

Adaçayı (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) Türlerine Ait Uçucu Yağların Bazı Depolanmış Ürün Zararlılarına Karşı Fumigant Etkilerinin Araştırılması*

Nazlı YİĞİT¹, Celalettin GÖZÜAÇIK^{1**}, Levent GÜLTEKİN²

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, TÜRKİYE

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 11.01.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 16.03.2023

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0002-3386-760X orcid.org/0000-0002-6543-7663 orcid.org/0000-0002-6039-7535

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cgozuacik46@gmail.com

Öz: Bu çalışmada, Iğdır ilinden toplanan Lamiaceae familyasına ait *Salvia hydrangea* DC. ex Bentham, *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Freyn. & Bornm.) Bornm. ve *Salvia nemorosa* L. bitkilerinin toprak üstü aksamlarından elde edilen uçucu yağların depolanmış ürünlerde önemli zararlılar olan *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1861 ve *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775)'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri incelenmiştir. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağlar 25 ± 1 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 orantılı nem koşullarında 5, 10 ve 15 µl Petri⁻¹ dozlarda 3 tekrür olarak hazırlanmış ve 12, 24, 48, 72 ve 96 saatte ölüm oranlarına bakılarak LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların toksisite seviyeleri böceğin ve bitkinin türüne, uygulanan konsantrasyona ve uygulama sonrası geçen zamana bağlı olarak değişmiş ve en yüksek etkiyi *S. hydrangea*'den elde edilen uçucu yağ göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Depolanmış ürün zararlıları, *Salvia* sp., uçucu yağ, fumigant

The Investigation of Fumigant Effects of Essential Oils of Sage (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) Species Against Some Pests of Stored Products

Abstract: In this study, the effects of essential oils obtained from above-ground parts of *Salvia hydrangea* DC. ex Bentham, *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Freyn. & Bornm.) Bornm. and *Salvia nemorosa* L. belonging to the Lamiaceae family collected from Iğdır province against important pests of stored products, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792), *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1861, and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775), were investigated. The obtained essential oils of these plants were prepared in three replications at 5, 10, and 15 µl Petri⁻¹ doses under 25 ± 1 °C temperature and 65 ± 5% relative humidity conditions. LC₅₀ and LC₉₀ values were determined by looking at the mortality rates at 12, 24, 48, 72, and 96 hours at different times. As a result of the studies, the toxicity levels of essential oils derived from *Salvia* species changed depending on the type of insect and plant, the concentration applied and the time after application, and the highest effect was obtained from the essential oil of *S. hydrangea*.

Keywords: Pests of stored products, *Salvia* sp., essential oil, fumigant

1. Giriş

Depolanmış ürünlerde, zarar yapan böcekler; vücut kalıntıları gibi maddeler ile ürünün kalitesini varlıkları, pislikleri, salgılamış oldukları ağ ve olumsuz etkilemektedir. Ürünlerde yoğun şekilde

*: Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen birinci yazara ait "Adaçayı (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) Türlerine Ait Uçucu Yağların Bazı Depolanmış Ürün Zararlılarına Karşı Fumigant Etkilerinin Araştırılması" isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir.

zararlılığının olması, küflenme, kızılaşma ve kokuşmaya sebep olmakta; ayrıca, bu ürünlerin tüketilmesi insan sağlığı açısından da sakıncalar teşkil etmektedir. Depolanmış ürünlerde koruyucu önlemler yetersiz kaldığında, kalitenin korunması ve ürün kayıplarının azaltılması için zararlılarla mücadele yapmak zorunda kalınmaktadır. Mücadelede kültürel, mekanik, fiziksel ve biyoteknik yöntemler uygulansa da en çok tercih edilen kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelede genellikle fumigant insektisitler tercih edilmektedir. İnsektisitlerin depo koşullarında kullanılması, zararlılarda direnç gelişimine ve insanlarda zehirlenmelere sebep olabilmektedir (Champ ve Dyte, 1976). Bu olumsuzluklar nedeniyle son zamanlarda mücadelede fumigantların kullanımını sınırlandırılmış ve zararlı popülasyonunu düşürmek için bitkisel kökenli pestisitler üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Yapılan bir çok çalışmada bitkisel kökenli pestisitler içerisindeki uçucu yağ bileşenleri, depolanmış ürün zararlılarına karşı test edilmiş ve fumigant insektisitlere alternatif bileşikler olabilecekleri ortaya konulmuştur (Singh, 1989; Elgün ve Ertugay, 1990; Shaaya ve ark., 1991; Dunkel ve Sears, 1998; Huang ve ark., 2000; Lee ve ark., 2001; Kaya ve ark., 2018). Uçucu yağlar; aromatik bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde olan, kolaylıkla kristalleşebilen, uçucu, keskin kokulu, su buharı ile sürüklenebilen, birçok bitkiye karakteristik kokusunu veren maddelerdir (Ceylan, 1997). Uçucu yağ içeren bitkilerin zararlılara karşı kullanılacak terpenoid, alkaloid ve flavonoid gibi maddeler bakımından zengin olması insektisitlere alternatif olabilecek bileşenler olduklarını göstermektedir (Usanmaz, 2013). Bu durumun tam olarak ortaya konulabilmesi için çok sayıda bitkiden elde edilen aktif uçucu yağların tanımlanması ve depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede kullanılma olanaklarının detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Uçucu yağların bir kısmı zararlılara karşı geniş kapsamlı insektisit olarak kullanılmaktadır (Regnault-Roger ve ark., 1993). Türkiye’de de bitkisel ekstre ve yağlarla ilgili çalışmaların sayısı son yıllarda hızla artmaktadır (Duru ve ark., 2003; Kordali ve ark., 2007; Sertkaya ve ark., 2010). Lamiaceae (Labiatae) familyası yaklaşık 5600 tür ile temsil edilen ve Kuzey Kutbu’ndan Himalayalar’a, Güney Doğu Asya’dan Havai’ye kadar yetişebilen kozmopolit bir familyadır. Türkiye Florası’nda ise Lamiaceae familyası 45 cins, 565 tür ve 735 takson ile temsil edilmektedir (Güvenç ve Duman, 2010). Uçucu yağlar içeren ve birçok aromatik özelliği olan bu familyanın önemli cinsleri; nane, kekik, mercan köşk, biberiye, lavanta, dağçayı, oğulotu ve

adaçayı’dır (Işık, 2008). Adaçayı (*Salvia*) cinsinin dünyada yaklaşık 900 kadar türü bulunmakta olup, bunların 89 tanesi Türkiye florasında yayılış göstermektedir (Davis, 1982). Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede kalıntı problemi taşımayan, çevreye olumsuz etkisi olmayan veya az etkili olan alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi bakımından bu potansiyelin kullanılması akılcı bir yaklaşımdır.

Bu çalışma, Lamiaceae familyasının *Salvia hydrangea* DC. ex Bentham, *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Freyn. & Bornm.) Bornm. ve *Salvia nemorosa* L. türlerinden elde edilen uçucu yağların, önemli depolanmış ürün zararlıları olan *Rhyzopertha dominica* (Ekin kambur biti), *Oryzaephilus surinamensis* (Testereli böcek), *Cryptolestes ferrugineus* (Küçük kırma biti), *Tribolium confusum* (Kırma Biti) ve *Callosobruchus maculatus* (Börülce tohum böceği)’un ergin dönemlerine karşı fumigant etkilerinin belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Böceklerin üretilmesi

Denemede kullanılan depolanmış ürün zararlıları *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *T. confusum* ve *C. maculatus* Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji laboratuvarında bulunan stok kültürlerden elde edilmiştir. Böceklerin üretilmesinde stok kültürlerden alınan *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus* ve *T. confusum* erginleri, içinde sağlam ve kırık buğday ile un-kepek (karışım oranı, 1:1:1) bulunan; *C. maculatus* ise içinde nohut ve börülce (karışım oranı, 1:1) bulunan 5 litrelik kaplara aktarılmışlardır. Böceklerin beslenmesinde kullanılan ürünler -20 °C’de bekletilerek mevcut zararlılardan arındırılmışlardır. Zararlılar 27 ± 2 °C sıcaklıkta ve % 50 ± 10 nisbi nem koşullarında kültüre alınmıştır. Denemelerde 0-10 günlük ergin bireyler kullanılmıştır.

2.2. Bitki materyallerinin toplanması ve uçucu yağların elde edilmesi

Çalışmada kullanılan Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait *S. hydrangea*, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ve *S. nemorosa* bitkileri çiçeklenme döneminde Iğdır ili ve çevre ilçelerinden Mayıs-Temmuz ayları arasında toplanmıştır. Toplanan bitkiler Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi laboratuvarına getirilerek gölge bir alanda kontrollü bir şekilde kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri bir değirmen yardımıyla öğütülerek küçük parçalar haline getirilip, Clevenger düzeneği ile hidrodistilasyon yöntemiyle

uçucu yağları elde edilmiştir. Elde edilen yağlar, cam tüpler içerisinde buzdolabında + 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.3. Uçucu yağların Petri denemesinde fumigant etkilerinin test edilmesi

Üretimi yapılan *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *T. confusum* ve *C. maculatus* türlerinin ergin dönemleri 9 cm'lik Petrilere yerleştirilmiştir. Her Petriye 20 adet böcek ve daha önceden zararlılardan arındırılmış 5'er gram tahıl karışımı ve bürölce eklenmiştir. Petrilerin iç yüzeyine steril kurutma kağıtları bir bant yardımıyla yerleştirilmiştir; 5, 10 ve 15 µl Petri⁻¹ dozlarda hazırlanan uçucu yağlar kurutma kağıtlarına mikropipet yardımıyla emdirilerek Petrilerin etrafı parafilmle sarılmıştır. Solüsyonlar kullanılmadan önce homojen bir karışım için 1 dakika süre vortex cihazında karıştırılmıştır. Kontrol olarak saf su, karşılaştırma ilacı olarak da 650 g L⁻¹ Malathion 65 EM sıvı insektisit kullanılmıştır. Denemeler, 25 ± 1 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 orantılı nem koşullarında yürütülerek her deneme 3 tekrerrür üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uygulamadan 12, 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölen bireylerin sayımları yapılarak ayrı ayrı belirtilmiştir.

2.4. İstatistiksel analizler

İstatistiksel olarak SPSS (Statistical Package for Social Sciences, 17.0) yazılım programı kullanılarak çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve Duncan testi ile ortalamalar arasındaki farklar test edilerek öldürücü konsantrasyon (LC, Lethal Concentration) değerlerinin tespiti için probit analizi yapılmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada, *S. hydrangea*, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ve *S. nemorosa* türlerinden elde edilen uçucu yağların, depolanmış ürün zararlıları olan *R. dominica*, *O. surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineus*, *T. confusum* ve *Callosobruchus maculatus*'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri 5, 10, 15 µL Petri⁻¹'lik dozları uygulandıktan sonra 12, 24, 48, 72, 96 saat dilimlerinde kontrol edilerek ölü birey sayımları ile LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenerek her bir zararlı için ayrı ayrı tablolar halinde sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde, *S. hydrangea*'nın tüm uygulama dozlarında, uygulamadan ilk 12 saat sonra *R. dominica* erginleri üzerinde % 35.0-58.3 oranlarında, 24, 48, 72 ve 96 saat uygulamalarında ise % 100 oranında ölüm meydana getirdiği görülmektedir. *Salvia nemorosa* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ise, *R. dominica* erginleri üzerinde tüm sürelerde sırasıyla % 5.0-43.3 ve % 6.66-41.6 oranlarında ölümler meydana getirmiştir. Her üç *Salvia* türünden elde edilen uçucu yağların süre ve doz arttıkça ölüm oranlarında da artış meydana gelmiştir (Tablo 1). *Rhyzopertha dominica* üzerinde, LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerleri dikkate alındığında, en yüksek toksisite *S. hydrangea*'da görülürken, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* (LC₅₀, 6.074 ve LC₉₀, 209.743 µL böcek⁻¹) ve *S. nemorosa*'da (LC₅₀, 9.108 ve LC₉₀, 9381.170 µL böcek⁻¹) daha az toksisite tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 3'te, 5 farklı süre uygulamalarından sonra, *S. hydrangea* uçucu yağı *O. surinamensis* erginleri üzerinde % 63.3-100 oranlarında ölüm meydana getirmiştir. *Salvia nemorosa* % 0.0-21.6 ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca*'da ise % 3.33-26.6

Tablo 1. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *R. dominica* erginleri üzerindeki ölüm etkisi (%)*
Table 1. Mortality effect of essential oils obtained from *Salvia* species on adults of *R. dominica* (%)*

Uygulamalar	Doz (µL Petri ⁻¹)	Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Salvia hydrangea</i>	5	35.0 ± 2.88 e	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	10	41.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	15	58.3 ± 3.33 h	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
<i>Salvia nemorosa</i>	5	5.00 ± 2.88 ab	13.3 ± 1.66 bc	21.6 ± 1.66 c	25.0 ± 0.0 c	35.0 ± 0.0 cd
	10	10.0 ± 0.0 bcd	10.0 ± 0.0 b	23.3 ± 1.66 c	31.6 ± 1.66 d	36.6 ± 1.66 d
	15	11.6 ± 1.66 cd	15.0 ± 0.0 c	28.3 ± 1.66 d	38.3 ± 1.66 e	43.3 ± 1.66 e
<i>Salvia verticillata</i>	5	6.66 ± 1.66 bc	11.6 ± 1.66 bc	15.0 ± 2.88 b	20.0 ± 2.88 b	26.6 ± 1.66 b
	10	8.33 ± 1.66 bcd	25.0 ± 2.88 d	30.0 ± 0.0 d	31.6 ± 1.66 d	31.6 ± 1.66 c
	15	11.6 ± 1.66 cd	25.0 ± 0.0 d	35.0 ± 2.88 e	38.3 ± 1.66 e	41.6 ± 1.66 e
Pozitif kontrol (Malathion)	5	13.3 ± 1.66 d	56.6 ± 1.66 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	10	51.6 ± 1.66 g	61.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	15	58.3 ± 1.66 h	61.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
Negatif kontrol (Saf su)	10	1.25 ± 1.30 a	1.25 ± 1.30 a	1.25 ± 1.30 a	2.50 ± 1.48 a	2.91 ± 1.50 a

*: Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05)

Tablo 2. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *R. dominica*'nın erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri (µL böcek⁻¹)Table 2. LC₅₀ and LC₉₀ values of essential oils obtained from *Salvia* species against adults of *R. dominica* (µL insect⁻¹)

<i>Salvia</i> türleri	LC ₅₀	LC ₉₀	λ ²	Eğim ± SH
<i>Salvia hydrangea</i>	*	*	*	*
<i>Salvia nemorosa</i>	9.108	9381.170	0.483	0.425 ± 0.484
<i>Salvia verticillata</i>	6.074	209.743	0.763	0.833 ± 0.498

λ²: Ki kare değeri, SH: Standart hata, *: Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.**Tablo 3. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *O. surinamensis* erginleri üzerindeki ölüm etkisi (%)**Table 3. Mortality effect of essential oils obtained from *Salvia* species on adults of *O. surinamensis* (%)*

Uygulamalar	Doz (µL Petri ⁻¹)	Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Salvia hydrangea</i>	5	63.3 ± 1.66 e	78.3 ± 1.66 f	85.0 ± 2.88 d	91.6 ± 3.33 d	91.6 ± 3.33 f
	10	66.6 ± 1.66 e	86.6 ± 1.66 g	86.6 ± 1.66 d	95.0 ± 2.88 de	95.0 ± 0.0 f
	15	93.3 ± 3.33f	93.3 ± 3.33 h	96.6 ± 3.33 e	98.3 ± 1.66 e	100 ± 0.0 g
<i>Salvia nemorosa</i>	5	0.0 ± 0.0 a	3.33 ± 1.66 ab	8.33 ± 1.66 b	11.6 ± 1.66 b	16.6 ± 1.66 b
	10	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 a	13.3 ± 1.66 b	13.3 ± 1.66 b	18.3 ± 1.66 bc
	15	1.66 ± 1.66 a	1.66 ± 1.66 a	20.0 ± 2.88 c	20.0 ± 2.88 c	21.6 ± 1.66 cd
<i>Salvia verticillata</i>	5	3.33 ± 1.66 a	6.66 ± 1.66 bc	10.0 ± 2.88 b	15.0 ± 0.0 bc	26.6 ± 1.66 e
	10	3.33 ± 1.66 a	10.0 ± 0.0 c	11.6 ± 1.66 b	15.0 ± 2.88 bc	15.0 ± 0.0 b
	15	3.33 ± 1.66 a	8.33 ± 1.66 c	11.6 ± 1.66 b	13.3 ± 3.33 b	25.0 ± 0.0 de
Pozitif kontrol (Malathion)	5	11.6 ± 1.66 b	53.3 ± 1.66 d	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 g
	10	18.3 ± 1.66c	73.3 ± 1.66 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 g
	15	41.6 ± 1.66 d	86.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 g
Negatif kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.41 ± 0.83 a	1.66 ± 1.42 a

*: Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05)

oranlarında ölümler meydana gelmiştir. Her üç *Salvia* türünden elde edilen uçucu yağların süre ve doz arttıkça ölüm oranlarında da artış meydana gelmiştir (Tablo 3). *Oryzaephilus surinamensis* üzerinde, LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerleri dikkate alındığında; en yüksek toksisite *S. hydrangea*'da

(LC₅₀, 0.208 ve LC₉₀, 0.952 µL böcek⁻¹) görülürken, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* (LC₅₀, 438.234 ve LC₉₀, 1241695.946 µL böcek⁻¹) ve *S. nemorosa* (LC₅₀, 0.001 ve LC₉₀, 0.000 µL böcek⁻¹) ise daha az toksisite göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 4. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *O. surinamensis*'in erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri (µL böcek⁻¹)Table 4. LC₅₀ and LC₉₀ values of essential oils obtained from *Salvia* species against adults of *O. surinamensis* (µL insect⁻¹)

<i>Salvia</i> türleri	LC ₅₀	LC ₉₀	λ ²	Eğim ± SH
<i>Salvia hydrangea</i>	0.208	0.952	3.423	1.938 ± 0.937
<i>Salvia nemorosa</i>	438.234	1241695.946	0.708	0.371 ± 0.552
<i>Salvia verticillata</i>	0.001	0.000	2.755	0.239 ± 0.521

λ²: Ki kare değeri, SH: Standart hata, *: Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.

Tablo 5'te, 5 farklı süre uygulamalarından sonra, *S. hydrangea* uçucu yağı *C. ferrugineus* erginleri üzerinde % 100 oranlarında ölümler meydana getirirken, *S. nemorosa* % 1.66-100 ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca*'da ise % 3.33-100 oranlarında ölümler meydana gelmiştir. Her üç *Salvia* türünden elde edilen uçucu yağların süre arttıkça ölüm oranlarında da artışa sebep olduğu (Tablo 5) ve LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerlerinin

C. ferrugineus erginleri üzerinde yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 7'de görüldüğü gibi, denemede kullanılan tüm uçucu yağlar tüm uygulama sürelerinde, *T. confusum* erginleri üzerinde % 0.0-5.0 gibi oldukça düşük oranda etkili olmuştur. *Tribolium confusum* üzerinde, LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerleri de yetersiz toksisite göstermiştir (Tablo 8).

Tablo 5. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *C. ferrugineus* erginleri üzerindeki ölüm etkisi (%)*
 Table 5. Mortality effect of essential oils obtained from *Salvia* species on adults of *C. ferrugineus* (%)*

Uygulamalar	Doz (μL Petri ⁻¹)	Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Salvia hydrangea</i>	5	100 \pm 0.0 d	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	10	100 \pm 0.0 d	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	15	100 \pm 0.0 d	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
<i>Salvia nemorosa</i>	5	1.66 \pm 1.66 a	31.6 \pm 1.66 c	46.6 \pm 1.66 b	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	10	3.33 \pm 1.66 ab	40.0 \pm 2.88 d	71.6 \pm 1.66 d	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	15	6.66 \pm 1.66 b	48.3 \pm 1.66 f	73.3 \pm 1.66 d	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
<i>Salvia verticillata</i>	5	3.33 \pm 1.66 ab	26.6 \pm 1.66 b	53.3 \pm 1.66 c	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	10	6.66 \pm 1.66 b	43.3 \pm 1.66 e	71.6 \pm 1.66 d	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	15	6.66 \pm 1.66 b	46.6 \pm 1.66 f	96.6 \pm 3.33 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
Pozitif kontrol (Malathion)	5	86.6 \pm 1.66 c	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	10	98.3 \pm 1.66 d	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
	15	100 \pm 0.0 d	100 \pm 0.0 g	100 \pm 0.0 e	100 \pm 0.0 b	100 \pm 0.0 b
Negatif kontrol (Saf su)	10	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a

*: Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p< 0.05)

Tablo 6. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *C. ferrugineus*'in erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri (μL böcek⁻¹)

Table 6. LC₅₀ and LC₉₀ values of essential oils obtained from *Salvia* species against adults of *C. ferrugineus* (μL insect⁻¹)

<i>Salvia</i> türleri	LC ₅₀	LC ₉₀	λ^2	Eğim \pm SH
<i>Salvia hydrangea</i>	*	*	*	*
<i>Salvia nemorosa</i>	*	*	*	*
<i>Salvia verticillata</i>	*	*	*	*

λ^2 : Ki kare değeri, SH: Standart hata, *: Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.

Tablo 7. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm etkisi (%)*
 Table 7. Mortality effect of essential oils obtained from *Salvia* species on adults of *T. confusum* (%)*

Uygulamalar	Doz (μL Petri ⁻¹)	Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Salvia hydrangea</i>	5	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	1.66 \pm 1.66 a	1.66 \pm 1.66 a	1.66 \pm 1.66 a
	10	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	1.66 \pm 1.66 a
	15	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	5.0 \pm 2.88 a
<i>Salvia nemorosa</i>	5	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	1.66 \pm 1.66 a	3.33 \pm 3.33 a
	10	1.66 \pm 1.66 ab	1.66 \pm 1.66 ab	1.66 \pm 1.66 a	3.33 \pm 3.33 a	3.33 \pm 1.66 a
	15	1.66 \pm 1.66 ab	3.33 \pm 1.66 b	3.33 \pm 1.66 a	3.33 \pm 1.66 a	5.0 \pm 2.88 a
<i>Salvia verticillata</i>	5	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a
	10	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a
	15	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a
Pozitif kontrol (Malathion)	5	0.0 \pm 0.0 a	1.66 \pm 1.66 ab	16.6 \pm 1.66 b	26.6 \pm 1.66 b	48.3 \pm 1.66 b
	10	3.33 \pm 1.66 b	11.6 \pm 1.66 c	16.6 \pm 1.66 b	48.3 \pm 1.66 c	70.0 \pm 0.0 c
	15	6.66 \pm 1.66 c	13.3 \pm 1.66 c	18.3 \pm 1.66 b	53.3 \pm 1.66 d	76.6 \pm 1.66 d
Negatif kontrol (Saf su)	10	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a	0.0 \pm 0.0 a

*: Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p< 0.05)

Tablo 8. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *T. confusum*'un erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri (μL böcek⁻¹)

Table 8. LC₅₀ and LC₉₀ values of essential oils obtained from *Salvia* species against adults of *T. confusum* (μL insect⁻¹)

<i>Salvia</i> türleri	LC ₅₀	LC ₉₀	λ^2	Eğim \pm SH
<i>Salvia hydrangea</i>	0.035	0.003	6.391	1.145 \pm 0.989
<i>Salvia nemorosa</i>	0.000	0.000	7.053	0.432 \pm 0.858
<i>Salvia verticillata</i>	*	*	*	*

λ^2 : Ki kare değeri, SH: Standart hata, *: Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.

Beş farklı süre uygulamalarından sonra, *S. hydrangea* uçucu yağının *C. maculatus* erginleri üzerinde % 100 oranlarında ölümler meydana getirdiği, *S. nemorosa* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ise sırası ile % 11.6-78.3 ve % 6.66-70.0 oranlarında ölümlerin olduğu belirlenmiştir (Tablo 9). *Salvia nemorosa* (LC₅₀, 0.515 ve LC₉₀, 9.689 µL böcek⁻¹) ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca* (LC₅₀, 2.745 ve LC₉₀, 0.127 µL böcek⁻¹)'nın LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerlerinin *C. maculatus* erginleri üzerinde etkili olduğu ve yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 10).

Denemelerde *S. hydrangea*'nın erginler üzerinde yüksek toksisite gösterdiği, *S. nemorosa* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca*'nın sadece *C. ferrugineus* erginleri üzerinde etkili olduğu, her üç *Salvia* türünün *T. confusum* erginleri üzerinde toksite oluşturmadığı tespit edilmiştir. Zaman dilimleri ve doz artışı göz önüne alındığında doz artışına bağlı olarak ölü birey sayısının arttığı görülmüştür. Pozitif kontrol olarak kullanılan 650 g L⁻¹ Malathion aktif maddeli sıvı insektisit 5, 10, 15 µL Petri⁻¹'lik dozlarda uygulanmış ve doz artışıyla ölüm oranlarının % 100 olduğu tespit edilmiştir. Kontrol olarak kullanılan saf suda ise hiç bir uygulama dozu ve zaman diliminde ölü birey rastlanmamıştır (Tablo 1, 3, 5, 7, 9).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmalar sonucunda 3 *Salvia* türünden elde edilen uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının depolanmış ürün zararlıları olan *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *T. confusum* ve *C. maculatus*'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri, uygulama sonrası maruz kalma sürelerine bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. En yüksek etkiyi *S. hydrangea* uçucu yağı göstermiştir. Her üç *Salvia* türünden elde edilen uçucu yağların süre ve doz arttıkça ölüm oranlarında da artış meydana gelmiştir. Shaaya ve ark. (1991), 28 uçucu yağın fumigant toksisitelelerini *R. dominica*, *O. surinamensis*, *Tribolium castaneum* ve *Sitophilus oryzae* erginlerine karşı test etmişler ve etki bakımından üç grup altında toplamışlardır. Buna göre araştırmacılar; (1) Terpinen 4-ol, 1,8-cineole bileşikleri ve üç loblu adaçayı, defne ağacı, biberiye ve lavanta çiçeği uçucu yağlarının *R. dominica*'ya, (2) Linalool, a-terpineol bileşikleri, carvacrol, farekulağı, fesleğen, *Syrian marjoram* ve kekik uçucu yağlarının *O. surinamensis*'e ve (3) 1,8-cineole bileşiği, anason ve karabiber uçucu yağlarının *T. castaneum*'a karşı son derece etkili olduğunu belirlemiştir.

Tablo 9. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *C. maculatus*'un erginleri üzerindeki ölüm etkisi (%)
Table 9. Mortality effect of essential oils obtained from *Salvia* species on adults of *C. maculatus* (%)*

Uygulamalar	Doz (µL Petri ⁻¹)	Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Salvia hydrangea</i>	5	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	10	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	15	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
<i>Salvia nemorosa</i>	5	11.6 ± 1.66 a	33.3 ± 1.66 e	41.6 ± 3.33 d	46.6 ± 3.33 c	61.6 ± 3.33 cd
	10	13.3 ± 1.66 a	35.0 ± 0.0 e	46.6 ± 1.66 e	56.6 ± 1.66 d	71.6 ± 1.66 de
	15	15.0 ± 0.0 a	36.6 ± 1.66 e	56.6 ± 1.66 f	68.3 ± 1.66 e	78.3 ± 1.66 e
<i>Salvia verticillata</i>	5	6.66 ± 4.40 a	15.0 ± 2.88 b	21.6 ± 1.66 b	36.6 ± 1.66 b	45.0 ± 16.0 b
	10	13.3 ± 1.66 a	23.3 ± 1.66 c	36.6 ± 1.66 c	46.6 ± 1.66 c	55.0 ± 7.63 bc
	15	13.3 ± 1.66 a	28.3 ± 1.66 d	36.6 ± 1.66 c	48.3 ± 1.66 c	70.0 ± 2.88 de
Pozitif kontrol (Malathion)	5	53.3 ± 1.66 b	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	10	68.3 ± 1.66 c	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	15	83.3 ± 1.66 d	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
Negatif kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.83 ± 1.66 a	1.66 ± 1.42 a	3.33 ± 1.42 a	3.75 ± 7.5 a

*: Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p < 0.05)

Tablo 10. *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların *C. maculatus*'un erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri (µL böcek⁻¹)

Table 10. LC₅₀ and LC₉₀ values of essential oils obtained from *Salvia* species against adults of *C. maculatus* (µL insect⁻¹)

<i>Salvia</i> türleri	LC ₅₀	LC ₉₀	λ ²	Eğim ± SH
<i>Salvia hydrangea</i>	*	*	*	*
<i>Salvia nemorosa</i>	0.515	9.689	0.944	1.005 ± 0.501
<i>Salvia verticillata</i>	2.745	0.127	19.711	0.959 ± 0.485

λ²: Ki kara değeri, SH: Standart hata, *: Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.

Yapılan çalışmada *O. surinamensis* ve *C. ferrugineus*'ta sırasıyla *S. hydrangea*, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ve *S. nemorosa*'dan elde edilen uçucu yağlar etkili olurken; *R. dominica* ve *C. maculatus*'ta *S. hydrangea*, *S. nemorosa* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca*; *T. confusum*'da ise *S. nemorosa*, *S. hydrangea* ve *S. verticillata* subsp. *amasiaca*'dan elde edilen uçucu yağların daha etkili olduğu belirlenmiştir. Shaaya ve ark. (1997), *S. oryzae*, *R. dominica* ve *O. surinamensis* ile yaptıkları çalışmada Labiatae familyasından elde edilen uçucu yağların 24 saat sonunda tüm böceklerin % 90'ını öldürdüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda fumigant etki sonucunda *S. hydrangea*'a karşı en hassas türler *C. ferrugineus* ve *C. maculatus* olurken, en dayanıklı böcek türünün *T. confusum* (96 saat sonunda % 1.66) olduğu saptanmıştır. *S. verticillata* subsp. *amasiaca*'dan elde edilen uçucu yağın *C. ferrugineus*'e karşı % 100'ünü 5 µL Petri¹'lik dozda 72 saat içinde öldürdüğü saptanmıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada 32 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların, *T. confusum*'un gelişme dönemleri üzerine fumigant etkisi araştırılmıştır. Test edilen uçucu yağlar içerisinde özellikle soğan ve sarımsak uçucu yağlarının, *T. confusum*'un tüm dönemleri etkili olduğu bildirilmiştir (Karcı, 2006). Çalışmalarımız sonucuna bakıldığında *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağların böcek türleri üzerinde farklı etkilere gösterdiği belirlenmiştir. Yıldırım ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmalarda ise, *Salvia multicaulis* Vahl., *S. sclarea* L., *S. hydrangea* DC., *S. nemorosa* L., *Origanum rotundifolium* Boiss., *O. onites*, *Rosmarinus officinalis* L., *Satureja spicigera*, *S. hortensis*, *Thymus fallax* Fisch. & Mey. ve *T. sipyleus* Boiss. (Lamiaceae) bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar Petri denemesiyle dört farklı konsantrasyonda *Sitophilus granarius* L. erginlerine karşı test edilmiş ve bu yağların % 39.73-100 arasında ölüme sebep olduklarını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda *S. hydrangea*, *S. verticillata* subsp. *amasiaca* ve *S. nemorosa* türlerinden elde edilen uçucu yağların *R. dominica*, *T. confusum*, *C. ferrugineus*, *C. maculatus* ve *O. surinamensis* ergin dönemlerine karşı yapılan testlerde uçucu yağların % 0-100 arasında ölüme sebep oldukları belirlenmiştir. Uçucu yağlarla yapılan bir diğer çalışmada; lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.), nane (*Mentha spicata* L.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.) ve adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'ndan elde edilen uçucu yağların değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller'nin 20-25 günlük larvalarına ve 0-24 saatlik yumurtalarına karşı duyarlılıklarının farklı olduğu bulunmuştur (Alpkent ve ark., 2013). Burada, bitki türleri ve uçucu yağ bileşenleri farklı olmasına rağmen

çalışmamız sonuçları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kervanda (2014)'nin yaptığı çalışmada ise, sarımsak ve hardal uçucu yağlarının ve bunların ana bileşenlerinin (allyl isothiocyanate ve allyl disulfide) yüksek konsantrasyonlu karbondioksit (CO₂) ve nitrojen (N₂) ile kombinasyonunun *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı fumigant etkilerini belirlemiştir. Araştırmacı, ön biyolojik test sonuçları tek başına 10 µl L⁻¹ konsantrasyonda hardal uçucu yağı ve allyl isothiocyanate uygulaması % 92 CO₂ ve N₂ ile kombinasyonuna ihtiyaç kalmadan *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda ise *Salvia* türlerinden elde edilen uçucu yağlara karşı en dayanıklı türün *T. confusum* olduğu belirlenmiş olup, yapılan çalışmayla farklılık oluşturduğu anlaşılmıştır.

Depo böcekleri ile yapılan bir çalışmada; *Artemisia dracuncululus* L., *A. santonicum* L., *A. spicigera* C. Koch, *Origanum onites* L., *Satureja thymbra* L. ve *Thymus sipyleus* Boiss bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *C. maculatus* (F.) üzerine etkisi denenmiştir. Deneme 25 ± 2 °C sıcaklıkta ve % 65 ± 5 nem ortamında yürütülerek farklı süre (12, 24, 48 ve 72 saat) ve dozlara (5, 7.5 ve 10 µ L⁻¹) maruz bırakılmıştır. Çalışmada 72 saat sonunda *A. dracuncululus* L.'un 10 µ L⁻¹ dozunda % 100 ölüm oranı tespit edilmiş olup, elde edilen bitkilerin *C. maculatus*'a potansiyel kontrol ajanı olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir (Usanmaz Bozhüyük ve ark., 2016). Bir başka çalışmada ise, *C. maculatus* erginlerine karşı origanum (*Origanum syriacum* L.), lavanta (*Lavandula angustifolia* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 30.0 ve 40.0 µg ml⁻¹ hava konsantrasyonlarının % 100 ölümlere neden olduğu bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2018). Çalışmamızda ise, 12 saat sonunda *S. hydrangea*'nın 5 µ L⁻¹ dozunda % 100 ölüm meydana geldiği belirlenmiş ve önceki çalışmalarda kullanılan materyaller farklı olsa da benzer şekilde birbirini desteklediği görülmüştür.

Çalışmalar sonucunda, farklı letal oranlarının ergin böcek türlerine ve bitkilerden elde edilen uçucu yağ maruz kalma sürelerinin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak uygulama dozu miktarı ve maruz kalma süresi arttıkça ergin ölüm oranlarının giderek arttığı belirlenmiştir. *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *C. maculatus* ve *T. confusum*'un ergin dönemleri üzerinde yapılan bu çalışmada kullanılan *Salvia* türlerinin en yüksek dozda ki uçucu yağın genel olarak daha etkili sonuç verdiği görülmüştür. *Salvia hydrangea*, *S. verticillata* L. subsp. *amasiaca* ve *S. nemorosa* L.'dan elde edilen uçucu yağlarla

yapılan uygulamada enyüksek ölüm oranının *C. ferrugineus* ve *C. maculatus*, en az ölüm oranının ise *T. confusum* erginlerinde görüldüğü sonucuna varılmıştır. *Oryzaephilus surinamensis* ve *C. ferrugineus*'da sırasıyla *S. hydrangea* > *S. verticillata* L. subsp. *amasiaca* > *S. nemorosa* L.'dan elde edilen uçucu yağlar etkili olurken; *R. dominica* ve *C. maculatus*'ta *S. hydrangea* > *Salvia nemorosa* L. > *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* ve *Tribolium confusum*'da *S. nemorosa* L. > *S. hydrangea* > *S. verticillata* L. subsp. *amasiaca*'dan alınan uçucu yağların daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Fikir/Hipotez, Materyal, Yöntem, Araştırma, Veri İşleme, Veri Analizi, Özgün Taslak Hazırlama, Yazma ve Düzenleme, N. YİĞİT; Veri İşleme, Veri Analizi, Görselleştirme, Danışman, Proje Yönetimi, Finansman Temini, Özgün Taslak Hazırlama, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, C. GÖZÜAÇIK; Veri İşleme, Veri Analizi, Görselleştirme, Ortak Danışman, L. GÜLTEKİN. Tüm yazarlar makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Finansman

Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 2017-FBE-L02 nolu proje ile desteklenmiştir.

Teşekkür

Çalışmalara katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Usanmaz BOZHÜYÜK'e teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Alpkent, Y.N., Alaoğlu, Ö., Çetin, H., 2013. Bazı bitkisel uçucu yağların *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'ya fumigant etkileri. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(2): 115-126.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ Bitkileri). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Yayın No: 481, İzmir.
- Champ, B.R., Dyte, C.E., 1976. Report of the FAO Global Survey of Pesticide Susceptibility of Stored Grain Pests. FAO Plant Production and Protection Series No: 5, Food and Agricultural Organization of The United Nations, Rome.

- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and the East Aegeans Islands. Edinburgh University Press, Vol. 1-11, Edinburgh.
- Dunkel, F.V., Sears, J., 1998. Fumigant properties of physical preparations from mountain big sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. ssp. *Vaseyana* (Rydb.) Beetle for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 34(4): 307-321.
- Duru, M.E., Çakır, A., Kordali, Ş., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S., Hirata, T., 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*, 74(1-2): 170-176.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 1990. Tahıl İşletme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No. 297, Ankara.
- Güvenç, A., Duman, H., 2010. Morphological and anatomical studies of annual taxa of *Sideritis* L. (Lamiaceae), with notes on chorology in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 34(2): 83-104.
- Huang, Y., Lam, S.L., Ho, S.H., 2000. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research*, 36(2): 107-117.
- Işık, B., 2008. Kayseri yöresinde doğal olarak yetişen bazı adaçayı (*Salvia* sp.) türlerinin uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Karcı, A., 2006. Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların kırma un biti, *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kaya, K., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Soylu, S., 2018. Determination of chemical composition and fumigant insecticidal activities of essential oils of some medicinal plants against the adults of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5): 708-714.
- Kervanda, S., 2014. Hardal ve sarımsak uçucu yağlarının ve ana birleşiklerinin tek başına ve değiştirilmiş atmosfer uygulamaları ile kombinasyonun kırma un biti, *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)'ne karşı fumigant etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kordali, Ş., Kotan, R., Çakır, A., 2007. Screening of in vitro antifungal activities of 21 oxygenated monoterpenes in vitro as plant disease control agents. *Allelopathy Journal*, 19(2): 373-391.
- Lee, B.H., Choi, W.S., Lee, S.E., Park, B.S., 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Crop Protection*, 20(4): 317-320.

- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E., Pinel, R., 1993. Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants upon 66 *Acantocelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 19(6): 1233-1244.
- Sertkaya, E., Kaya, K., Soyly, S., 2010. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Boisd (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31(1): 107-112.
- 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(3): 499-504.
- Singh, D., Siddioui, M.S., Sharma, S., 1989. Reproduction reterdant and fumigant properties in essential oils against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) in the stored wheat. *Journal of Economic Entomology*, 82(3): 727-733.
- Usanmaz, A., 2013. Satureja türlerinin uçucu yağ ve ekstralarının patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin mücadelesinde kullanım imkanlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Usanmaz Bozhüyük, A., Kordali, Ş., Kesdek, M., Altinok, M.A., Varcin, M., Bozhüyük, M.R., 2016. Insecticidal effects of essential oils obtained from six plants against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), a pest of cowpea (*Vigna unguiculata*) (L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(7): 2620-2627.
- Yıldırım, E., Kordali, Ş., Yazıcı, G., 2011. Insecticidal effects of essential oils of eleven plant species from Lamiaceae on *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Rom. Biotechnology Letters*, 16(6): 6702-6709.

ALINTI: Yiğit, N., Gözüağık, C., Gültekin, L., 2023. Adaçayı (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) Türlerine Ait Uçucu Yağların Bazı Depolanmış Ürün Zararlılarına Karşı Fumigant Etkilerinin Araştırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(1): 51-59.

CITATION: Yiğit, N., Gözüağık, C., Gültekin, L., 2023. The Investigation of Fumigant Effects of Essential Oils of Sage (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) Species Against Some Pests of Stored Products. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 10(1): 51-59. (In Turkish).