

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Behavioural and insecticidal activity of *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) essential oil against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)

Salvia officinalis L. (Lamiaceae) uçucu yağının *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) ve *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)'ya karşı davranışsal ve insektisidal aktivitesi

Mustafa ALKAN^{a*}, Şeyda ŞİMŞEK^b, Melih YILAR^c, Sait ERTÜRK^a

^a Plant Protection Central Research Institute, 06172, Ankara, Turkey

^b Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 66100, Yozgat, Turkey

^c Abi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 40200, Kırşehir, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: 10.16955/bitkorb.399783

Received : 28.02.2018

Accepted : 20.04.2018

Keywords:

essential oil, repellent, contact activity, Lamiaceae, *Tribolium confusum*, *Rhyzopertha dominica*

* Corresponding author: Mustafa ALKAN

✉ alkan0101@gmail.com

ABSTRACT

The insecticidal and behavioural effects of *Salvia* spp. on stored product pests has been known for a long period. The aim of this work is to investigate the efficacy of essential oil obtained from sage [*Salvia officinalis* L. (Lamiaceae)] as repellent and contact toxicity against two important stored grain insects *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Col: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Col: Bostrichidae) under laboratory conditions. In the repellent activity test, four concentrations were used (0.047 µl/cm², 0.118 µl/cm², 0.236 µl/cm² and 0.590 µl/cm²) and the experiments were carried out on glass petri dishes. In contact activity tests, essential oil solutions prepared at a concentration of 10% (v/v) were applied to insects with a hand-operated microapplicator at 0.1 µl/insect dose and dead individuals were recorded after 24 hours. The highest repellent activity was seen against *R. dominica* at 53.33%, at 0.118 µl/cm² concentration after half an hour, compared with a rate of 36.67% at 1/2 hour of 0.118 µl/cm² dose in *T. confusum*. In contact toxicity studies, 91.02% mortality was found for *R. dominica*, while for *T. confusum* this mortality was 33.67%. The results of this study show that essential oils of *S. officinalis* have significant contact toxicity on adults of *R. dominica*.

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ve buna bağlı olarak artan gıda talebi, kısıtlı kaynaklara sahip tarım alanlarının önünde büyük bir sorun olarak durmaktadır. Mevcut tarımsal alanların artık ulaşabileceği son noktaya geldiği düşünüldüğünde, tüm dünya da mevcut tarımsal üretimin, hasattan

sofraya ulaşınca kadar korunması, biyotik ve abiyotik etmenlerden kaynaklanan kayıpların en aza indirgenmesi büyük önem arz etmektedir.

Depolanmış ürünlerde küresel ölçekte böcek ya da diğer biyolojik kökenli organizmalardan kaynaklı kayıp %10-

40 arasında değişmektedir (Raja et al. 2001). Depolanmış ürünlerde sadece böcek kaynaklı zararların önemli boyutlara ulaştığı ve dünya genelinde yaklaşık %35 olduğu tahmin edilmektedir (Shani 2000). Silolarda, ambarlarda ve evlerde bulunabilen un biti [*Tribolium confusum* (Jacquelin du val) (Coleoptera: Tenebrionidae)] depolanmış tahıl, tahıl ürünleri ve diğer gıda maddelerinde kayda değer zararlar yapmaktadır (Baldwin and Fasulo 2010). *Tribolium confusum* sadece daha önceden zarar görmüş ürünlerde beslenebilmekte olup, mandibulları sağlam tanede zarar yapacak kadar güçlü değildir ve sekonder zararlılar grubunda yer almaktadır. Depolarda bulunması durumunda ise ürünün hem kalitesini hem de kantitesini doğrudan etkileyerek zarara neden olmaktadır (Mondal 1994). Ekin kambur biti [*Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae)] dünyanın birçok bölgesinde depolanmış tahıllarda başta olmak üzere depolanmış birçok diğer üründe de önemli bir zararlı durumundadır. *Rhyzopertha dominica*'nın larvaları tane içerisinde gelişebilmekte ve doğrudan sağlam tanelerde zarar yapabildiği için primer zararlı durumundadır. Ergin ya da larva dönemi, danede oburca beslendiğinden dolayı depolama ortamındaki besin artıkları, içi boş daneler ve küf kokusu sıklıkla bu böceğin varlığı ile ilişkilendirilir (Edde 2012).

Ürünlerde meydana gelen kalite ve kantite kayıplarını azaltmak için tarımsal zararlılar ile mücadelede çoğunlukla kimyasal pestisitler kullanılmaktadır. Ancak sentetik kimyasalların gerek insanlara olan toksisitesi ve çevreye verdiği zararlardan gerekse de toplumda bu konulardaki hassasiyetlerin artması nedeniyle kimyasalların sınırlandırılması yoluna gidilmektedir. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan birçok pestisit yasaklanmıştır. Bu nedenle son zamanlarda kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek tarımsal mücadele araçlarına yönelik çalışmalar artmış olup, florada doğal olarak yetişen bitkisel materyalin zararlılar ile mücadelede kullanım olanaklarının tespiti bu açıdan üzerinde durulan konuların başında gelmektedir.

Bitkiler düşmanlarından korunmak amacı ile çeşitli savunma mekanizmalarına sahiptirler. Bu mekanizmaların içerisinde canlı organizmanın bünyesinde sentezlenen çeşitli sekonder metabolitler önemli bir yer teşkil etmektedir. Sekonder metabolitler bitkinin hayati faaliyetleri ile birincil derecede ilişkili olmayan ancak herbivorlara karşı bitkinin savunmasında görev alan önemli kimyasal bileşiklerdir (Taiz and Zeiger 2002). Zararlılara karşı kontakt ve davranışsal etkileri olan bu bileşikler alkaloidler, glikozitler, fenoller, terpenoidler, tanenler ve saponinler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Güncan ve Durmuşoğlu 2004, Shanker and Solanki 2000).

Uçucu yağların bileşiminde terpenik veya terpenik olmayan uçucu bileşiklerin bulunduğu ve bunların hidrokarbonlar ve onların türevlerinden oluştuğu bilinmektedir (Başer 2009).

Günümüzde bitki ekstraktlarının tarımsal üretimde kayıplara neden olan zararlıların kontrolünde kullanımı ile ilgili araştırmalar önemli bir ivme kazanmıştır. Özellikle bitki uçucu yağları tüm Dünya'da 1980'li yıllardan sonra önemli oranda çalışılmaya başlanmış ve çalışmalar günümüze kadar artarak devam etmiştir. Uçucu yağlar ve bileşenleri, üzerinde yoğun şekilde çalışma yapılan materyaller olup, bu uçucu yağlar ve ana bileşenleri depolanmış ürün zararlılarına karşı laboratuvar koşullarında test edilmişlerdir (Ayvaz et al. 2010, Bachrouch et al. 2010, Eliopoulos et al. 2015, Erler 2005, Karakoç ve ark. 2006, Keita et al. 2001, Kim et al. 2003, Polatoğlu et al. 2017, Shaaya et al. 1991, Tripathi et al. 2000). Denemeye alınan bitki uçucu yağları kontakt (Huang and Ho 1998, Huang et al. 2002), fumigant (Boukaew et al. 2017, Karabörklü et al. 2011, Maedeh et al. 2012), beslenmeyi durdurucu etkileri (Kiran et al. 2017, Papachristos et al. 2002, Prajapati et al. 2005) ve bazı davranışsal etkileri (González et al. 2014, Plata-Rueda et al. 2017, Silva et al. 2017) yönüyle değerlendirilmişlerdir.

Ülkemiz Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafyası bölgelerinde bulunması nedeniyle Lamiacea familyası türleri bakımından oldukça zengin bir floraya sahiptir. Ülkemizde bu familyanın 49 cinsi ve 629 türü doğal yayılış göstermekte olup bu familya içerisinde *Salvia* cinsi önemli bir yer teşkil etmektedir (Güner ve ark. 2012). Bu çalışmanın ana materyalini oluşturan *Salvia* cinsi ile insektisidal aktivite dışında pek çok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar daha çok beşeri ilaçların bulunmasına yönelik olarak yürütülmüştür (Delamare et al. 2007, Hohmann et al. 1999, Miliauskas et al. 2004).

Bu çalışmada ülkemiz florasında doğal olarak yetişen ayrıca kültürü de yapılabilen *Salvia officinalis* bitkisinde elde edilen uçucu yağın iki önemli depolanmış ürün zararlılarına karşı repellent ve kontakt etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel materyalin temini ve uçucu yağların elde edilmesi

S. officinalis bitkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi uygulama çiftliğinde bulunan kültür alanından, 2013-2014 vejetasyon döneminde çiçeklenme evresinde toplanmıştır. Toplanan bitkiler doğrudan güneş ışığı almayan ve hava dolaşımının olduğu bir ortamda kurutulmuş ve daha sonra hava almayan paketlerde uçucu yağ elde edilmeye

kadar karanlık koşullarda saklanmıştır. Kurutulma işlemi yapılan bitkilerden uçucu yağlar Schilcher cihazı kullanılarak hidro-distilasyon yöntemiyle elde edilmiştir. Tartılan bitki örneklerine saf su ilave edilmiş ve 2 saat süre ile kaynatılmıştır. Elde edilen uçucu yağlar denemelerde kullanılıncaya kadar amber renkli şişelerde + 4 °C'de muhafaza edilmiştir (Telci et al. 2006).

Böcek kültürlerinin yetiştirilmesi

Denemede kullanılan böcek kültürleri Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü stok kültürlerinden elde edilmiştir. *T. confusum* ve *R. dominica*'nın yetiştirilmesinde yumuşak ekmeklik buğday kırması ve kuru mayadan (*Saccaromyces cerevisiae*) oluşan besin karışımı kullanılmıştır. Buğday, yem kırma makinesinde (Haseki, YK-99) kaba irilikte olacak şekilde öğütülmüş ve -18 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda 72 saat tutularak olası zararlı bulaşıklık riski yok edilmiştir. Kuru maya, laboratuvar değirmeninde (IKA-WERKE GmBH.) öğütülerek 100 mesh elekten elenmiş ve buğday kırmasına %5 oranında ilave edilerek, besi ortamı hazırlanmıştır. Çalışmalarda 7-28 gün yaşlı erginler kullanılmıştır. İstenilen yaşta erginin elde edilebilmesi için besin kavanozuna alınan yumurtalardan yaklaşık 3 hafta sonra günlük olarak ergin çıkış takibi yapılmıştır. İlk çıkıştan itibaren 7. ve 28. gün arasında çıkış yapan erginler çalışmada kullandığımız bireyleri oluşturmuştur.

Repellent aktivite testleri

S. officinalis uçucu yağının repellent aktivitesini belirlemek amacı ile McDonald et al. (1970)'nin belirtmiş olduğu yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla 1 nolu Whatman filtre kâğıdından 9 cm çapında diskler kesilmiştir. Filtre kâğıdının yarısına çözücü olarak kullanılacak olan aseton (kontrol), diğer yarısına ise 0.047 µl/cm², 0.118 µl/cm², 0.236 µl/cm² ve 0.590 µl/cm² dozlarında uçucu yağ pipet yardımı ile uygulanmıştır. Uygulama sonucu filtre kâğıdından çözücünün uçması için uygulama yapılan cam petriker çeker ocak altında 5 dakika bekletilmiş ve sonrasında 20 adet böcek uygulama yapılan filtre kağıtlarının ortasına salınarak petrikerin üzeri kapatılmıştır. Uygulamadan ¼ saat, ½ saat, 1 saat ve 4 saat sonra petriker incelenerek böceklerin buldukları alan kayıt altına alınmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre altı tekerrürlü olarak kurulmuştur. Yüzde repellent değerinin hesaplanmasında formülü kullanılmıştır. Bu fomülde PR, yüzde repellent değerini; Nc, kontroldeki böcek sayısını; Nt, muameledeki böcek sayısını ifade etmektedir. Ortalama yüzde repellent değerleri hesaplandıktan sonra Jilani and Su (1983)'de belirtilen 0-V skalasına göre sınıflandırma yapılmıştır [Sınıf 0 (PR< %0.1), Sınıf I (PR = %0.1-20), Sınıf

II (PR= %20.1-40), Sınıf III (PR = %40.1-60), Sınıf IV (PR= %60.1-80), Sınıf V (PR = %80.1-100)].

Kontakt aktivite testleri

Uçucu yağlar aseton ile %10' luk konsantrasyonda hazırlanmış ve her bir böceğe abdomeninin ventralinden mikroaplikatör (Hamilton, Bonaduz, GR, Switzerland) yardımıyla 1 µl olacak şekilde 0.1 µl/böcek dozunda uygulanmıştır. Kontrolde böceklerle aynı miktarda aseton uygulanmıştır (Abay et al. 2012). Uygulamadan sonra böcekler 25 ml hacimli, içerisinde yaklaşık 10 g buğday kırması bulunan tüplere transfer edilmiş ve 24 saat sonundaki ölü bireyler kaydedilmiştir. Bu tüpler 27±2 °C de %65 nisbi nem koşullarında inkübatörde tutulmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre altı tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 7-28 gün yaşlı 20 adet böcek kullanılmıştır.

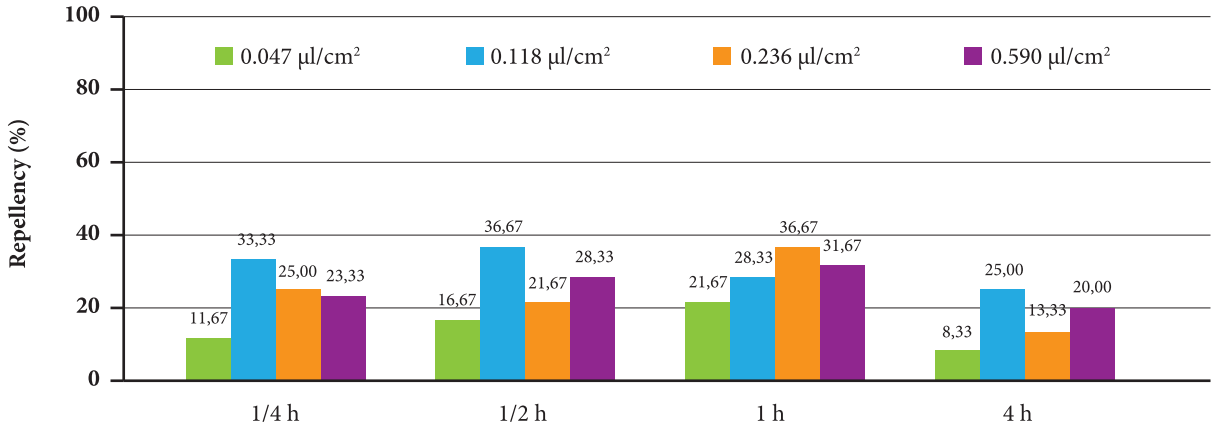
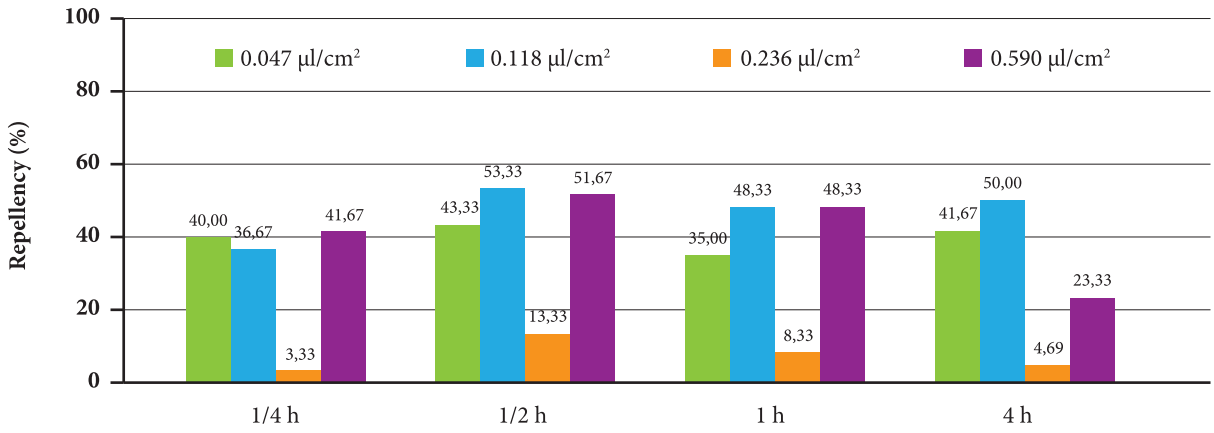
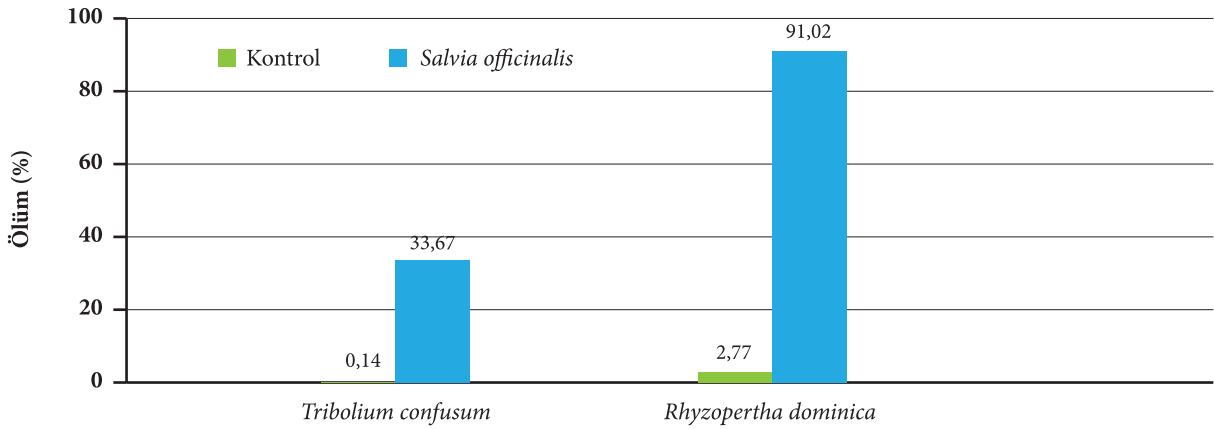
İstatistiksel analizler

Kontakt aktivite testleri sonucunda elde edilen veriler ilk önce yüzde ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra arc-sin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ile varyans analizi yapılmış ve buna ek olarak muameleler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler MINITAB Release 16 paket programı yardımıyla yürütülmüştür.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonuçlarına bakıldığında *S. officinalis* uçucu yağının repellent etkisinin dozlara ve denemeye alınan böcek türlerine bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Uçucu yağın *T. confusum*'a karşı repellent aktivitesine bakıldığında en yüksek etkinin %36.67 ile 0.118 µl/cm² konsantrasyonda yarım saat sonunda elde edildiği ve daha sonra aktivitenin düştüğü belirlenmiştir (Şekil 1). Sonuçlar incelendiğinde repellent aktivitede bazı sapmaların olduğu görülmektedir. Bu durum daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Özellikle davranışsal etki çalışmalarında bu gibi sapmalar gözlenebilmekte ve aktivitenin zamana bağlı olarak değiştiği görülebilmektedir (Alkan and Gökçe 2017). Karahroodi et al. (2009)'da yaptıkları çalışmada *S. officinalis*'in uçucu yağının *Plodia interpunctella*'ya karşı aktivitesini %32 olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde çok kollu olfactometre ile yapılan bir çalışmada bu yağın repellent aktivitesi *Lasioderma serricorne*'ye karşı test edilmiş ve önemli oranda repellent etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Hori 2003).

Bitki uçucu yağının *R. dominica*'ya karşı repellent aktivitesine bakıldığında en yüksek repellent aktivitenin %53.33 repellent aktivite ile yarım saat sonunda 0.118 µl/cm² konsantrasyonda görüldüğü ve bunu yine aynı

Şekil 1. *Salvia officinalis* uçucu yağının *Tribolium confusum*'a olan repellent etkisiŞekil 2. *Salvia officinalis* uçucu yağının *Rhyzopertha dominica*'ya olan repellent etkisiŞekil 3. *Salvia officinalis* uçucu yağının *Tribolium confusum* ve *Rhyzopertha dominica* üzerinde kontakt aktiviteleri

zaman diliminde %51,67 repellent aktivite ile 0,590 µl/cm² konsantrasyonun izlediği görülmüştür (Şekil 2). Sonuçlar incelendiğinde ½ saat ve 1 saat sonuçlarının birbiri ile bire bir olmasa da çok yakın oranlara sahip olduğu belirlenmiştir. Zaman ilerledikçe aktivitedeki negatif yönlü değişimin ortamdaki uçucu yağ oranının azalması

veya böceğin kimyasal olarak bu yağa verdiği tepkinin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Her iki böcek için elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, farklı türlerin aynı bitki uçucu yağına olan tepkilerinin farklı olduğu görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Bu durum uçucu

Çizelge 1. İki farklı depolanmış ürün zararlısının *Salvia officinalis* uygulaması sonunda repellent etki sınıfları

Uygulama	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>
0.047 µl/cm ²	I	II
0.118 µl/cm ²	II	III
0.236 µl/cm ²	II	I
0.590 µl/cm ²	II	III

yağın kimyasal kompozisyonunda kaynaklanabileceği gibi farklı türdeki böceklerin fizyolojik ve biyokimyasal farklılıklarından da olabileceği düşünülmektedir. Daha önce birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmada, aynı bitki uçucu yağı veya ekstraktının uygulandığı aynı cins veya farklı türdeki böceklerin bu muamelelere farklı oranlarda tepki verdiği ortaya konulmuştur (Guo et al. 2017, Liang et al. 2017, Negahban et al. 2007, Shaaya et al.1997). Bu sonuçlar, bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Denemede elde edilen sonuçlar 0-V skalasına göre değerlendirildiğinde *R. dominica*'nın hassasiyetinin *T. confusum*'a nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Kontakt aktivite testleri sonucunda *S. officinalis* uçucu yağının denemeye alınan türler için farklı oranlarda kontakt aktiviteye sahip olduğu ve etkinin %33.67 (F=111.64; sd=1,10; P<0.05) ile %91.02 (F=210.32; sd=1,10; P<0.05) ölüm oranı arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 3). Bu farklı etkinin böceklerin farklı kimyasal maddelere olan hassasiyetlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. *S. officinalis* uçucu yağı *R. dominica* üzerinde %91.02'lik ölüm oranına sahip olmuştur. *Salvia* cinsine giren bitkilerin uçucu yağlarının ana bileşen olarak 1,8-cineole, α-pinene, β-pinene, borneol, camphor, α-humulene, α-tuhujone, camphor gibi bileşenleri içerdiği bilinmektedir (Hashemi et al. 2013, Liu et al. 2013, Polatoğlu et al. 2017, Ulukanlı et al. 2013). Bu cinse ait bitkilerin kimyasal kompozisyonunda bulunan 1,8-cineole bileşeni sinerjist aktiviteye sahip olup bu maddenin camphor ile birleşerek kütikula geçirgenliğini artırdığı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Tak and Isman 2015). Bu çalışmada saptanan yüksek ölümlerin buna benzer madde veya maddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önce depolanmış ürün zararlıları ile yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları benzerlikler göstermektedir (Hashemi et al. 2013, Kotan et al. 2008).

Bu çalışmada *S. officinalis* bitkisinden elde edilen uçucu yağın iki önemli depolanmış ürün zararlısına (*Tribolium confusum* ve *Rhyzopertha dominica*) karşı insektisidal ve repellent etkileri laboratuvar koşullarında test

edilmiştir. Çalışma sonuçları *S. officinalis* uçucu yağının *R. dominica*'ya karşı mücadelede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koyması bakımından önem arz etmektedir.

ÖZET

Salvia türlerinin depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki insektisidal ve davranışsal etkileri uzun süreden beri bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı, *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) bitkisinden elde edilen uçucu yağın iki önemli depolanmış ürün zararlısı olan *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Col: Tenebrionidae) ve *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Col: Bostrichidae)'ya karşı repellent ve kontakt toksisitesini laboratuvar koşullarında test etmektir. Bu amaçla repellent aktivite testlerinde dört konsantrasyon (0.047 µl/cm², 0.118 µl/cm², 0.236 µl/cm² ve 0.590 µl/cm²) denemeye alınmış ve denemeler cam petrielerde yürütülmüştür. Kontakt aktivite testlerinde ise %10 (v/v) konsantrasyonda hazırlanan uçucu yağ çözeltileri mikropaplatör yardımı ile 0.1 µl/böcek dozunda uygulanmış ve 24 saat sonunda ölü bireyler kaydedilmiştir. *Rhyzopertha dominica*'ya karşı en yüksek repellent etki 1/2 saat sonunda 0.118 µl/cm² konsantrasyonda %53.33 olarak tespit edilmiş, benzer şekilde *T. confusum*'da 0.118 µl/cm² konsantrasyonda 1/2 saat sonunda %36.67'lik bir etki belirlenmiştir. Kontakt toksisite çalışmalarında *R. dominica* için %91.02 ölüm oranı belirlenirken *T. confusum* için bu etki %33.67 olmuştur. Çalışma sonucunda *S. officinalis* uçucu yağının *R. dominica*'nın ergin bireyleri üzerinde önemli bir kontak toksisiteye sahip olduğu belirlenmiş olup ileride yapılacak çalışmalar açısından ümitvar olduğu kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

Abay G., Karakoç Ö.C., Tüfekçi A.R., Koldaş S., Demirtas I., 2012. Insecticidal activity of *Hypnum cupressiforme* (Bryophyta) against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 51, 6-10.

- Alkan M., Gökçe A., 2017. Toxicological and behavioral effects of some plant extract on Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41 (3), 309-317.
- Ayvaz A., Sagdic O., Karaborklu S., Ozturk I., 2010. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. *Journal of Insect Science*, 10 (1), 21.
- Bachrouch O., Jemâa J.M.B., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B., Abderraba M., 2010. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, 46 (4), 242-247.
- Baldwin R., Fasulo T.R., 2010. Confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, and red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). *Featured Creatures*. http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures/urban/beetles/red_flour_beetle.htm (Erişim tarihi: 15.05.2018)
- Başer H.C., 2009. Uçucu yağlar ve aromaterapi. *Fitomed*, 7, 8-25.
- Boukaew S., Prasertsan P., Sattayasamitsathit S., 2017. Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. *Industrial Crops and Products*, 97, 558-566.
- Delamare A.P.L., Moschen-Pistorello I.T., Artico L., Atti-Serafini L., Echeverrigaray S., 2007. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, 100 (2), 603-608.
- Edde P.A., 2012. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. *Journal of Stored Products Research*, 48, 1-18.
- Eliopoulos P.A., Hassiotis C.N., Andreadis S.S., Porichi A.E., 2015. Fumigant toxicity of essential oils from basil and spearmint against two major pyralid pests of stored products. *Journal of Economic Entomology*, 108 (2), 805-810.
- Erler F., 2005. Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112 (6), 602-611.
- González J.O.W., Gutiérrez M.M., Ferrero A.A., Band B.F., 2014. Essential oils nanoformulations for stored-product pest control—Characterization and biological properties. *Chemosphere*, 100, 130-138.
- Guo S.S., Zhang W.J., You C.X., Liang J.Y., Yang K., Geng Z.F., Wang C.F., 2017. Chemical composition of essential oil extracted from *Laggera pterodonta* and its bioactivities against two stored product insects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (2).
- Güncan A., Durmuşoğlu E., 2004. Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme. *Hasad dergisi*, 233, 26-32.
- Güner A., Aslan S., Ekim T., Vural M., Babaç M.T., 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı Bitkiler). *Nezhat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayınları*, İstanbul
- Hashemi S.M., Hosseini B., Estaji A., 2013. Chemical composition and insecticidal properties of the essential oil of *Salvia leriifolia* Benth (Lamiaceae) at two developmental stages. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16 (6), 806-816.
- Hohmann J., Zupkó I., Rédei D., Csányi M., Falkay G., Máthé I., Janicsák G., 1999. Protective effects of the aerial parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipid peroxidation. *Planta Medica*, 65 (06), 576-578.
- Hori M., 2003. Repellency of essential oils against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38 (4), 467-473.
- Huang Y., Ho S.H., 1998. Toxicity and antifeedant activities of ainaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Product Research*, 34, 11-17.
- Huang Y., Ho S.H., Lee H.S., Yap Y.Y.L., 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Product Research*, 38, 403-412.
- Jilani G., Su H.C.F., 1983. Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains. *Journal of Economic Entomology*, 76, 154-157.
- Karabörklü S., Ayvaz A., Yilmaz S., Akbulut M., 2011. Chemical composition and fumigant toxicity of some essential oils against *Ephestia kuehniella*. *Journal of Economic Entomology*, 104 (4), 1212-1219.

- Karahroodi Z.R., Moharramipour S., Rahbarpour A., 2009. Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3 (2), 181-184.
- Karakoç Ö.C., Gökçe A., Telci İ., 2006. Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) ve *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.: Bruchidae)'a karşı fumigant etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 30 (2), 123-135.
- Keita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Arnason J.T., Belanger A., 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.). Journal of Stored Product Research, 37, 339-349.
- Kim S-I., Roh J.Y., Kim D.H., Lee H.S., Ahn Y.J., 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oil againsts *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. Journal of Stored Product Research, 39, 293-303.
- Kiran S., Kujur A., Patel L., Ramalakshmi K., Prakash B., 2017. Assessment of toxicity and biochemical mechanisms underlying the insecticidal activity of chemically characterized *Boswellia carterii* essential oil against insect pest of legume seeds. Pesticide Biochemistry and Physiology, 139, 17-23.
- Kotan R., Kordali S., Cakir A., Kesdek M., Kaya Y., Kilic H., 2008. Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. Biochemical Systematics and Ecology, 36 (5), 360-368.
- Liang J.Y., Wang W.T., Zheng Y.F., Zhang D., Wang J.L., Guo S.S., Zhang J., 2017. Bioactivities and chemical constituents of essential oil extracted from *Artemisia anethoides* against two stored product insects. Journal of Oleo Science, 66 (1), 71-76.
- Liu Z.L., Liu Q.Z., Zhou L., Jiang G.H., 2013. Essential oil composition and insecticidal activity of *Salvia umbratica* flowering aerial parts from China against *Sitophilus zeamais*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16 (5), 672-678.
- Maedeh M., Hamzeh I., Hossein D., Majid A., Reza R.K., 2012. Bioactivity of essential oil from *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) against three stored-product insect species. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 15 (1), 122-133
- McDonald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored-product insects. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Washington DC. Marketing Research Report No. 882.
- Miliauskas G., Venskutonis P.R., Van Beek T.A., 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chemistry, 85 (2), 231-237.
- Mondal K.A.M.S.H., 1994. Flour beetles, *Tribolium* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae) as pests and their control. Agricultural Zoology Reviews, 6, 95-119.
- Negahban M., Moharramipour S., Sefidkon F., 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 43 (2), 123-128.
- Papachristos D.P., Stamopoulos D.C., 2002. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38 (2), 117-128.
- Plata-Rueda A., Martínez L.C., Dos Santos M.H., Fernandes F.L., Wilcken C.F., Soares M.A., Serrao J.E., Zanuncio J.C., 2017. Insecticidal activity of garlic essential oil and their constituents against the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae). Scientific Reports, 7, 1-11.
- Polatoğlu K., Karakoç Ö.C., Yücel Y.Y., Gücel S., Demirci B., Demirci F., Başer K.H.C., 2017. Insecticidal activity of *Salvia veneris* Hedge. essential oil against coleopteran stored product insects and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera). Industrial Crops and Products, 97, 93-100.
- Prajapati V., Tripathi A.K., Aggarwal K.K., Khanuja S.P.S., 2005. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Bioresource Technology, 96 (16), 1749-1757.
- Raja N., Albert S., Ignacimuthu S., Dorn S., 2001. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. Journal of Stored Products Research, 37 (2), 127-132.
- Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J., Sukprakarn C., 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 33 (1), 7-15.
- Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U., Pissarev V., 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology, 17: 499-504.

Shani A., 2000. Chemical communication agents (pheromones) in integrated pest management. Drug Develop Research, 50, 400-405.

Shanker C., Solanki K.R., 2000. Botanical insecticides: A historical perspective. India, Asian Agrihistory, 4 (2): 21-30.

Silva S.M., Haddi K., Viteri Jumbo L.O., Oliveira E.E., 2017. Progeny of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*, is affected by parental exposure to clove and cinnamon essential oils. Entomologia Experimentalis et Applicata, 163 (2), 220-228.

Taiz L., Zeiger E., 2002. Plant Physiology (Third Edition). Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, USA, 690 p.

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.

Telci İ., Bayram E., Yılmaz G., Avcı B., 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology, 34, 489-497.

Tripathi A.K., Prajapati V., Kumar A.K., Kumar S., 2000. Effect of volatile oil constituents of *Mentha* species against the stored grain pests, *Collosobruchus maculatus* and *Tribolium castaneum*. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22, 549-556.

Ulukanlı Z., Karabörklü S., Cenet M., Sagdic O., Öztürk I., Balcilar M., 2013. Essential oil composition, insecticidal and antibacterial activities of *Salvia tomentosa* Miller. Medicinal Chemistry Research, 22 (2), 832-840.