

Araştırma Makalesi

***Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales: Lamiaceae) Esansiyel Yağının *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'a Karşı Fumigant Etkinliği**

Hayriye Didem Sağlam Altıncı^{1*}  Emine Bilginolu²  Kamuran Altıparmak³ 

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: didemsaglam@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.01.2024

Kabul Tarihi: 26.04.2024

Öz

İncir, lif, vitamin ve mineraller bakımından oldukça zengin bir meyvedir. *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) kuru ve yaş incirin önemli zararlılarından biridir. Bu zararlı ile mücadelede özellikle ihracat ürünlerimizde fumigasyon yapılmaktadır. Çok zehirli ve dikkatli kullanılması gereken kimyasal ilaçlardan olan fumigantlara karşı alternatif yöntemler üzerinde çalışılmaktadır. Yapılan bu çalışmada *C. hemipterus* 'a karşı *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales: Lamiaceae) esansiyel yağının fumigant etkinliği belirlenmiştir. Buna göre laboratuvar koşullarında yapılan denemede 5 farklı doz (1, 5, 10, 20 ve 30 µl) denenmiştir. Deneme 27±1°C, %60 nemde inkübatörde tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrerrü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Deneme kurulduktan sonra 24. ve 48. saatlerde ölü ve canlı bireyler sayılarak kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre *S. spicigera* esansiyel yağı *C. hemipterus* 'a karşı %70'e varan oranda fumigant etkinlik gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Carpophilus hemipterus*, esansiyel yağ, fumigant etki, *Satureja spicigera*

Fumigant Activity of *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales: Lamiaceae) Essential Oil against *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)

Abstract

Fig is a fruit that is very rich in fiber, vitamins, and minerals. *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) is one of the important pests of dried and fresh figs. In the management of this pest, fumigation is applied especially in our export products. Alternative methods are being studied against fumigants, which are highly toxic chemical pesticides that should be used carefully. In this study, the fumigant activity of *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales: Lamiaceae) essential oil against *C. hemipterus* was determined. Accordingly, 5 different doses (1, 5, 10, 20, and 30 µl) were tested under laboratory conditions. The experiment was established in an incubator at 27±1°C, 60% humidity with 5 replicates and 2 replications according to the random plots experimental design. Dead and live individuals were counted and recorded at 24 and 48 hours after the experiment was set up. According to the results obtained, *S. spicigera* essential oil showed fumigant activity up to 70% against *C. hemipterus*.

Keywords: *Carpophilus hemipterus*, essential oil, fumigant effect, *Satureja spicigera*

Giriş

İncir (*Ficus carica* L.), yüzyıllardır insanlar tarafından bereketin ve bolluğun bir simgesi olarak görülmüştür. Yoğun lif, vitamin ve mineral ihtiva etmesi dolayısıyla zengin bir besin olan incir beslenmemizde önemli bir yere sahiptir (Özatalay, 2014). Tropikal ve subtropikal iklim bölgelerinde yetiştirilen incir ülkemizin Ege Bölgesi başta olmak üzere Akdeniz iklimine sahip alanlarında yetiştirilebilmektedir (İmrak, 2011). Dünyada 2021 yılı verilerine göre 1.348 bin ton incir üretimi yapılmıştır. İncir üretiminde 320 bin ton ile Türkiye ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla Mısır (298 bin ton) ve Fas (144 bin ton) izlemiştir (Faostat, 2023). Ülkemizin en çok incir üretilen ili Aydıdır. Bunu

sırasıyla İzmir, Bursa, Mersin ve Muğla illeri izlemektedir. Aydın ve İzmir’de üretilen incirler daha çok kurutmalık ve ihracata yönelik olması bakımından önemlidir. Diğer bölgelerde üretilen incirler ise taze tüketim olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2021). 2022-2023 üretim sezonunda kuru incir ihracatımız 73 bin ton olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2023a). Kuru incir ihracatımızın %70-75’lik oranı Avrupa Birliği ülkelerine olmaktadır (Çobanoğlu ve ark., 2005).

İncir üretiminde, *Rosellinia necatrix* Prill. ve *Phomopsis cinerascens* (Saccardo)Traverso gibi hastalıklar ve *Ceroplastis rusci* (L.), *Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus ulmi* (Koch) ve *Carpophilus* spp. gibi zararlılar önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Anonim, 2023b). *Carpophilus* spp. kışı ergin halde doğada veya depo koşullarında geçirmektedir. İlkbaharda kışlaklardan çıkıp çeşitli besinlerle beslenen zararlı, ağustos ayı gibi olgunlaşmakta olan incir meyvesine yumurta bırakmaktadır. Ülkemizde *Carpophilus* spp.’nin 6 türü belirlenmiştir (Anonim, 2023b). Bu türler içerisinde *Carpophilus hemipterus* araziden bulaşabilmekte ve depo alanlarında kurutulan incirde de zarar meydana getirebilmektedir. Bununla birlikte *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp.ve *Penicillium* spp. gibi funguslara vektörlük yapmakta ve aflatoksin oluşumuna neden olması ile ihracatı etkilemesi bakımından önemli bir zararlı olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2023b).

Carpophilus hemipterus ile mücadelede arazi koşullarında çürümüş meyvelerin toplanıp imha edilmesi gibi kültürel önemlerin yanında biyoteknik yöntemler içerisinde cezbediciler kullanılarak besin tuzakları asılmaktadır. Polifag bir zararlı olması ve çok döl vermesi bakımından arazi koşullarında kimyasal ilaçlama önerilmemektedir. Depo koşullarında ise fumigant etkili insektisitler ruhsatlandırılmıştır (Anonim, 2023c). Avrupa birliği sürdürülebilir kalkınma amaçlarından “Açlığa Son” amacı kapsamında gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım hedefleri doğrultusunda üretimi arttırıcı ve daha temiz gıdaya ulaşmak amacıyla zararlıların verdiği zararı en aza indirmek için uygulanan kimyasal ilaçlara alternatif yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yöntemler içerisinde son yıllarda biyopestisitler üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Özellikle bitkilerin doğal olarak içerdiği alkoloidler, glikozidler, fenoller, terpenoidler, taninler ve saponinlerin insektisit, nematisit, fungusit, herbisit ve akarisit gibi özellikler gösterdiği çalışmalarla ortaya konmuştur (Williams ve Mansingh,1996; Sohrabi ve ark., 2016; Usanmaz Bozhüyük ve ark., 2018). Bu çalışmaların sayısı arttıkça bitkiler üzerinde zarar veren böcekler üzerine ruhsatlandırılmış biyopreparatların da sayısı artmaktadır.

Asteraceae, Lamiaceae, Brassicaceae gibi familyalarında içinde olduğu 235 familyaya ait yaklaşık 2500 kadar bitki türü pestisit özellik göstermektedir (Saxena, 1998). Özellikle Myrtaceae, Lauraceae, Asteraceae ve Lamiaceae familyalarına ait bitkilerin içerdikleri yoğun esansiyel yağlar böcekler üzerine repellent, beslenmeyi durdurucu, gelişimi engelleyici ve fumigant etkinlikler göstermektedir (Singh ve ark., 1989). Lamiaceae familyası içerisinde biberiye, nane, kekik ve adaçayı gibi tıbbi ve aromatik bitkiler bulunmaktadır. Bu bitkilerin pestisit özellik gösterdiği birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Koul ve ark., 2008; Cavalcanti ve ark., 2010). Lamiaceae familyası türlerinden biri de *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales:Lamiaceae)’dır. *S.spicigera*’ın en baskın bileşeni tymol olduğu bunu sırasıyla p-cymene, γ -terpinene ve carvacrol izlediği belirlenmiştir (Sefidkon ve Jamzad, 2004). İçermiş olduğu bu bileşiklerden dolayı pestisit özellik göstermektedir (Koul ve ark., 2008, Cavalcanti ve ark., 2010). Yapılan bu çalışmada *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales:Lamiaceae) esansiyel yağının *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)’a karşı fumigant etkinliği belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitki materyali

Çalışmada kullanılan *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. (Lamiales:Lamiaceae) Trabzon ilinden (Enlem: 41.032440- Boylam: 39.329235, Rakım: 400m) 2022 yılında Eylül ayı başında tam çiçeklenme zamanında toplanmıştır. Bitkinin toprak üstü kısmı gölgede kurutulmuştur. Kurutulmuş olan *S. spicigera* denemede kullanılabilecek kadar kese kâğıdı içerisinde güneş ve nem almayan serin ortamda saklanmıştır. *S.spicigera* teşhisi Dr. Öğr. Üyesi Emine BİLGİNOĞLU tarafından yapılmıştır.

Esansiyel Yağın Eldesi

Esansiyel yağ mikrodalga destekli distilasyon yöntemi kullanılarak mikrodalga cihazında (Milestone-NEOS), 2450 MHz’de elde edilmiştir. Mikrodalga destekli hidrodistilasyonda optimum dalga boyu için Ragab ve ark., (2019) çalışmaları referans alınmıştır. Verim %2.0 olarak

belirlenmiştir. Elde edilen esansiyel yağ deney zamanına kadar +4°C’de buzdolabında koyu amber şişe içerisinde bekletilmiştir.

Carpophilus hemipterus (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) Yetiştirilmesi

Denemede kullanılan *C.hemipterus* erginleri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarında bulunan stok kültürden alınarak Donahays ve Navarro (1989)’a göre hazırlanan besinde (mısır unu, şeker, glikoz, bira mayası, agar agar, su, propionik asit ve methyl-4-hydroxybenzoate) 27°C±5 ve %75±5 nem koşullarında yetiştirilmiştir. 1 haftalık ergin böcekler aspiratör ile toplanarak içerisinde besin olan kavanoza aktarılmış ve yumurta bırakması sağlanmıştır. 2 hafta sonra ergin bireyler yetiştirme koşulları içerisinde alınarak yeni erginlerin çıkması sağlanmıştır. Böcek kültürleri 27±1°C, %60 nem ortamında inkübatörde tutulmuştur.

Fumigant Etkinliği Denemesi

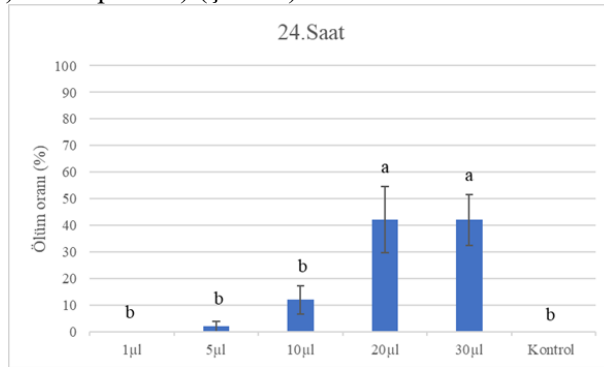
Denemede, petri kapları (9 cm)’nın üst kapağına steril filtre kağıtları (2cm*2cm) kesilerek yapıştırılmıştır. Yapıştırılan filtre kağıtları üzerine 1, 5, 10, 20 ve 30 µl esansiyel yağ mikropipet yardımı ile verilmiş ve 30 saniye kadar kuruması beklenmiştir. Her petri kabına 5 adet (en fazla 1 haftalık yeni çıkış yapmış ergin) ergin birey konularak kapaklar kapatılmıştır. Önce parafilm ile daha sonra petri sızdırmazlık bandı ile petrilere hava sızıntısı olmaması için sıkıca bantlanmıştır. Kontrol grubuna ise herhangi bir muamele yapılmamış, böcekler konduktan sonra parafilm ile sarılmış ardından da sızdırmazlık bandı ile kapatılmıştır. Deneme 27±1°C, %60 nemde inkübatörde tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrerr ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. Deneme kurulduktan sonra 24. ve 48. saatlerde ölü ve canlı bireyler sayılarak kaydedilmiştir.

İstatistik Analizler

Deneme sonucunda elde edilen ölüm oranları Abbott (1925)'a göre yüzde olarak hesaplanmıştır. Ölüm oranlarının istatistiki analizi ANOVA Varyans analizine göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile SPSS Paket Programı (SPSSv29) kullanılarak hesaplanmıştır. LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri Polo Paket Programı kullanılarak belirlenmiştir.

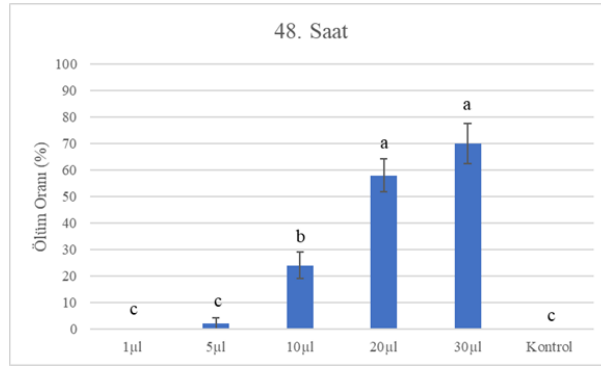
Bulgular ve Tartışma

Denemede 5 farklı doz *Carpophilus hemipterus*’a karşı denenmiştir. 24 saat sonunda *Satureja spicigera* bitkisinden elde edilen esansiyel yağın 1 µl’lik dozunda herhangi bir ölüm görülmemiştir. 5 µl uygulanan dozda ölüm görülürken, en yüksek ölüm oranları 20µl (42.00±12.45) ve 30 µl (42.00±9.64) dozlarında tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla 10 µl (12.00 ±5.33) ve 5 µl (2.00 ±2.00) dozları takip etmiştir. (F(5,54)= 8.88 p<0.05) (Şekil 1).



Şekil 1. *Satureja spicigera* esansiyel yağının *Carpophilus hemipterus* karşı 24 saat sonraki fumigant etkinliği
Figure 1. Fumigant activity of *Satureja spicigera* essential oil against *Carpophilus hemipterus* after 24 hours.

48 saat sonunda da *S. spicigera* bitkisinden elde edilen esansiyel yağın 1 µl’lik dozunda herhangi bir ölüm görülmemiştir. Doz arttıkça ölüm oranının da arttığı belirlenmiştir. En yüksek ölüm oranı 30 µl (70.00±7.45)’de tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla 20 µl (58.00±6.29) ve 10 µl (24.00 ±4.99) dozları takip etmiştir. Ölüm oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (F(5,54)=47.34 p<0.05) (Şekil 2).



Şekil 2. *Satureja spicigera* esansiyel yağının *Carpophilus hemipterus* karşı 48 saat sonraki fumigant etkinliği
Figure 2. Fumigant activity of *Satureja spicigera* essential oil against *Carpophilus hemipterus* after 248 hours.

S. spicigera esansiyel yağının *C. hemipterus*'a karşı etkinliğinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri de hesaplanmıştır. Buna göre 24 saat sonunda LD₅₀ değeri 23.03 µl ve LD₉₀ değeri ise 88.53 µl olarak bulunmuştur. 48 saat sonunda ise LD₅₀ değeri 18.46 µl, LD₉₀ ise 48.43 µl olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Satureja spicigera* esansiyel yağının *Carpophilus hemipterus* karşı 24 ve 48 saat sonraki fumigant etkinliğinin LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri

Table 1. LD₅₀ and LD₉₀ values of fumigant activity of *Satureja spicigera* essential oil against *Carpophilus hemipterus* after 24 and 48 hours

Zaman	LD ₅₀	LD ₉₀	Eğim	χ ²	df	Heterojenlik
24 Saat	28.03 (21.95-43.02)	88.53 (53.40-280.58)	2.56±0.44	68.55	48	1.43
48 Saat	18.46 (15.85-21.90)	48.43 (37.12-74.52)	3.06±0.41	33.14	48	0.69

Carpophilus hemipterus'a karşı bitkisel ekstraktların fumigant etkinliğine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Sohrabi ve ark., (2016) *Eucalyptus globulus* Labill., *Salvia mirzayanii* Rech. var. Hormoz., *Ducrosia anethifolia* Boiss., *Thymus vulgaris* L. var. Hormoz. ve *Majorana hortensis* Moench 'dan elde edilen esansiyel yağın *C. hemipterus*'nın son dönem larva ve erginlerine karşı fumigant etkinliğini belirledikleri çalışmada en yüksek konsantrasyonda (50 µl) 72 saat sonunda son dönem larva ve erginlerde %80-100 oranda ölümler belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da *S. spicigera* esansiyel yağının *C. hemipterus*'a erginlerinde en yüksek ölüm oranı 30 µl dozda 48.saat sonunda %70 olarak belirlenmiştir. Doz ve zaman arttıkça ölüm oranında arttığı tespit edilmiştir. Usanmaz Bozhüyük ve ark., (2018), yapmış oldukları çalışmada *Satureja hortensis* (L.), *Satureja montana* (L.), *S. spicigera* ve *Satureja thymbra* (L.) türlerinin *Hypera postica* (Gyllenhal) erginlerine karşı fumigant etkinliğini belirlemişlerdir. Deneme 24, 48, 72 ve 96 saat sonunda sayılmıştır. En yüksek ölüm 20 µl dozunda *S.hortensis*'te tespit etmişlerdir. *S. spicigera* ve *S. montana* esansiyel yağların diğerlerine göre daha düşük etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Soltani ve ark., (2020) *Eucalyptus maidinii* F.Muell. ve *Eucalyptus cineria* F.Muell. ex Benth.'nın tek başlarına ve birlikte *C. hemipterus* ve *Sitophilus oryzae*'e karşı fumigant etkinliğini belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre *E.maidinii* esansiyel yağının 74.73 µl'lik dozu *C. hemipterus*'da 24 saat sonunda %98'lik ölüme neden olmuştur. Yapılan bu çalışmada da *S. spicigera* esansiyel yağının dozu arttıkça ölüm oranlarında da artışlar gözlenmiştir. En yüksek ölüm oranı 30 µl'lik dozda 48 saat sonunda %70 ile tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Kuru ve yaş meyve zararlısı olan *C.hemipterus*'un mücadelesi için özellikle ihracat ürünlerinde yoğun olarak fumigantlar kullanılmaktadır. Yakın zamanda Avrupa Birliği dünya çapında biyoçeşitlilik stratejisi kapsamında kimyasal pestisitlerin kullanımının %50 oranında azaltılması ve en az %25 oranında da organik tarıma geçilmesi için somut hedefler koyarak çalışmalarını başlatmıştır. Uygulanmak istenen bu strateji ile yaşadığımız yerlerde ve tükettiğimiz ürünlerde pestisit kalıntısının olmaması hedeflenmektedir. Burada en önemli sorun kimyasal ilaçlara alternatif mücadele

yöntemlerinin geliştirilmesidir. Bu kapsamda özellikle bitkilerin içerdiği bileşenlerden yararlanarak biyopestisit çalışmalarına ağırlık verilip piyasada ruhsatlı biyopestisit oranının artırılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar biyopestisitlerin zararlıları baskılamada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu etki oranı zararlı türü ve bitki ekstraktına göre değişiklik göstermektedir. Buna göre biyopreparatların farklı formülasyonlarının bitkisel üretimde zararlı olan bitki koruma etmenlerine karşı denenmeleri önemlidir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde *C.hemipterus*'a karşı biyopreparat çalışmaları sınırlıdır. *Eucalyptus* spp., *Salvia* spp., ve *Thymus* spp. gibi birçok bitki koruma etmenine karşı başarılı sonuçlar veren biyopestisitlerin *C. hemipterus*'un son dönem larva ve erginlerine karşı da % 100'e varan oranda ölüme sebep olduğu belirlenmiştir. Yaptığımız bu çalışmada da *S.spiciera* bitkisinin esansiyel yağı fumigant etki bakımından ilk kez *C.hemipterus*'a karşı denenmiş ve %70'e varan oranda ölüm tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler yapılacak diğer çalışmalara önemli katkılar sağlayacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18(2): 265-267.
- Anonim, 2020. AB Yeşil Mutabakatı. Ulusal İhracatçı Birlikleri Ar-Ge Şubesi, <https://uib.org.tr/tr/kbfile/ab-yesil-anlasmasi>. (Erişim Tarihi: 10.11.2022).
- Anonim, 2021. İncir, Haziran 2021 Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, TEPGE. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepg/> (Erişim Tarihi: 02.11.2023).
- Anonim, 2023a. Ege İhracatçı Birlikleri, <https://www.eib.org.tr/> (Erişim Tarihi: 02.11.2023).
- Anonim, 2023b. Meyve Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Meyve%20Zarar%C4%B1lar%C4%B1%20Zirai%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%C4%B1.pdf> (Erişim Tarihi: 02.11.2023).
- Anonim, 2023c. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/222> (Erişim Tarihi: 02.11.2023).
- Cavalcanti, S.C.H., Niculau, E.S, Blank, A.F., Câmara, C.A.G., Araújo, I.N., Alves, P.B., 2010. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). Bioresour Technol. 101:829–832.
- Çobanoğlu, F., Armağan, G., Kocataş, H., Şahin, B., Ertan, B., Özen, M., 2005. Aydın İlinde İncir Üretiminin Önemi ve Kuru İncir Üretim Faaliyetinin Ekonomik Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2(2): 35-42.
- Donahaye, E., Navarro, S., 1989. Sensitivity of two dried fruit pests to methyl bromide alone, and in combination with carbon dioxide or under reduced pressure. Trop. Sci. 29: 9–14.
- Faostat, 2023. Food and Agriculture Data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Erişim Tarihi: 02.11.2023).
- İmrak, B., 2011. İncir Yetiştiriciliği. Adana: Çukurova Üniv Ziraat Fakültesi, pp.16.
- Koul, O, Walia, S., Dhaliwal, G.S., 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. Biopest Int. 4:63–84.
- Özatalay, G.Z., 2014. Aydın yöresi halk hekimliğinde incirin kullanımı. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 2014(4): 151-154.
- Ragab, T.I., El Gendy, A.N.G., Saleh, I.A., Esawy, M.A., 2019. Chemical composition and evaluation of antimicrobial activity of the *Origanum majorana* essential oil extracted by microwave-assisted extraction, conventional hydro-distillation and steam distillation. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 22(2): 563-573.
- Saxena, R.C., 1998. Green revolutions without blues: botanicals for pest management. In: Dhaliwal GS, Randhawa NS, Arora R, Dhawan AK (eds) Ecological agriculture and sustainable development, vol 2. Indian Ecological Society, Punjab Agricultural University, Ludhiana and Centre for Research in Rural and Industrial Development, Chandigarh, pp 111–127.
- Sefidkon, F., Jamzad, Z., 2004. Essential oil composition of *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss. from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 19(6): 571-573.
- Singh, D., Siddiqui, M.S., Sharma, S., 1989. Reproduction retardant and fumigant properties in essential oils against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) in stored wheat. J Econ Entomol. 83(3):727–733.

- Sohrabi, F., Kohanmoo, M.A., Jamali, F., 2016. Fumigant toxicity of five medicinal plant essential oils against the date sap beetle, *Carpophilus hemipterus* (Linnaeus) and identification of their chemical composition. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*. 39(3): 13-26.
- Soltani, A., Aouadi, G., Yangui, I., Haddadi, S., Gueayed, M.B., Boushah, E., Jemâa, J.M.B., 2020. Fumigant toxicity of two Cineole-rich essential oils and their combinations for the control of *Carpophilus hemipterus* Linnaeus and *Sitophilus oryzae* Linnaeus. *Annales de L'Ingréf*. 21: 85-101.
- Usanmaz Bozhüyük, A. Kesdek, M., Kordali, Ş., Gözüaçık, C., 2018. Bazı *Satureja* L. türlerinden elde edilen uçucu yağların *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae) erginleri üzerinde insektisidal etkileri. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*. 5(2): 1-9.
- Williams, L.A.D., Mansingh, A., 1996. The insecticidal and acaricidal actions of compounds from *Azadirachta indica* (A. Juss.) and their use in tropical pest management, *Integrated Pest Management Reviews*. 1: 133-145.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License.