

Atf İçin: Akkuş S, Gözüaçık C, Gültekin L, 2021. *Thymus sipyleus* (Boiss.) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Lamiaceae) Ait Uçucu Yağların Bazı Depolanmış Ürün Zararlılarına Karşı Fumigant Etkileri. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4): 2487-2497.

To Cite: Akkuş S, Gözüaçık C, Gültekin L, 2021. Fumigant Effects of Essential Oils of *Thymus sipyleus* (Boiss.) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas and *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Lamiaceae) Against Some Stored Product Pests. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4): 2487-2497.

***Thymus sipyleus* (Boiss.) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Lamiaceae) Ait Uçucu Yağların Bazı Depolanmış Ürün Zararlılarına Karşı Fumigant Etkileri**

Seliha AKKUŞ¹, Celalettin GÖZÜAÇIK^{1*}, Levent GÜLTEKİN²

ÖZET: Bu çalışmada, İğdir ilinden toplanmış Lamiaceae familyasına ait *Thymus sipyleus* (Boiss) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas ve *Mentha longifolia* (Hudson) subsp. *longifolia* bitkilerinin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların Ekin kambur biti, *Rhizopertha dominica* (Fabricius), testereli böcek, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), küçük kırma biti, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), bürülce tohum böceği, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) ve kırma biti, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri incelenmiştir. Söz konusu bitkilerden elde edilen yağlar 25±1°C sıcaklık ve %65±5 orantılı nem koşullarında 5, 10 ve 15 µl petri⁻¹ dozlarında 3 tekerrür hazırlanmış ve 12, 24, 48, 72 ve 96 saatte ölüm oranlarına bakılarak LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda, (LC₅₀ ve LC₉₀) değerine göre en az toksisite *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağı için (LC₅₀, 1.1555 µl böcek⁻¹ ve LC₉₀, 4.567) *O. surinamensis* erginleri üzerinde belirlenirken, her iki bitkinin uçucu yağının diğer tür ve dozların toksisiteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lamiaceae, depolanmış ürün zararlıları, fumigant etki, uçucu yağ.

Fumigant Effects of Essential Oils of *Thymus sipyleus* (Boiss.) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas and *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Lamiaceae) Against Some Stored Product Pests

ABSTRACT: In this study was investigated fumigant effects on adult of important pests of stored products of lesser grain borer, *Rhizopertha dominica* (Fabricius), sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) and confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val of obtained essential oils above ground of *Thymus sipyleus* (Boiss) subsp. *rosulans* (Borbas) Jalas and *Mentha longifolia* (Hudson) subsp. *longifolia* in the Lamiaceae family of plants collected from İğdir province. The obtained essential oils of these plants were prepared in 3 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 periods. In consequence of the studies, according to the LC₅₀ and LC₉₀ values, the least toxicity was determined for *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* essential oil (LC₅₀, 1.1555 µl insect⁻¹ and LC₉₀, 4.567) while the least toxicity was determined on *O. surinamensis* adults, while the other species and doses of the essential oils of both plants were found to have toxicity.

Keywords: Lamiaceae, pests of stored products, fumigant, essential oil.

¹ Seliha AKKUŞ ([Orcid ID: 0000-0002-5790-4006](https://orcid.org/0000-0002-5790-4006)), İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdir, Türkiye

¹ Celalettin GÖZÜAÇIK ([Orcid ID: 0000-0002-6543-7663](https://orcid.org/0000-0002-6543-7663)), İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdir, Türkiye

² Levent GÜLTEKİN² ([Orcid ID: 0000-0002-6039-7535](https://orcid.org/0000-0002-6039-7535)), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Celalettin GÖZÜAÇIK, e-mail: cgozuacik46@gmail.com

Bu çalışma Seliha AKKUŞ'un Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

İnsanoğlu ürettikleri gıdaların bir kısmını taze tüketirken bir kısmını depolamaktadır. Depolanan ürünleri her ne kadar korunsun da, böcekler tarafından zarara uğrayabilmektedir (Boxall, 2001). Ürünleri bu zararlılardan koruyabilmek için, yoğun bir şekilde kimyasal mücadele yapılmaktadır. Ancak, böceklerin kimyasallara karşı dayanıklılık kazanması, kalıntı bırakması ve yoğun toksik etkisi ve benzeri sebeplerden dolayı alternatif mücadele yöntemlerinin depolanmış ürün böcekleriyle mücadeledeki önemi gittikçe artmaktadır (Çam ve ark., 2012). Bitkilerden çıkarılan uçucu yağlar böcekler üzerinde gelişme ve çoğalmayı engelleyici, uzaklaştırıcı (repellent), toksik ve beslenmeyi engelleyici (antifeedant) etkiler göstermektedir (Mansour ve ark., 1986; Singh ve ark., 1989; Ndungu ve ark., 1995). Günümüzde, doğada doğal yetişen 300 civarında bitkinin yaklaşık 1/3'ünün uçucu yağ içerdiği bilinmektedir. Eterik yağlar, bitkilerin su buharı distilasyon yöntemiyle çıkarılan, normal koşullarda sıvı, yağimsı, kuvvetli kokulu karışımlardır (Tanker ve Tanker, 1990). Eterik yağ bulunan bitkiler daha çok sıcak bölgelerde yetişmektedirler (Ceylan, 1996). Bitkiler tarafından çıkarılan uçucu yağların üzerinde durulmasının sebebi, bitkilerin tabiatta doğal olarak bulunmaları nedeniyle doğaya zehirli maddelerin yayılmasına sebep olmamalarıdır. Ayrıca, kısa sürede ayrıştıklarından çevre kirliliği ve insan sağlığı için herhangi bir tehdit edici uzun süreli kalıntılara sebep vermemesi ve seçici olmalarıdır (Benner, 1993). Bitki kökenli pestisitler içerisinde yer alan uçucu yağlar, en çok depolanmış ürün zararlılarına karşı test edilmiştir (Elgün ve Ertugay, 1990). Uçucu bileşiklerden elde edilen eterik yağlar böceklere solunum yoluyla daha çok etkili olduklarından çalışmalar fumigant etki üzerine yoğunlaşmıştır (Channoo ve ark., 2002).

Lamiaceae familyası türlerinin uçucu yağ ile bileşenleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Lamiaceae familyası yaklaşık 250 cinsle 7 000 tür ile dünyada yayılış alanı en geniş bitki familyalarından biridir (Thorne, 1992). Türkiye'de 45 cinsle 256'sı endemik olan 574 türü bilinmektedir (Kahraman ve ark., 2009). Kekik bitkisi, bu türlerden doğada yaygın olarak bulunan türdür.

Kekik bitkisi olarak adlandırılan cinslerden Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* bulunmaktadır (Başer ve ark., 1994). Dünyada *Thymus*; cinsine ait tür sayısı 220 kadar olup, Türkiye'de 39 türü bulunmaktadır. Kekiğin uçucu yağ bileşenleri içeriğinde borneol, linalol, thymol, p-simen, carvacrol, terpineol ve cymol bulunmaktadır. Kekik bitkisine has kokusunu veren içeriğindeki thymol ile carvacrol bileşenleridir. Thymol yüksek derecede bir antimikrobiyaldir (Akgül, 1993). Kekiğin fumigant etkisinin zararlı türüne, gelişme dönemine, uygulama miktarına ve süresine bağlı olarak depolanmış ürün zararlılarına karşı yüksek derecede öldürücü etki gösterdiğini bildirmiştir. *Mentha* cinsinin Türkiye'de 7 türü bilinmektedir (Baytop, 1999). Lopez ve Pascual-Villalobos (2010) ile Rajendran ve Sriranjini (2008) yürüttükleri çalışmada, *Mentha* cinsine bağlı türlerin içeriğinde bulunan monoterpenlerin depolanmış ürün zararlıları üzerinde yüksek ölçüde fumigant etki gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Bu çalışma, Lamiaceae familyasına ait *Thymus sipyleus* subsp. *rosulans* (kekik) ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (yarpuz) bitkilerinden elde edilen eterik yağların, depolanmış ürün zararlılarından *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium confusum* ile *Oryzaephilus surinamensis*'in ergin dönemleri üzerine fumigant etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Böcek Materyali

Denemede kullanılacak depolanmış ürün zararlıları Ekin kambur biti, *Rhyzopertha dominica*, testereli böcek, *Oryzaephilus surinamensis*, küçük kırma biti, *Cryptolestes ferrugineus*, bürülce tohum böceği, *Callosobruchus maculatus* ve kırma biti, *Tribolium confusum*'dur. Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entomoloji laboratuvarı'nda bulunan stok kültürlerden üretilmiştir. Böceklerin üretilmesinde *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus* ve *T. confusum* için stok kültürlerden alınan ergin bireyler, içinde sağlam ve kırık buğday ile un- kepek (karışım oranı 1+1+1) bulunan 0,5 litrelik kaplarda, *C. maculatus* ise içinde nohut ve bürülce (karışım oranı 1+1) bulunan kaplar kullanılmıştır. Böceklerin beslenmesinde kullanılan ürünler -20°C'de bekletilerek mevcut zararlılardan temiz hale getirilmiştir. Böcekler 27±2°C sıcaklık ile %50±10 nisbi nem şartlarında kültüre alınmıştır. Denemelerde 0-10 günlük ergin bireyler kullanılmıştır.

Bitki materyali ve Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Thymus sipyleus subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* bitkileri Mayıs-temmuz aylarında çiçeklenme döneminde Iğdır ilinin Suveren ve Yüzbaşılar Köyü'nden toplanmıştır. Toplanan bitkiler gölgede kurutulmuştur. Clevenger cihazı kullanılarak kurutulmuş bitki örneklerinden hidrodistilasyon yöntemiyle uçucu yağlar çıkarılmıştır. Yağlar çalışmada kullanılmaya kadar cam tüpler içinde buzdolabında muhafaza edilmiştir. Uçucu yağların analizleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Köyceğiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu laboratuvarında yapılmıştır.

Yöntem

Uçucu Yağların Etkisinin Belirlenmesi

Üretimi yapılan *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *T. confusum* ve *C. maculatus* erginleri 9 cm'lik petrilere yerleştirilmiştir. Her petriye 20 adet böcek ve daha önceden zararlılardan arındırılmış 5'er gram (gr) tahıl karışımı ve bürülce eklenmiştir. Petrilerin içine steril kurutma kağıtları bir bant yardımıyla yerleştirilmiştir. Uçucu yağların zararlılarda fumigant etkisini belirlemek için yağlar 5, 10 ve 15 µl petri⁻¹ dozlarında hazırlanıp kurutma kağıdına mikropipet yardımıyla emdirilmiştir. Uygulama öncesi homojen bir karışım için 1 dakika vortexte karıştırılmıştır. Kontrol olarak saf su ve karşılaştırma ilacı olarak da Malathion 65 EM (650 g l⁻¹) sıvı insektisit kullanılmıştır. Böcekler 12, 24, 48, 72 ve 96 saat süre ile bu ortama alınmıştır. Denemeler 25±1°C sıcaklık ve %65±5 orantılı nem koşullarına ayarlı soğutmalı inkübatörde yürütülerek her deneme 3 tekrür olarak yapılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Thymus sipyleus Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkilerinden çıkarılan uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı ve böceğin ergin dönemine olan etkileri kaydedilmiş, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatler sonunda % ölüm oranları tespit edilmiştir. Sonuçlarda istatistiksel olarak bir fark olup olmadığını belirlemek için, SPSS (Statistical Package for Social Sciences 17.0) yazılım paketi kullanılarak, varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve Duncan testi ile ortalamalar arasındaki farklar (p<0.01) test edilmiştir. LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri, Finney (1971) yöntemine göre hesaplanmış ve her bir uygulamanın %95 güven sınırlarında LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için EPA Probit Analiz Programı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmalarda *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkilerinden çıkarılan uçucu yağların 5, 10 ve 15 µl petri⁻¹ dozlarının *C. ferrugineus*

(Steph.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Tribolium confusum* (duVal) ve *Callosobruchus maculatus* (F.) erginlerine karşı beş farklı zamanda (12, 24, 48, 72 ve 96 saat) etkileri karşılaştırılmıştır (Çizelge 3 ve 4). Ayrıca çalışmada kullanılan *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların temel komponentleri ve bağıl yüzdeleri Çizelge 1 ve 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* bitkisinden çıkarılan uçucu yağların kimyasal bileşimi

RI	Bileşik adı	%	Teşhis Yöntemi
905	α -Tujen	0.04	Co- GC, MS, RI
914	α -Pinen	0.08	Co- GC, MS, RI
932	Kamfen	0.07	Co- GC,MS, RI
948	β -Pinen	0.05	Co- GC, MS, RI
974	1-okten-3-ol	0.03	Co- GC, MS, RI
978	3-oktanon	0.02	MS, RI
993	Mirsen	0.23	Co- GC, MS, RI
997	3-oktanol	0.02	MS, RI
1009	α -Terpinen	0.04	Co- GC, MS, RI
1017	p-Simen	2.80	Co- GC, MS, RI
1032	Limonen	0.08	Co- GC, MS, RI
1038	1,8-sineol	0.65	Co- GC, MS, RI
1058	γ -Terpinen	2.08	Co- GC, MS, RI
1081	Terpinolen	0.21	Co- GC, MS, RI
1090	Fenil glioksal	0.05	MS, RI
1141	Kamfor	0.22	Co- GC, MS, RI
1143	Borneol	2.10	Co- GC, MS, RI
1145	α -Terpineol	0.21	Co- GC, MS, RI
1186	Terpinen-4-ol	0.47	Co- GC, MS, RI
1189	p-simen-8-ol	0.08	MS, RI
1233	Timol metil eter	0.60	MS, RI
1251	Karvon	0.06	Co- GC, MS, RI
1260	Piperiton	0.09	Co- GC, MS, RI
1284	Carvacrol	81.82	Co- GC, MS, RI
1292	Thymol	5.52	Co- GC, MS, RI
1342	β -Bourbonen	0.03	MS, RI
1367	β -Karyofilen	0.43	Co- GC, MS, RI
1385	Valensen	0.02	Co- GC, MS, RI
1393	γ -muurolen	0.07	MS, RI
1402	Alloaromadendren	0.03	Co- GC, MS, RI
1440	γ -Gurjunen	0.05	MS, RI
1454	γ -kadinen	0.08	MS, RI
1465	δ -kadinen	0.14	Co- GC, MS, RI
1468	α -muurolen	0.02	MS, RI
1471	α -bisabolen	0.11	MS, RI
1476	α -himachalen	0.58	Co- GC, MS, RI
1480	Spathulenol	0.20	Co- GC, MS, RI
1490	Karyofilenoksit	0.48	Co- GC, MS, RI
	Monoterpen hidrokarbonlar	5.68	
	Oksijen taşıyan monoterpenler	91.81	
	Seskiterpen Hidrokarbonlar	1.56	
	Oksijen taşıyan Seskiterpenler	0.67	
	Diğer bileşenler	0.12	
TOPLAM (%)		99.84	

T. sipyleus Boiss. subsp. *rosulans* bitkisinin toplam %99.84’ünü oluşturan uçucu yağında 38 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenleri olarak; Carvacrol (%81.82), Thymol (%5.52), p-Simen (%2.80) ve γ -Terpinen (%2.08) belirlenmiştir. *M. longifolia* subsp. *longifolia* bitkisinin %99.95’lik

kısmını oluşturan uçucu yağında ise 38 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenleri sırasıyla; Pulegon (%31.97), Piperiton (%10.61), β -Karyofilen (%10.33), Menton (%4.66), 1.8-sineol (%4.29) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkisinden çıkarılan uçucu yağların kimyasal bileşimi

RI	Bileşik adı	%	Teşhis Yöntemi
914	α -Pinen	0.78	Co- GC, MS, RI
948	β -Pinen	0.62	Co- GC, MS, RI
961	β -Fellandren	1.15	Co- GC, MS, RI
993	Mirsen	0.82	Co- GC, MS, RI
997	3-oktanol	1.08	MS, RI
1017	p-Simen	0.13	Co- GC, MS, RI
1032	Limonen	2.42	Co- GC, MS, RI
1038	1,8-sineol	4.29	Co- GC, MS, RI
1046	β -cis-osimen	0.37	MS, RI
1109	β -linalool	0.20	Co- GC, MS, RI
1115	Karvomenten	0.55	MS, RI
1143	Borneol	0.13	Co- GC, MS, RI
1145	α -Terpineol	0.47	Co- GC, MS, RI
1152	Isomenton	1.90	Co- GC, MS, RI
1170	Menton	4.66	Co- GC, MS, RI
1181	Isopulegon	2.37	Co- GC, MS, RI
1186	Terpinen-4-ol	0.33	Co- GC, MS, RI
1189	p-simen-8-ol	0.20	MS, RI
1193	Mentol	1.26	Co- GC, MS, RI
1199	γ -terpineol	2.26	Co- GC, MS, RI
1209	cis-carveol	0.16	Co- GC, MS, RI
1213	trans-karveol	0.10	Co- GC, MS, RI
1221	Kumik aldehit	0.62	MS, RI
1245	Pulegon	31.97	Co- GC, MS, RI
1251	Karvon	1.01	Co- GC, MS, RI
1260	Piperiton	10.61	Co- GC, MS, RI
1275	4-metil isopulegon	0.95	MS, RI
1292	Timol	1.97	Co- GC, MS, RI
1296	γ -Elemen	0.59	MS, RI
1300	2-hidroksi piperiton	1.20	MS, RI
1305	Eukarvon	0.87	MS, RI
1342	β -Bourbonen	0.19	MS, RI
1354	β -Elemen	0.45	MS, RI
1358	Sinerolon (Cinerolon)	0.64	MS, RI
1367	β -Karyofilen	10.33	Co- GC, MS, RI
1401	trans-geranil aseton	0.29	MS, RI
1410	β -farnesen	1.52	Co- GC, MS, RI
1419	geranil izobütirat	0.35	MS, RI
1429	Germakren D	3.46	MS, RI
1454	γ -Kadinen	0.34	Co- GC, MS, RI
1462	linalil izovalerat	0.16	MS, RI
1480	Spathulenol	2.04	Co- GC, MS, RI
1490	Karyofilenoksit	3.55	Co- GC, MS, RI
1610	tau-Kadinol	0.35	MS, RI
1689	heksahidro farnesil aseton	0.25	MS, RI
	Monoterpen hidrokarbonlar	6.29	
	Oksijen taşıyan monoterpenler	69.02	
	Seskiterpen Hidrokarbonlar	16.86	
	Oksijen taşıyan Seskiterpenler	5.94	
	Diğer bileşenler	1.84	
	TOPLAM (%)	99.95	

Çizelge 3 incelendiğinde, *M. longifolia* subsp. *longifolia* ve *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* bitkilerinden elde edilen uçucu esansiyellerin kontrollerle karşılaştırıldığında 3 farklı dozlarında ilk 12

saat uygulamalarında sonra, *R. dominica* ve *T. confusum* erginleri üzerinde ölümler meydana getirmediği gözlemlenmiştir. Ayrıca *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* bitkisi uçucu yağının *C. ferrugineus* ve *O. surinamensis* erginlerinde etkili olmadığı belirlenirken, *M. longifolia* subsp. *longifolia*'nın tüm dozlarında *O. surinamensis*'e %48.3-56.6 ve *O. surinamensis* erginlerinde ise %100 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. *C. maculatus* erginlerinde ise her iki bitkinin uçucu yağlarının %58.3-90 arasında etkili olduğu belirlenmiştir. Uygulamalardan 24 saat sonra, *M. longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağı tüm erginler üzerinde %96.6-100 oranında etki gösterirken, *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağının *R. dominica*, *O. surinamensis* ve *T. confusum* erginleri üzerinde %0.0-6.7 gibi çok düşük oranda etki gösterdiği belirlenmiş ancak, *C. ferrugineus* ve *C. maculatus* erginleri üzerinde %75.0-91.6 oranında etkisi olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalardan 48 saat sonra, *M. longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağı tüm erginler üzerinde %96.6-100 oranında etki gösterirken, *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* *R. dominica*, *O. surinamensis* ve *T. confusum* erginleri üzerinde %0.0-56.6 oranlarında etkili olurken, *C. ferrugineus* ve *C. maculatus* erginleri üzerinde %76.6-100 aralığında etki olmuştur. 72 saat uygulamalarında *M. longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağı tüm erginler üzerinde %100 oranında ergin ölümlerine neden olurken, *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* *R. dominica* ve *T. confusum* erginleri üzerinde %0.0-8.3 gibi düşük oranlarda etkili olmuş, *O. surinamensis* erginleri üzerinde %26.6-73.3, *C. ferrugineus* ve *C. maculatus* erginleri üzerinde ise %85.0-100 aralığında etki göstermiştir. Uygulamalardan 96 saat sonra, *M. longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağı tüm erginler üzerinde %100 oranında ergin ölümlerine neden olmuştur. *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ise, sadece *C. ferrugineus* ve *C. maculatus* erginleri üzerinde %100 ölümler meydana gelmiş, ancak *R. dominica* ve *T. confusum* erginleri üzerinde %8.3-11.6 gibi düşük oranlarda ölümlere neden olmuştur. *O. surinamensis* erginleri üzerinde ise %30.0-78.3 oranları arasında etkili olduğu görülmüştür. Böylelikle, doz arttıkça ölüm oranlarının da arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkilerinden çıkarılan uçucu yağların belirtilen depolanmış ürün zararlılarının erginleri üzerindeki % ölüm oranları

<i>Rhizopertha dominica</i>						
Uçucu yağlar	Doz (μL Petri ⁻¹)	Ölüm (%)				
		Maruz kalma süresi (s)				
		12 s	24 s	48 s	72 s	96 s
<i>Mentha longifolia</i>	5	0.0 ± 0.0 a	96.6 ± 1.66 e	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
	10	0.0 ± 0.0 a	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
	15	0.0 ± 0.0 a	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
<i>Thymus sipyleus</i>	5	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	8.33 ± 1.66 b
	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 ab	3.33 ± 3.33 b	8.33 ± 1.66 b
	15	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 a	3.33 ± 3.33b	8.33 ± 1.66 c	8.33 ± 1.66b
P. Kontrol (Malathion)	5	11.6 ± 1.66 b	51.6 ± 1.66 b	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
	10	51.6 ± 1.66 c	58.3 ± 1.66 c	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
	15	58.3 ± 1.66 d	88.3 ± 1.66 d	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 c
N.Kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>						
<i>Mentha longifolia</i>	5	48.3 ± 1.66 e	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
	10	51.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
	15	56.6 ± 1.66 g	100 ± 0.0 g	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
<i>Thymus sipyleus</i>	5	0.0 ± 0.0 a	5.00 ± 0.0 bc	13.3 ± 1.66 a	26.6 ± 1.66 b	30.0 ± 0.0 b
	10	0.0 ± 0.0 a	5.66 ± 1.66 ab	46.6 ± 1.66 c	53.3 ± 1.66 c	61.6 ± 1.66 c
	15	0.0 ± 0.0 a	6.66 ± 3.33 c	56.6 ± 1.66 d	73.3 ± 1.66 d	78.3 ± 1.66 d

Çizelge 3'ün devamı

P. Kontrol (Malathion)	5	13.3 ± 1.66 b	61.6 ± 1.66 d	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
	10	23.3 ± 1.66 c	76.6 ± 1.66 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
	15	38.3 ± 1.66 d	81.6 ± 1.66 f	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e
N.Kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.55 ± 0.96 a
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>						
<i>Mentha longifolia</i>	5	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	10	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	15	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
<i>Thymus sipyleus</i>	5	0.0 ± 0.0 a	78.3 ± 1.66 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	10	0.0 ± 0.0 a	78.3 ± 1.66 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	15	0.0 ± 0.0 a	91.6 ± 1.66 c	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
P. Kontrol (Malathion)	5	86.6 ± 1.66 b	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	10	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	15	100 ± 0.0 c	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
N.Kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	2.77 ± 1.51 a
<i>Callosobruchus maculatus</i>						
<i>Mentha longifolia</i>	5	78.3 ± 1.66 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
	10	80.0 ± 2.88 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
	15	90.0 ± 2.88 e	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
<i>Thymus sipyleus</i>	5	58.3 ± 1.66 b	75.0 ± 0.0 b	76.6 ± 1.66 b	85.0 ± 0.0 b	100 ± 0.0 b
	10	61.6 ± 1.66 b	76.6 ± 1.66 b	78.3 ± 1.66 b	85.0 ± 2.88 b	100 ± 0.0 b
	15	70.0 ± 2.88 c	83.3 ± 1.66 c	85.0 ± 2.88 c	96.6 ± 1.66 c	100 ± 0.0 b
P. Kontrol (Malathion)	5	58.3 ± 1.66 b	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
	10	61.6 ± 1.66 b	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
	15	81.6 ± 1.66 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 d	100 ± 0.0 b
N.Kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.44 a
<i>Tribolium confusum</i>						
<i>Mentha longifolia</i>	5	0.0 ± 0.0 a	96.6 ± 1.66 d	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	10	0.0 ± 0.0 a	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
	15	0.0 ± 0.0 a	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 e	100 ± 0.0 f	100 ± 0.0 f
<i>Thymus sipyleus</i>	5	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 a	3.33 ± 1.66 b	11.6 ± 1.66 b
	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 a	3.33 ± 1.66 b	11.6 ± 1.66 b
	15	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.66 ± 1.66 a	5.00 ± 0.0 b	11.6 ± 1.66 b
P. Kontrol (Malathion)	5	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	11.6 ± 1.66 b	31.6 ± 1.66 c	48.3 ± 1.66 c
	10	1.66 ± 1.66 a	8.33 ± 1.66 b	18.3 ± 1.66 c	48.3 ± 1.66 d	71.6 ± 1.66 d
	15	8.33 ± 1.66 b	13.3 ± 1.66 c	21.6 ± 1.66 d	61.6 ± 1.66 e	83.3 ± 1.66 e
N.Kontrol (Saf su)	10	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	1.11 ± 1.27 a

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

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların depolanmış ürün zararlıları üzerindeki insektisidal etkilerini belirlemek amacıyla birçok araştırma yürütülmüştür. Shaaya ve ark. (1991) tarafından 28 farklı bitkinin uçucu yağlarının ve bu uçucu yağların bazılarının esas bileşiklerinin *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica*, *Stophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis*'in erginlerine karşı fumigant etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmaları sonucunda terpinen 4-ol, 1.8-cineole ve üç loblu adaçayı, adaçayı, biberiye ile lavanta uçucu yağlarının en çok *Rhyzopertha dominica*'ya; linalool, a-terpineol ve carvacrol bileşenlerinin ve oregano kekigi, fesleğen, Suriye Mercanköşkü ile kekik uçucu yağlarının *Oryzaephilus surinamensis*'e; 1.8-cineole ve anason ve nane uçucu yağının *Tribolium castaneum*'a karşı yüksek toksisite gösterdiğini belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia*'dan elde edilen uçucu yağın

Rhyzopertha dominica ve *Oryzaephilus surinamensis* erginleri üzerine yüksek oranda toksik etkisi olduğu gözlenmiştir. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica*'nın ise çok az etkilendiği gözlenmiştir. Raja ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada *Mentha spicata*, *M. arvensis*, *M. piperata*, ve *Cymbopogon nardus* uçucu yağlarının *C. maculatus*'un yumurta bırakmasını, ergin çıkışlarını ve tohumlardaki zararını önemli derecede azalttığını, önemli derecede ergin ölümlerinin meydana geldiğini ve uçucu yağların etkinliklerinin sırasıyla, *Mentha spicata* > *M. piperata* > *M. arvensis* > *C. nardus* şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada, *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* elde edilen uçucu yağ *C. maculatus*'un erginlerine uygulanmış ve yüksek oranlarda ölümler meydana getirmesiyle diğer çalışmayla benzerlik göstermektedir. El-Salam (2010), tarafından *C. maculatus* ve *Stophilus oryzae* erginlerine karşı *Melaleuca alternifolia* (çay ağacı), *Eucalyptus globulus* (okaliptüs), *Syzygium aromaticum* (karanfil), *Simmondsia chinensis*, *Cymbopogon flexuosus* (limonotu), *Thymus vulgaris* (kekik), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın) uçucu yağlarının fumigant etkisi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Yüzde olarak ölümlerin, konsantrasyonların ve maruz bırakılma sürelerin artışına bağlı olarak arttığını, *C. zeylanicum* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının 24 saat boyunca 8 ve 16 µl 50 ml⁻¹ hava dozlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinde %90 ölüm sağladığını, *C. maculatus* erginlerinde *C. zeylanicum*, *M. alternifolia* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının 8, 16 ve 16 µl 50 ml⁻¹ hava dozlarında %100 ölüm sağladığını bildirmiştir. Yapılan bu çalışmada *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* ve *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *C. maculatus*'un erginleri üzerine yüksek oranda toksik etkisi olduğu gözlenmiştir. Kellouche ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmada test ettikleri uçucu yağların *C. maculatus*'un ömrünü, çoğalmasını ve ergin çıkışını etkilediğini, fumigasyon testlerinde ise 24 saat maruz bırakma süresinde *Mentha piperita* ve *Salvia officinalis* uçucu yağların sırasıyla 10 ve 15 µl l⁻¹ hava dozlarında %100'e ulaşan ergin ölümlerine neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmalarda ise *C. maculatus*'un erginlerine karşı 24 saat maruz bırakılma sürecinde *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* elde edilen uçucu yağın 10 ve 15 µl l⁻¹ dozlarında %100 ölümün meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Usanmaz Bozhüyük ve ark. (2016), tarafından *Artemisia spicigera* C. Koch *A. santonicum* L., *A. dracuncululus* L., *Satureja thymbra* L., *Origanum onites* L. ve *Thymus sipyleus* Boiss bitkilerinden alınan uçucu yağların *C. maculatus* üzerine 72 saat sonunda toksik etkisi sonucunda, *A. dracuncululus*'un 10 µl l⁻¹ dozunda %100 ölüm oranı tespit etmişler ve elde edilen bitkilerin *C. maculatus*'a alternatif olarak kullanılabileceği bildirmişlerdir.

Çizelge 4'te, *R. dominica*, *O. surinamensis*, *C. ferrugineus*, *T. confusum* ve *C. maculatus* erginleri erginleri üzerinde *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia*'dan elde edilen uçucu yağ denemelerinde 96 saat sonra LC (LC₅₀ ve LC₉₀) değerleri verilmiştir. LC değerlerine bakıldığında, LC₅₀ ve LC₉₀ değerine göre en az toksisite *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağı için (LC₅₀, 1.1555 µL böcek⁻¹ ve LC₉₀, 4.567) *O. surinamensis* erginleri üzerinde belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, *M. longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağının *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağına göre böcekler üzerinde ölümcül etkisinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sivakumar ve ark. (2010), *C. maculatus* (F.) erginlerine karşı *Rosmarinus officinalis* (L.), *Cymbopogon* spp., *Eucalyptus* spp. ve *Geranium* spp. uçucu yağlarının 24 saat maruz bırakmadaki fumigant etkilerini belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada, citronella, biberiye, kakule ve sardunya uçucu yağlarının 24 saatteki LC₅₀ değerlerini sırasıyla 11.66, 16.25, 21.35, 22.07 ve 25,11 µl l⁻¹ hava olduğunu belirlemişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ise ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfır bulunmuş ve LC değeri bu yüzden hesaplanmamıştır.

Çizelge 4. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* uçucu yağlarının depolanmış ürün zararlılarına karşı 96 saat sonundaki LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

<i>Rhizopertha dominica</i>	LC ₅₀	LC ₉₀	X ²	Slope ± SE
<i>Mentha longifolia</i>	*	*	*	*
<i>Thymus sipyleus</i>	0.00	0.00	1.309	0.00 ± 0.682
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>				
<i>Mentha longifolia</i>	*	*	*	*
<i>Thymus sipyleus</i>	1.555	4.567	0.338	2.739 ± 0.511
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>				
<i>Mentha longifolia</i>	*	*	*	*
<i>Thymus sipyleus</i>	*	*	*	*
<i>Callosobruchus maculatus</i>				
<i>Mentha longifolia</i>	*	*	*	*
<i>Thymus sipyleus</i>	*	*	*	*
<i>Tribolium confusum</i>				
<i>Mentha longifolia</i>	*	*	*	*
<i>Thymus sipyleus</i>	0.00	0.00	0.970	0.00 ± 0.619

*Ölüm oranları çok yüksek seviyede ve birbirine çok yakın olduğundan eğim sıfırdır ve LC değeri hesaplanmamıştır.

Khani ve Asghari (2012), *Mentha longifolia* L., *Pulicaria gnaphalodes* (Vent.) Boiss.'nın toprak üstü kısmından ve *Achillea wilhelmsii* çiçeklerinden elde edilen uçucu yağların *Tribolium castaneum* ve *C. maculatus* erginlerine karşı insektisit etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan depolanmış ürün zararlıları içinde en hassas zararlının *C. maculatus* olduğunu, 24 saat maruz bırakma süresi sonundaki LC₅₀ değerlerinin *Pulicaria gnaphalodes* için 1.54 µl l⁻¹ hava, *Achillea wilhelmsii* için 2.65 µl l⁻¹ hava; *Tribolium castaneum*'a karşı *Achillea wilhelmsii* ve *Mentha longifolia* için LC₅₀ sırasıyla 10.02 ve 13.05 µl l⁻¹ hava ile hemen hemen aynı insektisidal etkiyi, *Pulicaria gnaphalodes* uçucu yağının ise en zayıf etkiyi (LC₅₀=297.9 µl l⁻¹ hava) gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* tüm dozlarında en hassas zararlının *C. maculatus*'un erginleri olduğu belirlenmiş ve çalışmayla benzerlik göstermektedir.

SONUÇ

Doğal floramızda geniş adaptasyon sınırlarına sahip olan Lamiaceae familyasından *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *Mentha longifolia* Hudson subsp. *longifolia* türleri gıda sanayi, organik tarım, tıp, eczacılık, kozmetik sanayi, bitkisel boyacılık gibi ekonomik anlamda birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen uçucu yağların bazı depolanmış ürün zararlılarından *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *R. dominica*, *T. confusum* ve *C. maculatus* erginlerine karşı 5, 10, 15 µL petri⁻¹'lik dozlarının fumigant etkileri belirlenmiştir. Uygulamanın ardından 12, 24, 48, 72 ve 96 farklı saat diliminde ölüm oranlarındaki farklılıklar gözlemlenmiştir. Uygulama dozu ve zaman arttıkça ergin ölüm oranlarının giderek arttığı tespit edilmiştir. *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia*'dan çıkarılan uçucu yağların en fazla ölümcül etkiye *C. ferrugineus* erginleri üzerinde etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağına maruz bırakılan *R. dominica*'nın ise çok az etkilendiği gözlemlenmiştir. Genel olarak bakıldığında bütün dozlarda ve uygulama zamanlarında *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkisinden çıkarılan uçucu yağın çalışmada ele alınan önemli depolanmış ürün zararlıları olan bu beş farklı türde yüksek oranlarda ölüm meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* ve *M. longifolia* Hudson subsp. *longifolia* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların depolanmış ürün zararlılarına karşı biyoinektisit olarak kullanılabilirliği anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce kabul edilen Yüksek lisans tez çalışması olup, Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “2017-FBE-L01” kodlu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akgül A, 1993. *Baharat Bilimi ve Teknolojisi*. Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15, s.451, Ankara-Türkiye.
- Başer KHC, Özek T, Kürkçüoğlu M, Tümen G, 1994. The essential oil of *Origanum vulgare* sub. sp. *hirtum* of Turkish origin. *Journal of Essential Oil Research*, 6(1): 31-36.
- Baytop T, 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. Nobel Kitabevi, s. 302- 304, İstanbul-Türkiye.
- Benner JP, 1993. Pesticidal compound from higher plants. *Pesticide Science*, 39: 95-102.
- Boxall RA, 2001. Post-harvest losses to insecta world overview. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 48: 137-152.
- Ceylan A, 1996. Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu yağ bitkileri). İzmir, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:481, s. 225-240, İzmir-Türkiye.
- Channoo C, Tantakom S, Jiwajinda S, Isichaikul S, 2002. Fumigation toxicity of eucalyptus oil against three product beetles. *Thailand Journal Agriculture Science*, 35: 265-272.
- Elgün A, Ertugay Z, 1990. Tahıl İşletme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52, s. 482, Erzurum Türkiye.
- El-Salam AME, 2010. Fumigant toxicity of seven essential oils against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) and the rice weevil, *Stophilus oryzae* (L.). *Egyptian Academy F. Journal of Biological Sciences*, 2(1): 1-6.
- Kahraman A, Celep F, Dogan M, 2009. Morphology, anatomy and palynology of *Salvia indica* L. (Labiatae). *World Applied Sciences Journal*, 6(2): 289-296.
- Kellouche A, Ait-Aider F, Ladaoui K, Moula D, Ouendi K, Hamadi N, Ouramdane A, Frerot B, Mellouk M, 2010. Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae). *International Journal of Integrative Biology*, 10(2): 86-89.
- Khani A, Asghari J, 2012. Insecticide activity of essential oils of *Mentha longifolia*, *Pulicaria gnaphalodes* and *Achiilea wilhelmsii* against two stored product pests, the flour beetle, *Tribolium castaneum* and the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science*, 12: 73.
- Lopez MD, Pascual-Villalobos MJ, 2010. Mode of inhibition of acetylcholinesterase by monoterpenoids and implications for pest control. *Industrial Crops and Products*, 31(2): 284-288.
- Mansour F, Ravid U, Putievsky E, 1986. Studies of the effects of essential oils isolated from 4 species of Labiatae on the Carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14(2): 137-142.

- Ndungu M, Lwande W, Hassanali A, Moreka I, Chabra SC, 1995. Cleome monophylla essential oil and its constituents as tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellents. Entomologia Experimentalis Et Applicata, 76: 217-222.
- 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: 127-132.
- Rajendran S, Sriranjini V, 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Products Research, 44(2): 126-135.
- 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.
- Sivakumar C, Chandrasekaran S, Vijayaraghavan C, Selvaraj S, 2010. Fumigant toxicity of essential oils against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Biopesticides, 3(1 Special Issue): 317-319.
- Tanker M, Tanker N, 1990. *Farmakognozi*. Ankara, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları Cilt 2, No:65, s. 422 Ankara-Türkiye.
- Thorne RF, (1992). Classification and geography of the flowering plants. The Botanical Review, 58: 225-348.
- Usanmaz Bozhüyük AU, Kordali Ş, Kesdek M, Altınok MA, Varcin M, Bozhüyük MR, 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(7/2016): 2620-2627.