

Farklı Bitki Uçucu Yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) Erginleri Üzerindeki Etkileri

Alime BAYINDIR EROL^{1*}, Ali Kemal BİRGÜCÜ²

¹Pamukkale Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Çivril-Denizli, TÜRKİYE

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 17.02.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 22.06.2020

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

 orcid.org/0000-0001-6845-5915  orcid.org/0000-0001-9497-4700

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: abayindir@pau.edu.tr

Öz: *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) tohum kabuğunda delikler açarak kotiledonlar ile beslenmesi sonucunda, diğer böceklerin ve mikroorganizmaların girişini kolaylaştıran fasulyenin önemli zararlılarından biridir. Bu çalışmada; ardıç (*Juniperus communis*), çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), kekik (*Thymus vulgaris*), lavanta (*Lavandula hybrida*), okaliptus (*Eucalyptus globulus*) ve sarımsak (*Allium sativum*) gibi bitki uçucu yağlarının *A. obtectus* erginleri üzerinde uzaklaştırıcı ve fumigant etkileri araştırılmıştır. Uzaklaştırıcı etkinin belirlenmesi amacıyla şeffaf bir plastik tüpün bir ucuna uçucu yağ, diğer ucuna ise saf su emdirilmiş filtre kâğıtları konulmuş ve 24 saat sonunda ergin bireylerin yönelimleri izlenmiştir. Fumigant etkinin belirlenmesi amacıyla ise uçucu yağ emdirilmiş filtre kâğıtları cam kavanozların kapaklarına sabitlenmiş ve kavanoz içerisindeki canlı birey sayıları 1., 3., 5., ve 7. günlerde kaydedilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında uçucu yağların zararlıya karşı uzaklaştırıcı etki indeksleri (RI) sırasıyla -9.68, 20.00, -25.00, -11.76, 17.39 ve 18.18 şeklinde hesaplanmıştır. Bu uçucu yağların zararlıya karşı uzaklaştırıcı etki indeksleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında her bir uçucu yağın 1000, 3000 ve 5000 ppm L⁻¹lik dozlarının *A. obtectus* erginleri üzerinde fumigant etkileri belirlenmiştir. Kullanılan uçucu yağların tüm dozlarının uygulanması sonucunda, uçucu yağlar arasında istatistiksel olarak bir fark kaydedilmemiştir. En yüksek ölüm oranları, ardıç uçucu yağının 5000 ppm L⁻¹lik doz uygulamasında 1., 3., 5. ve 7. gün sayımlarında % 25.33, % 30.67, % 44.00 ve % 62.67 ölüm oranlarının kaydedilmesiyle elde edilmiştir. Sonuç olarak, bu uçucu yağlar arasında hem uzaklaştırıcı etki hem de fumigant etkileri bakımından istatistiksel bir fark bulunmamasına rağmen, zararlı ile mücadele de insan ve çevre üzerinde olumsuz etkilerinin olmaması bakımından tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ardıç uçucu yağı, fasulye tohum böceği, fumigant etki, uçucu yağlar, uzaklaştırıcı etki

Effects of Different Plant Essential Oils on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae) Adults

Abstract: *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) is one of the important pests of the bean that facilitates the entry of other insects and microorganisms as a result of opening holes in the seed coat to feed with cotyledons. In this study, repellent and fumigant effects of different essential oils, such as juniper (*Juniperus communis*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*), thyme (*Thymus vulgaris*), lavender (*Lavandula hybrida*), eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) and garlic (*Allium sativum*), on *A. obtectus* adults were investigated. To determine the repelling effect, filter papers absorbed with essential oil and pure water were placed on each end of a transparent plastic tube and after 24 hours the orientation of adult individuals was followed. In order to determine the fumigant effect, filter papers impregnated with essential oil were fixed on the lids of the glass jars, and the numbers of living individuals in the jar were recorded on the 1st, 3rd, 5th and 7th days. In the first stage of the study, the repellent index (RI) of these essential oils was calculated as -9.68, 20.00, -25.00, -11.76, 17.39, and 18.18, respectively. The repellent index of these essential oils was statistically insignificant. In the second stage of the study, fumigant effects on *A. obtectus* adults were determined by using 1000, 3000, and 5000 ppm L⁻¹ doses of each essential

oil. As a result of the application of all doses of the essential oils used, no statistically significant difference was observed between the essential oils. The highest mortality rates were obtained by recording the 25.33%, 30.67%, 44.00%, and 62.67% mortality rates on the 1st, 3rd, 5th, and 7th days of the 5000 ppm L⁻¹ dose of juniper essential oil, respectively. As a result, although there is no statistical difference between these essential oils in that both repellent effect and fumigant effects, pest control can be preferred in the way of not having negative effects on human and the environment.

Keywords: Juniper essential oil, bean seed beetle, fumigant effect, essential oils, repellent effect

1. Giriş

Depo ürünlerinde zarar oluşturan böcekler arasında Bruchinae alt familyasından *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera) türü yer almaktadır (Papachristos ve Stamopoulos, 2002). Primer zararlı konumunda olan fasulye tohum böceğinin konukçuları, Fabaceae familyasından *Phaseolus vulgaris* L. ve *Vigna* L. cinsine ait bitki türleridir (Dobie ve ark., 1984). *A. obtectus* fasulyenin önemli zararlılarından biri olup, tohum kabuğunda delikler açarak kotiledonlar ile beslenmesi sonucunda diğer böceklerin ve mikroorganizmaların girişini kolaylaştırmaktadır (Jimenez ve ark., 2017). Böylece tohumların besin değerleri ve kalitesi yanında, çimlenme özelliklerini de düşürmektedir (Gallo ve ark., 2002). Bununla birlikte uygun depolanma koşullarının sağlandığı ülkelerde tohumlarda kayıplar % 20-40 civarında olurken (Pemonge ve ark., 1997), Türkiye’de uygun depolama koşulları sağlanamadığından dolayı bu kayıplar % 100’lere ulaşabilmektedir (Yıldırım ve ark., 2001).

Depolanmış tohumlarda zararlıların kontrolünde genel olarak sentetik insektisitler ve fumigantlar kullanılmaktadır (Mueller, 1990; Jembere ve ark., 1995; Okonkwo ve Okoye, 1996; Huang ve Subramanyam, 2005). Ancak bu kimyasalların yoğun olarak kullanımı sonucunda zararlı popülasyonlarda direnç, gıda maddelerinde kalıntı, insan ve çevre üzerinde olumsuz etkiler meydana gelmektedir (Lee ve Lees, 2001; Isman, 2006; Roel ve Vendramim, 2006). Bu etkilerden dolayı alternatif mücadele yöntemlerinden olan uçucu yağlar üzerine olan çalışmalara yoğunluk verilmiştir (Bakkali ve ark., 2008; Chu ve ark., 2010; Ebadollahi, 2011). Uçucu yağlar başlıca Myrtaceae, Lauraceae, Lamiaceae ve Asteraceae

familyalarına ait 17500 aromatik bitki türünden elde edilmektedir (Regnault-Roger ve ark., 2012). Uçucu yağların böceklerin; davranışı, beslenme, büyüme, gelişme ve üreme üzerine etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Coast, 1994; Nerio ve ark., 2009; Tripathi ve ark., 2009; Birgücü ve ark., 2014). Bu çalışmada; ardıç (*Juniperus communis*), çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), kekik (*Thymus vulgaris*), lavanta (*Lavandula hybrida*), okaliptus (*Eucalyptus globulus*) ve sarımsak (*Allium sativum*) uçucu yağlarının, depo zararlılarından olan *A. obtectus* erginleri üzerinde uzaklaştırıcı ve fumigant etkilerinin bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini *A. obtectus* ergin bireyleri ve Tablo 1’de verilen uçucu yağlar oluşturmaktadır. Hem *A. obtectus* ergin bireylerinin üretimi hem de uçucu yağların uzaklaştırıcı ve fumigant etki denemeleri 25±1 °C sıcaklık, % 60±5 orantılı nem ve karanlık ortam koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında yürütülmüştür.

2.1. Böcek üretimi

Acanthoscelides obtectus erginleri ile bulaşık fasulye (*P. vulgaris* L.) tohumları laboratuvar koşullarında kültüre alınmıştır. Ergin bireylerin üretilmesinde 20x14x10 cm boyutlarında plastik kültür kapları kullanılmıştır. Bu kaplarının üzeri 10x10 cm ebatlarında kesilerek üzeri tül ile kapatılmıştır. Aynı yaş grubunda ergin bireyler elde edebilmek için bu plastik kaplara, 250 gram temiz fasulye tohumları konarak, ergin bireylerin 3-4 gün süre ile yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bu sürenin sonunda ergin bireyler ortamdan uzaklaştırılarak, yumurtalardan ergin çıkışı beklenmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan uçucu yağların elde edildiği bitkilerin bilimsel isimleri ve elde edildiği bitki kısımları*

İsim	Bilimsel isim	Familya	Elde edilen kısım
Ardıç	<i>Juniperus communis</i> L.	Cupressaceae	Tohum
Çay ağacı	<i>Melaleuca alternifolia</i> (Maiden & Betche) Cheel	Myrtaceae	Yaprak ve dal uçları
Lavanta	<i>Lavandula hybrida</i>	Lamiaceae	Yaprak ve çiçek/tomurcuk
Kekik	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Lamiaceae	Yaprak ve dalları
Okaliptus	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Myrtaceae	Yaprak
Sarımsak	<i>Allium sativum</i> L.	Liliaceae	Tohum

*: Denemelerde Biorganix life® ticari uçucu yağları kullanılmıştır.

2.2. Denemelerin kurulması

2.2.1. Uzaklaştırıcı etki denemelerinin kurulması

Acanthoscelides obtectus erginleri üzerinde Tablo 1'de verilen uçucu yağların uzaklaştırıcı etkilerinin araştırılmasında her bir uçucu yağın 25000 ppm L⁻¹'lik dozu kullanılmıştır. Belirtilen dozlarda hazırlanan uçucu yağlar pipet yardımıyla alınarak 1x1 cm ebatlarında kesilen filtre kağıtlarına pipet yardımıyla emdirilmiştir. Uzaklaştırıcı etki denemelerinde hazırlanan 7 cm çapında ve 30 cm uzunluğunda şeffaf plastik tüpler kullanılmıştır. Bu tüplerin bir ucuna uçucu yağ, diğer ucuna ise kontrol grubu oluşturması için sadece saf su emdirilmiş belirtilen ebatlarda filtre kağıtları konulmuştur. Bu şeffaf plastik tüplerin tam orta kısmında 3 cm çapında bir delik açılarak ve bu açıklığa 20 cm uzunluğunda bir başka plastik şeffaf tüp yerleştirilmiştir. Oluşturulan bu düzenek içerisine 20 adet *A. obtectus* ergini salınmıştır. Denemelerde 24 saat sonunda ergin bireylerin düzeneğin hangi kısmında bulunduğu belirlenerek kaydedilmiştir.

2.2.2. Fumigant etki denemelerinin kurulması

Acanthoscelides obtectus erginlerine Tablo 1'de verilen uçucu yağların fumigant etkilerinin araştırılmasında her bir uçucu yağın 1000, 3000 ve 5000 ppm L⁻¹'lik dozu kullanılmıştır. Uçucu yağlar 1x1 cm ebatlarında kesilen filtre kağıtlarına pipet yardımıyla emdirilmiş ve denemenin kurulacağı cam kavanozların kapaklarına sabitlenmiştir. Denemelerde kültür kaplarından emgi şişesi yardımıyla 15'er adet aynı yaş grubundan ergin bireyler çekilerek, denemelerin yapılacağı 1 litrelik cam kavanozlara aktarılmıştır. Ayrıca erginlerin beslenmesi için, her bir deneme kavanozuna 10 adet temiz fasulye tohumu bırakılmıştır. Böylece hazırlanan her bir kavanoz bir tekerrür olmak üzere, denemeler beş tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulamaların 1., 3., 5., ve 7. günlerinde sayımlar yapılarak canlı bireyler kaydedilmiştir.

2.3. İstatistiksel değerlendirme

Acanthoscelides obtectus erginlerine uçucu yağların uygulanması sonucunda elde edilen verilere iki yönlü t testi (Paired-samples t test) uygulanmıştır (p≤0.05). Ayrıca, ergin birey sayıları üzerinden her bir uçucu yağın uzaklaştırıcı indeksleri Eşitlik 1 (Pascual-Villalobos ve Robledo, 1998; Birgücü ve ark., 2016) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$RI = \frac{C-T}{C+T} \times 100. \quad (1)$$

Eşitlikte RI, uzaklaştırıcı indeksini; C, kontrol uygulanmış ergin birey sayısını; T, ise uçucu yağ uygulanmış ergin birey sayısını ifade etmektedir.

Fumigant etki testlerinde 1., 3., 5. ve 7. gün sayım sonuçlarında canlı bireyler üzerinden veriler değerlendirilmiştir. Abbott (1925) tarafından bildirilen Eşitlik 2 kullanılarak düzeltilmiş yüzde (%) ölümler hesaplanmıştır.

$$\frac{(A-B)/A}{A} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte A, kontroldeki % canlıyı; B, muameledeki % canlıyı ifade etmektedir.

Bu denemelerden elde edilen verilere, tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulandıktan sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi (Tukey, 1949) yapılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için IBM SPSS® Statistics (Version 20.0, August 2011, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programından yararlanılmıştır.

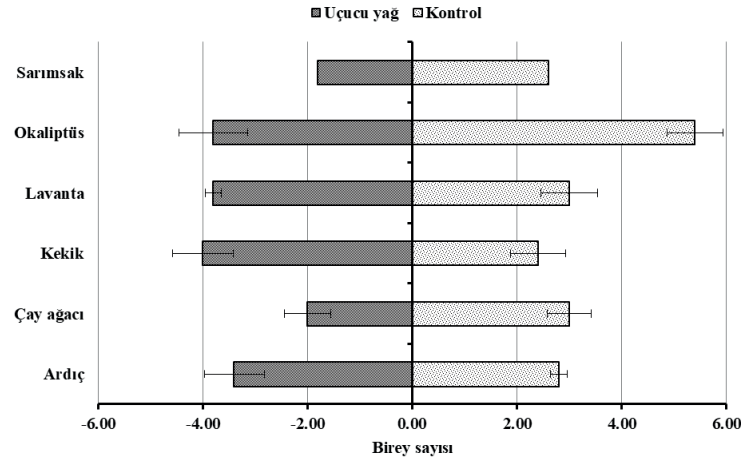
3. Bulgular ve Tartışma

Acanthoscelides obtectus erginleri üzerinde farklı uçucu yağların uzaklaştırıcı etki indeks değerleri Tablo 2'de verilmiştir. *A. obtectus* erginlerinde kekik uçucu yağı cezbedici özellik göstermişken, çay ağacı ve sarımsak uçucu yağları uzaklaştırıcı etki göstermiştir. Bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz olarak bulunmuştur. *A. obtectus* erginleri, ardıç ve lavanta uçucu yağ uygulamaları sonucunda kontrol grubuna göre daha fazla yönelim göstermiştir (Şekil 1 ve Tablo 2). Okaliptüs uçucu yağının uygulanmasında ise kontrol grubuna göre daha az yönelim gerçekleşmiştir. Ancak yapılan ikili t testi sonuçlarından oluşan bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Şekil 1). Kekik uçucu yağının, zararlının erginleri üzerinden hesaplanan uzaklaştırıcı indeksi -25.00 olarak kaydedilmiştir. Çay ağacı ve sarımsak uçucu yağlarının uzaklaştırıcı indeks değerleri de sırasıyla 20.00 ve 18.18 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı uçucu yağların, *Acanthoscelides obtectus* erginleri üzerinden hesaplanan uzaklaştırıcı indeksleri

Uçucu yağ	Uzaklaştırıcı indeksi (RI)
Ardıç	-9.68
Çay ağacı	20.00
Lavanta	-11.76
Kekik	-25.00
Okaliptüs	17.39
Sarımsak	18.18

Oliveira ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada; *Azadirachta indica* A. Juss, 1830 (Meliaceae), *Cinnamomum zeylanicum* J. Presl (Lauraceae), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae), *Eucalyptus* sp. L'Hér (Myrtaceae) ve *Piper nigrum* L. (Piperaceae) bitkilerinden elde edilen uçucu



Şekil 1. Farklı uçucu yağların *Acanthoscelides obtectus*'un erginleri üzerinde uzaklaştırıcı etkileri
Paired-samples t test $p \leq 0.05$, SD= 4, $t_{\text{sarımsak}} = -0.444$, $t_{\text{okaliptüs}} = -0.535$, $t_{\text{lavanta}} = 0.749$, $t_{\text{kekik}} = 1.725$, $t_{\text{çay ağacı}} = -0.632$, $t_{\text{ardıç}} = 0.399$

yağlarının *A. obtectus* bireylerinde uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Bir başka çalışmada ise *Citrus reticulata* Balonco (Rutaceae) ve *C. limonum* (L.) Burm.f. (Rutaceae), *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) ve *Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae) uçucu yağlarının *A. obtectus* bireylerine uygulanması sonucunda en yüksek uzaklaştırıcı etkiye sahip uçucu yağ % 71.25 ile *M. piperita* olarak kaydedilmiştir (Khelfane-Goucem ve ark., 2016).

A. obtectus erginlerine farklı uçucu yağlarının 1000 ppm L^{-1} 'lik dozlarının uygulanması sonucunda farklı fumigant etkiler meydana gelmiştir. Uygulamanın 1., 3., 5. ve 7. gün sayım sonuçlarında uçucu yağlar arasında meydana gelen ölüm oranlarında istatistiksel farklılık kaydedilmemiştir. Uygulamanın 1. gün sayım sonuçlarında % 10.67 ölüm oranı ile çay ağacı uçucu yağı, 7. gün sayım sonuçlarında % 52.00 ölüm oranı ile lavanta uçucu yağı en yüksek etkiye sahip uçucu yağlar olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Farklı uçucu yağlarının 3000 ppm L^{-1} 'lik dozlarının *A. obtectus* erginlerine uygulanması sonucunda farklı fumigant etkiler meydana gelmiştir. Uygulamanın 1., 3., 5. ve 7. gün sayım sonuçlarında uçucu yağlar arasında meydana gelen ölüm oranlarında istatistiksel farklılık kaydedilmemiştir. Denemenin 1. gün sayım sonuçlarında % 14.67 ölüm oranı ile çay ağacı uçucu yağı en yüksek etkiye sahip bulunmuştur. Denemenin 3. ve 5. gün sayım sonuçlarında % 29.22 ve % 48.00 ölüm oranları okaliptüs uçucu yağı, 7. gün sayım sonuçlarında % 58.67 ölüm oranı ile ise ardiç uçucu yağı en yüksek etkiye sahip uçucu yağ olarak kaydedilmiştir (Tablo 4).

Farklı uçucu yağlarının 5000 ppm L^{-1} 'lik dozlarının *A. obtectus* erginlerine uygulanması sonucunda farklı fumigant etkiler meydana gelmiştir. Uygulamanın 1., 3., 5. ve 7. gün sayım

sonuçlarında uçucu yağlar arasında meydana gelen ölüm oranlarında istatistiksel farklılık kaydedilmemiştir. Denemenin 1., 3., 5. ve 7. gün sayım sonuçlarında ardiç uçucu yağı sırasıyla % 25.33, % 30.67, % 44.00 ve % 62.67 ölüm oranları ile en yüksek etkiye sahip uçucu yağ olarak kaydedilmiştir (Tablo 5).

Çetin ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada *A. obtectus* erginlerine *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) ve *Salvia fruticosa* Mill. (Lamiaceae) uçucu yağlarının uygulanması sonucunda % 100.00; *Laurus nobilis* L. (Lauraceae), *Artemisia dracunculus* Ledeb. (Asteraceae) ve *Mentha aquatica* L. (Lamiaceae) uçucu yağlarının uygulanması sonucunda ise % 90.00 ölüm oranı meydana geldiğini belirtmişlerdir. Aynı zararlı üzerine *Gomortega keule* (Molina) Baillon (Gomortegaceae) ve *Leurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul. (Atherospermataceae) uçucu yağlarının uygulanması sonucunda % 100.00 ölüm oranı kaydedilmiştir (Bittner ve ark., 2008).

A. obtectus erginlerine karşı *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae), *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae) ve *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae) uçucu yağlarının toksik etkili olduğu bildirilmektedir (Atanasova ve Ganchev, 2018). Yapılan diğer bir çalışmada ise *A. obtectus*'un dişi bireylerine karşı *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) ve *Lavandula hybrida* L. (Lamiaceae) uçucu yağlarının, erkekler bireylerine karşı ise *Mentha microphylla* L. (Lamiaceae) ve *M. viridis* L. (Lamiaceae) uçucu yağlarının toksik etki gösterdiği kaydedilmiştir (Papachristos ve Stamopoulos, 2002).

Acanthoscelides obtectus bireyleri için farklı uçucu yağların uygulanması sonucunda elde edilen LC50 değerleri ise *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae) için 22.30 $\mu l L^{-1}$, *Thymbra spicata* L. (Lamiaceae) için 32.40 $\mu l L^{-1}$, *Lavandula stoechas*

Tablo 3. *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde farklı uçucu yağların 1000 ppm L⁻¹'lik dozlarının uygulaması sonucunda yüzde ölüm oranları

Uçucu yağlar	Uygulama süresi % ölüm (ortalama±standart hata)			
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün
Ardıç	2.67±2.67	22.67±6.18	21.67±6.18	45.44±9.66
Çay ağacı	10.67±5.42	22.67±8.59	42.67±6.53	48.00±8.26
Kekik	5.33±3.89	20.00±8.69	32.00±8.27	44.00±3.65
Lavanta	0.00±0.00	14.67±3.27	14.67±3.27	52.00±6.21
Okaliptus	0.00±0.00	10.67±3.40	10.67±3.40	50.67±7.35
Sarımsak	0.00±0.00	12.00±2.49	12.00±2.49	48.00±4.47

Tablo 4. *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde farklı uçucu yağların 3000 ppm L⁻¹'lik dozlarının uygulaması sonucunda yüzde ölüm oranları

Uçucu yağlar	Uygulama süresi % ölüm (ortalama±standart hata)			
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün
Ardıç	9.33±4.99	18.67±4.42	40.00±5.16	58.67±7.42
Çay ağacı	14.67±7.72	25.33±7.72	30.67±7.48	50.67±6.86
Kekik	0.00±0.00	6.67±5.16	26.67±11.35	45.33±13.23
Lavanta	0.00±0.00	28.00±10.41	34.67±10.20	53.33±8.43
Okaliptus	1.33±1.33	29.33±16.00	48.00±13.56	52.00±12.72
Sarımsak	8.00±1.33	12.00±3.27a	24.00±4.99	50.67±3.40

Tablo 5. *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde farklı uçucu yağların 5000 ppm L⁻¹'lik dozlarının uygulaması sonucunda yüzde ölüm oranları

Uçucu yağlar	Uygulama süresi % ölüm (ortalama±standart hata)			
	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün
Ardıç	25.33±12.18	30.67±11.27	44.00±7.77	62.67±7.48
Çay ağacı	12.00±3.27	20.00±4.71	32.00±4.90	54.67±6.46
Kekik	2.67±1.63	6.67±3.65	22.67±6.86	61.33±8.00
Lavanta	4.00±2.67	9.33±4.00	34.67±10.83	60.00±12.47
Okaliptus	17.33±3.40	25.33±1.33	38.67±3.89	56.00±4.52
Sarımsak	16.00±6.86	24.00±6.86	36.00±5.81	52.00±3.27

L. (Lamiaceae) için 46.30 µl L⁻¹ (Selimoğlu ve ark., 2015); *Clausena anisata* (Willd.) Hook.f.ex Benth (Rutaceae) için 0.093 µl cm⁻³ (Ndomo ve ark., 2008); *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae) için 9.45 µl L⁻¹ (Jairoce ve ark., 2016); *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) için 45.31 µl L⁻¹ hava, *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) için 2.36 µl L⁻¹ hava (Karabörklü ve ark., 2010); *Lavandula hybrida* L. (Lamiaceae), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) ve *Eucalyptus globulus* Labill (Myrtaceae) için 0.80-47.10 mg L⁻¹ değerleri kaydedilmiştir (Papachristos ve ark., 2004).

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, depo zararlılarına karşı yoğun olarak kullanılan sentetik insektisitler ve fumigantlardan dolayı insan sağlığı ve çevrenin büyük oranda zarar görmesinden dolayı, yapılan çalışmada her ne kadar uçucu yağlar arasında istatistiksel bir fark olmamasına rağmen bu uygulanan uçucu yağların kullanılması durumunda herhangi bir zararlı etkinin bulunmaması açısından tercih edilebileceklerdir.

Kaynaklar

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267.
- Atanasova, D., Ganchev, D., 2018. Fumigant Action of Some Essential Oils Towards Bean Weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. Agricultural University, Plovdiv, Scientific Works, Vol., LXI, Book 2., pp. 145-152.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idoamar, M., 2008. Biological effects of essential oil-A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- Birgücü, A.K., Çelikpençe, Y., Karaca, İ., 2014. Böcek yumurtası ve konukçu bitki arasındaki karşılıklı ilişkiler. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(2): 107-119.
- Birgücü, A.K., Çelikpençe, Y., Akdaş, A., Gökkaya, S., Karaca, İ., 2016. Farklı uçucu yağların *Trialeurodes vaporariorum*'un yumurta bırakma davranışı üzerine etkileri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6(3): 213-220.
- Bittner, M., Casanueva, M.E., Arbert, C.C., Aguilera, M.A., Hernández, V.J., Becerra, J.V., 2008. Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and

- Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 53(1): 1455-1459.
- Chu, S.S., Ru Liu, Q., Long Liu, Z., 2010. Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38(4): 489-492.
- Coast, J.R., 1994. Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annual Review of Entomology*, 39(1): 489-515.
- Çetin, H., Uysal, M., Şahbaz, A., Alaoğlu, Ö., Akgül, A., Özcan, M.M., 2014. Tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağlarının fasulye tohum böceği [*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)] erginlerine fumigant etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1): 6-11.
- Dobie, P., Haines, C.P., Hodges, R.J., Prevett, P.F., 1984. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products, Their Biology and Identification: A Training Manual. Tropical Development and Research Institute, UK.
- Ebadollahi, A., 2011. Iranian plant essential oils as sources of natural insecticide agents. *International Journal of Biological Chemistry*, 5(5): 266-290.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveria Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C., 2002. Entomologia Agrícola Piracicaba: FEALQ, 920p.
- Huang, F., Subramanyam, B., 2005. Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphosmethyl and pirimiphos-methyl plus synergized pyrethrins. *Pest Management Science*, 61(4): 356-362.
- Isman, M.B., 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51(1): 45-66.
- Jairoce, C.F., Teixeira, C.M., Nunes, C.F.P., Nunes, A.M., M.P. Pereira, C.M.P., Garcia, F.R.M., 2016. Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 20(1): 72-77.
- Jembere, B., Obeng-Ofori, D., Hassanali, A., Nyamasyo, G.N.N., 1995. Products derived from the leaves of *Ocimum kilimandscharicum* (Labiatae) as post-harvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. *Bulletin of Entomological Research*, 85(3): 361-367.
- Jimenez, J.C., Fuente, M., Ordas, B., Dominguez, L.E.G., Malvar, R.A., 2017. Resistance categories to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in therapy bean (*Phaseolus acutifolius*), new sources of resistance for dry bean (*Phaseolus vulgaris*) breeding. *Crop Protection*, 98(C): 255-266.
- Karabörklü, S., Ayvaz, A., Yılmaz, S., 2010. Bioactivities of different essential oils against the adults of two stored product insects. *Pakistan Zoological Society*, 42(6): 679-686.
- Khelfane-Goucem, K., Lardjane, N., Medjdoub-Bensaad, F., 2016. Fumigant and repellent activity of Rutaceae and Lamiaceae essential oils against *Acanthoscelides obtectus* Say. *African Journal of Agricultural Research*, 11(17): 1499-1503.
- Lee, S.E., Lees, E.M., 2001. Biochemical mechanisms of resistance in strains of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) resistant to malathion and chlorpyrifos-methyl. *Journal of Economic Entomology*, 94(3): 706-713.
- Mueller, D.K., 1990. Fumigation. In: A. Mallis (Ed.), *Handbook of pest control*, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, USA, pp. 901-939.
- Nerio, L.S.N., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E., 2009. Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*, 45(3): 212-214.
- Ndomo, A.F., Ngamo, L.T., Taponjoui, L.A., Tchouanguep, F.M., Hance, T., 2008. Insecticidal effects of the powdery formulation based on clay and essential oil from the leaves of *Clausena anisata* (Willd.) J.D. Hook ex. Benth. (Rutaceae) against *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Pest Science*, 81(4): 227-234.
- Oliveira, M.R., Silva Bonome, L.T., Hertwig Bittencourt, H., Zarowni, E., Silva Lefchak, L., 2018. Alternative treatments in bean seeds for repelling *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Seed Science*, 40(4): 362-369.
- Okonkwo, E.U., Okoye, W.I., 1996. The efficacy of four seed powders and the essential oils as protectants of cow-pea and maize grain against infestation by *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) in Nigeria. *International Journal Pest Management*, 42(3): 143-146.
- Papachristos, D.P., Karamanoli, K.I., Stamopoulos, D.C., Menkissoglu-Spiroudi, U., 2004. The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Pest Management Science*, 60 (5): 514-520.
- Papachristos, D.P., Stamopoulos, D.C., 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(4): 365-373.
- Pascual-Villalobos, M.J., Robledo, A., 1998. Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. *Industrial Crops and Products*, 8(3): 183-194.
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., Arnason, J.T., 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57(1): 405-424.
- Pemonge, J., Pascual-Villalobos, M.J., Regnault-Roger, C., 1997. Effects of material and Extracts of *Trigonella foenum-graecum* L. Against the Stored Product Pests *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 33(3): 209-217.
- Roel, A. R., Vendramim, J.D., 2006. Residual effect of ethyl acetate extract of *Trichilia pallida* Swartz

- (Meliaceae) for *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae of different ages. *Ciencia Rural*, 36(4): 1049-1054.
- Selimoğlu, T., Gökçe, A., Yanar, D., 2015. Bazı bitki uçucu yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) üzerindeki fumigant toksisiteleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(1): 109-118.
- Tripathi, K.A., Upadhyay, S., Bhuiyan, M., Bhattacharya, P.R., 2009. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 1(5): 52-63.
- Tukey, J.W., 1949. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5(2): 99-114.
- Yıldırım, E., Özbek, H., Aslan, G., 2001. Depolanmış Ürün Zararlıları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 191, Erzurum.