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 21 (1): 122-131.
- Anonim, 2021. Prev-am ® . Oro Agri Avrupa Sss. <https://www.oroagri.eu/tr/faq/prev-am-faq/>. (05.03.2022)
- Choi, W. Il, Lee, S. G., Park, H. M., Ahn, Y. J. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*. 97(2): 553–558.
- Elhalawany, A. S., Dewidar, A. A., 2017. Efficiency of some plant essential oils against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and the two predatory mites *Phytoseiulus persimilis* (A.-H.), and *Neoseiulus californicus* (McGregor). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences A. Entomology*. 10(7): 135–147.
- Erdoğan, P., Toros, S., 2005. *Melia azedarach* L. (Meliaceae) ekstraktlarının patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)] larvalarının gelişimi üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*. 45 (1-4): 99-118.
- Gorman, K., Hewitt, F., Denholm, I., Devine, G.J., 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Mang Sci*. 58:123–30.
- Helle, W., Sabelis, M.W., 1985. Spider mites. Their biology, natural enemies and control. *World Crop Pests*. 1B. Elsevier, Amsterdam, New York. 458.
- Isman, M. B., 2019. Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochemistry Reviews*. 19(2): 235–241.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W., 1975. Mites injurious to economic plants. *University of California Pres. Berkeley*. 614.

- Kanouh, M., Naser, Z., 2018. Fumigation toxicity of some essential oils against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* under laboratory conditions. The Arab Journal for Arid Environments. 5: 20–26.
- Kasap, İ., 2020. Çanakkale ili sebze alanlarında görülen akar türleri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi. 11 (2): 245-251.
- Kasap, İ., Kök, Ş., 2019. Bazı bitki ekstraktlarının iki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch üzerine insektisit etkisinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2019(1): 137–144.
- Kim, Y.J., Lee, S.H., Lee, S.W., Ahn, Y.J., 2004. Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. Pest Management Science. 60(10): 1001-1006.
- Lenteren, J. C. van, 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? Crop protection. 19: 375-384.
- Pehlevan, B., 2018. Bazı bitkisel yağların laboratuvar ve arazi koşullarında *Cacopsylla pyricola* (Förster) (Hemiptera: Psyllidae) üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 87.
- Rechcigl, J.E., Rechcigl, N.A., 1998. Biological and biotechnological control of insect pests. CRC Press. Boca Raton. FL. USA. 374.
- Reddy, S.G.E., Kumar, N.K.K., 2006. Integrated management of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) on tomato grown under polyhouse. Pesticide Res J. 18:162–5.
- Reddy, S.G.E., Dolma, S.K., 2017. Acaricidal activities of essential oils against two spotted spider mite. *Tetranychus urticae* Koch. Toxin Rev. 37(1):62–66.
- Stumpf, N., Nauen, R., 2001. Cross-resistance, inheritance and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology. 94(6): 1577-1583.
- Stumpf, N., Nauen, R., 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 72: 111-121.
- Şekeroğlu, E., 1984. Phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) of Southern Anatolia, their biology and effectiveness as a biological agents on strawberry plant. Doğa. 8: 320-336.
- Van Leeuwen, T.V., Tirry, L., Nauen, R., 2006. Complete maternal inheritance of bfenazate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its implications in mode of action considerations. Insect Biochemistry and Molecular Biology. 36: 869-877.
- Yang, H.Z., Li, Q., Lei, H.D., 2007. Research and application of botanical acaricides. Pesticide. 46: 81–85.
- Zhang, Z., 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. Wallingford: CABI Publishing.