

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

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

Original article

Fumigant toxicity at low temperature of four different essential oils against different stages of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)

Dört farklı uçucu yağın düşük sıcaklıkta Değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nin farklı dönemlerine karşı fümigant toksisitesi

Yasin Nazım ALPKENT^{a*}, Özdemir ALAOĞLU^b, Hüseyin ÇETİN^b

^aDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^bSelçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Alaeddin Keykubat Campus, Selçuklu, Konya, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.603225](https://doi.org/10.16955/bitkorb.603225)

Received : 07.08.2019

Accepted : 18.01.2020

Keywords:

biopesticide, sage, fumigant toxicity, coriander, bioactivity, botanicals

* Corresponding author: Yasin Nazım ALPKENT

✉ yalpkent@ziraimucadele.gov.tr

ABSTRACT

Bioproducts are defined as the derivatives obtained from plant components, living organisms such as fungi, bacteria, nematodes, and used as biological substances against agricultural pests and diseases. Essential oils, which are easy to obtain and can be decomposed rapidly because of their volatile property without leaving residues in the environment, are considered as alternatives to synthetic chemicals. In this study, fumigant toxicity of essential oils of four different plants [coriander (*Coriandrum sativum* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.), and mint (*Mentha spicata* L.)] were tested against two different developmental stages of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Sage and coriander essential oils were found as the most effective oils to the larval stage of *E. kuehniella* during 3 experimental day, respectively 96% and 98%. In egg bioassays, lavender and coriander essential oils showed 98% fumigant efficacy. In addition, even the lowest doses of those two oils were able to prevent hatching of eggs. The study results suggested that environmentally friendly essential oils were promising substances in the control of the pest as well.

GİRİŞ

Zararlı böcek ve akarlar depolanmış ürünlerde kalite ve kantite bakımından pek çok zarar meydana getirirler (Rajendran 2002). Ürünlerde oluşturdukları ağırlık kaybı, çimlenmede düşüş, çıkardıkları dışkılar ve deri parçacıkları ile değer kaybına uğratırlar. Aynı zamanda böceklerin metabolik atıkları ile depo ve silolarda sıcaklık ve nem artışına

sebebi olarak ürünlerde fungal gelişmelere neden olurlar (Hill 1987). Metil bromidin yasaklanması üzerine depolarda fümigant olarak mitokondriyal kompleks 4 elektron taşıyıcı engelleyiciler (METI) grubundan, fosfor aktif bileşikler ve az sayıda ruhsatlı sentetik pestisit kalmıştır. METI yani mitokondriyal kompleks grubunda bulunan bu fümigant,

mitokondride gerçekleşen ve mitokondriyal elektron taşıma zincirine etki ederek solunuma engel olmaktadır (İnak et al. 2019).

Zararlıların depo ve ambarlarda sayıca düşürülmesi sentetik pestisitlere ve özellikle fosfine dayanmaktadır. Fosfin depo zararlılarında direnç gelişimine ve faydalıların ölümüne yol açmaktadır (Sahaf et al. 2008). Uzun süreli sentetik pestisitlerin kullanılması kalıntı birikimine neden olmakta ve bunlarda hedef dışı organizmalara, ekosisteme ve insan sağlığına karşı yan etki göstermektedir (Mossa 2016).

Dünyada kimyasallara alternatif mücadele yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalar repellent, fümigant, beslenmeyi engelleyici ve insektisit etkili doğal kaynaklı pestisitlerin geliştirilmesinin ihtiyaç olduğunu ortaya koymuş bu konuda pek çok çalışmalar yapılmış ve yayınlanmıştır (Campolo et al. 2018, Ebadollahi 2011, Francikowski et al. 2019, Isman 2006, Mossa 2016, Rajendran and Sriranjini 2008).

Doğal kaynaklı pestisitlerden, bulunması ve kullanılması kolay olanlar arasında en önemlilerinden bir tanesi de bitkisel kökenli bileşiklerdir. Biyopestisit olarak adlandırılan ve içeriklerinde farklı sayıda kimyasal bileşen barındıran bitkilerin uçucu yağlarının kullanımına ilgi gün geçtikçe artmaktadır.

Sahip oldukları kimyasal bileşenlerin memelilere ve balıklara toksik olmaması ve uçucu özelliğe sahip olan bu yağların çevrede kalıntı bırakmaması (Koul et al. 2008) onların mücadelede kullanılabilme imkânlarının araştırılmasını hızlandırmıştır. Ülkemizde ve dünyada yapılmış geçmiş çalışmalara bakıldığında, uçucu yağlar ve bileşenleri ile ilgili yapılmış pek çok çalışmanın fümigant etki gösterdiği ve sentetik fümigantlara alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahip olabilecekleri görülmektedir.

Attia et al. (2016), şeftali afidi 3. dönem larvaları üzerinde denedikleri lavanta uçucu yağının etkilerini araştırmışlardır. Buna göre 72 saat sonunda denedikleri lavanta uçucu yağında popülasyonun %50'sini öldüren dozun 11.2 µl l⁻¹ hava dozuna tekabül ettiğini tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada, *Mentha spicata* uçucu yağının 2.5 µl / l⁻¹ dozuna, 24 saatlik maruz kalma süresinde *Ephesia kuehniella* (Zeller) erginlerinde %80'den fazla ölüm görüldüğünü, yumurta ölümlerinin ise %56-60 arasında değiştiğini bulmuşlardır (Eliopoulos et al. 2015). Yaptığımız çalışmada, Değirmen güvesi *Ephesia kuehniella*'nın farklı iki dönemine lavanta, nane, adaçayı ve kişniş bitkisel yağlarının düşük sıcaklıkta (22 ± 2 °C) farklı dozlar ve üç farklı deneme süresinde fümigant toksisitesinin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmamızın ana materyalini adaçayı (*Salvia officinalis* L.), lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), nane (*Mentha spicata* L.) bitkilerinden çıkarılan uçucu yağlar, Değirmen güvesi *E. kuehniella* Zeller, çeşitli ölçülerde mikropipet, pamuk ve kavanozlar oluşturmuştur. Zararlıların kitle üretimi ve fümigant etki testleri 1 litrelik cam kavanozlarda yapılmış, yumurtayla ilgili testlerde yumurta pleytleri kullanılmıştır.

E. kuehniella Zeller üretilmesi

İklim odası içerisindeki plastik kaplarda un içinde yetiştirilen larvalar ergin hale geldikten sonra cam tüp yardımı ile 1 litrelik cam kavanozlara aktarılmıştır. Kapaklar kaçmalarını engellemek ve yumurta elde etmek için tül ile kapatılmıştır. Erginlerin bıraktığı yumurtalar, besin bulunan yatay plastik kaplar içerisine alınmıştır. Aktarılmış yumurtalardan ergin çıkışı yaklaşık 40 gün sonra başlamıştır. Üretim çalışmaları %60 ± 5 orantılı nemde 27 ± 2 °C sıcaklık ve 12 saatlik ışıklandırma koşullarına sahip iklim odasında gerçekleşmiştir.

Uçucu yağların çıkarılması

Uçucu yağlar Guenther'in (1955) belirlemiş olduğu yöntemle göre yapılmıştır. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nin Tarla Bitkileri Bölümünden alınan kuru nane, adaçayı, kişniş ve lavanta bitkileri öğütülmüş, sonra sırasıyla 1'e 5 (w/v) (100 g kuru bitki üzerine 500 ml ilave su) oranında hazırlanan karışım Clevenger cihazı ile 3 saat boyunca distile edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar içi görünmeyen karartılmış şişeler içerisine aktarılmış ve +4 °C'de buzdolabında bekletilmiştir.

Uçucu yağların buhar toksisitesinin larva ve yumurta üzerinde etkisinin araştırılması

İlk olarak doz aralıkları tespit edilmiş ve diğer dozlar bunlar arasında denenmiştir. Doz aralığı her bitki ve zararlıının biyolojik dönemine göre değişmekle beraber genel olarak en düşük 25 en yüksek 325 µl l⁻¹ hava dozları arasında değişmiştir. Uçucu yağların, Değirmen güvesinin yumurta ve larvalarına etkisinin tespitinde sırasıyla %60 ± 5, 22 ± 2 °C nem ve sıcaklığa sahip, 12 saatlik aydınlık/karanlık dolaplar kullanılmıştır. Larva ve yumurta fümigant aktivite denemelerinde etkinin saptanmasında, Erler'in (2000) kullandığı yöntem kullanılmıştır. Yumurtadan çıkmış 20 ile 25 günlük larvalar bir tekerrürde 20 birey olacak şekilde yumuşak bir pens yardımıyla alınarak ucu kesilmiş 50 ml'lik falkon plastik tüpler içine konulmuştur. Bu plastik tüplerin ağzı tülle kapatılarak larva kaçışı engellenmiştir. Daha sonra bunlar 1 litrelik cam kavanozlara 3 tekerrür olacak şekilde konmuştur. Kavanoz kapağının iç yüzeyine uçucu yağın damlatılabilmesi için belli boyutta kurutma kâğıdı

bant ile tutturulup, üzerine belirlenen dozlarda aseton ile seyreltikten sonra uçucu yağ, mikropipet yardımıyla aktarılmış ve kavanoz kapağı kapatılarak uçucu yağın fümigant etkisine maruz bırakılmıştır. Asetonun böceklerin gelişme dönemlerine karşı toksik etkisi dikkate alınarak, uygulama dozlarının seyreltilmesi ve kontrolde kullanılan asetonun uçması için kapaklar (15–20 sn) kapatılmadan beklenmiş daha sonra kapatılmıştır. Uygulama sonrası tüpler (tekerrür) içerisindeki larvalar petri kabına alınarak canlı/ölü sayıları için aynı ortamda 3 gün bekletilmiş ve daha sonrasında ölüm oranları tespit edilmiştir. Kontrolde sadece 40 µl l⁻¹ hava dozunda aseton uygulanmıştır. Denemelerde üç farklı (24, 48 ve 72 saatlik) uygulama süresi kullanılmıştır.

Değirmen güvesi yumurtalarına toksisitesinin belirlenmesinde 0–24 saatlik yumurtalar kullanılmıştır. Denemede 60'lı çukurdan oluşan yumurta pleytleri (her çukur 3 mm çap ve 3 mm derinliğe sahip 5.6 x 8.2 cm boyutunda) kullanılmıştır. Her çukurcuğa fırça yardımıyla bir adet yumurta bırakılmış ve toplamda 20 adeti bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Denemeye alınacak yumurta pleytleri 1'er litrelik cam kavanozlara yatay şekilde bırakılmıştır. Uçucu yağların fümigant etkisine maruz bırakılmıştır. Üzerine ince serigrafi tül yerleştirildikten sonra lastik bantla sabitlenmiştir. Bu şekilde yumurtaların bulunduğu çukurcuğa hava giriş-çıkışı sağlanırken diğer taraftan her hangi bir sallanmada yumurtaların pleyten dışarı çıkmasına engel olunmuştur. Belirlenen uygulama süreleri sonunda pleytler kavanozlardan çıkarılarak 5 gün deneme ortamında hiçbir etkiye maruz bırakılmadan bekletilmiştir. Daha sonra tüller açılarak ölü/canlı yumurta çıkışına göre belirlenmiştir. Binoküler altında bakılarak larva çıkışı görülmeyen yumurtalar ölü olarak kabul edilmiştir. Denemeler hem doz hem de süre için 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Fümigant toksisite testleri sonucu % ölüm değerleri, Abbott formülüne göre [ölüm yüzdesi = (Kontroldeki % canlı – Muamele dozundaki yüzde canlı) / Kontroldeki % canlı x 100] düzeltilmiştir (Abbott 1925). Probit analizi poloplus programı kullanılarak yapılmış ve LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanmıştır (LeOra Software 1994).

SONUÇLAR

Denemede kullanılan bitkisel uçucu yağların larvalara toksisitesi süre ve doz artışı ile yükselmiştir. Larvalara denenen uçucu yağların kendi aralarında fümigant toksisitede farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir. Lavanta bitkisinde 250 µl l⁻¹ dozda 1, 2 ve 3 günlük deneme sürecinde %64, %94 ve %100 arasında değişen toksisiteye sebep olmuştur. Nane yağında yine aynı dozda, her üç uygulama süresinde sırasıyla %52, %75 ve %91 oranında ölüm gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Kişniş uçucu yağında, 125 µl l⁻¹ doz ve farklı üç deneme süresinde sırasıyla %62, %72 ve %98 ölüm oranı belirlenmiştir. Adaçayı ise 125 µl l⁻¹ deneme dozunda ve yine üç farklı deneme sürelerinde %69, %84 ve %96 oranında toksisite gözlemlenmiştir (Çizelge 2). LC₅₀ toksisite ortalamaları değerlendirildiğinde, fümigant toksisitenin 1 günlük deneme sürecinde kişnişin çok etkili olduğu, en az etkili olanın ise nane bitkisi olduğu, 2 günlük uygulama süresi için adaçayı > kişniş > nane > lavanta, 3 günlük deneme süresinde ise adaçayı en yüksek etki en düşük etkinin ise nane bitkisinde olduğu görülmüştür. Denemede, adaçayının en yüksek etki gösterdiği ve kişniş uçucu yağının ise ikinci en yüksek fümigant toksisiteye sahip olduğu görülmüştür.

Denemede kullanılan doz ve uygulama süresi dışında, denenen bitkiler içinde yumurtalara toksisite bakımından farklılıklar gözlemlenmiştir. Nane bitkisinde denenen 275 µl l⁻¹ doz ve 2 ve 3 günlük deneme sürelerinde %100 yumurta açılma oranını azalttığından bir alt doz 250 µl l⁻¹ deneme dozunda 1, 2 ve 3 günlük denemeleri %31, %61 ve %85 oranında yumurta açılımını azalttığı tespit edilmiştir. Lavanta bitkisinde 175 µl l⁻¹ dozunda 1, 2 ve 3 günlük deneme süresiyle %36, %98 ve %100 civarında bir yumurta toksisitesine neden olmuştur (Çizelge 3).

Adaçayı bitkisi 175 µl l⁻¹ deneme dozu ve üç farklı deneme süresi ile %100 toksisiteye neden olduğundan, 150 µl l⁻¹ doz denemesinde 1, 2 ve 3 günlük uygulama sürelerinde sırasıyla %25, %47 ve %57 oranında yumurta açılımını engellediği görülmüştür. Kişniş bitkisinin yumurta açılımı üzerine etkili olan 150 µl l⁻¹ doz uygulamasında 1, 2 ve 3 günlük deneme süresinde %24, %66 ve %100 oranında yumurta açılımını azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Uçucu yağların LC₅₀ değerleri dikkate alınarak fümigant etkileri farklı test süreleri için büyükten küçüğe doğru; 48 saat için lavanta > adaçayı > kişniş > nane; 72 saat için ise adaçayı > kişniş > lavanta > nane şeklinde olmuştur.

Yumurtalarda fümigant etki oranı bakımından uçucu yağlar sıralanacak olursa lavanta ve kişniş en etkilileri olarak öne çıkmaktadır. Buna göre bu bitkilerin en az dozları bile yumurta açılımını en yüksek düzeyde engellemiştir.

TARTIŞMA VE KANI

Maedeh et al. (2011) yapmış oldukları çalışmada, *Satureja hortensis* bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın 1–7 günlük *Tribolium castaneum* ve 12–14 günlük *E. kuehniella* ve *Plodia interpunctella* larvalarında 6, 9, 12 saatlik fümigant etkilerine bakmışlardır. Buna göre *E. kuehniella*'da uygulama yapıldıktan 12 saat sonra fümigant etkiye bakıldığında 118 µl l⁻¹ hava dozunda %91 ölüm, 228.5 µl l⁻¹ hava dozunda ise %100 ölüm görüldüğünü bildirmişlerdir. Bir diğer

Çizelge 1. Nane ve lavanta uçucu yağlarının, farklı doz ve uygulama süresinde, larvalara fümigant toksisite değerleri ile lethal konsantrasyonları

		% Ölüm (Ortalama ± SH)		
		Deneme süresi (saat)		
		24	48	72
Lavanta	Doz (µl l-1 hava)	15.25 ± 4.48	67.24 ± 4.56	96.36 ± 3.64
	175	32.20 ± 3.39	86.21 ± 1.72	100.00 ± 0.00
	200	38.98 ± 5.87	93.10 ± 4.56	100.00 ± 0.00
	225	64.40 ± 0.00	94.83 ± 2.99	100.00 ± 0.00
	250	84.74 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00
	275	1.66 ± 1.66	3.33 ± 1.66	8.33 ± 1.66
	Kontrol	231.99	156.98	*
	LC50 (µl l-1 hava)	213.29	134.24	*
	Güven aralığı 0.95	244.50	170.49	*
		375.49	276.28	*
	LC99 (µl l-1 hava)	339.855	251.98	*
	Güven aralığı 0.95	455.321	330.26	*
Nane	150	11.86 ± 3.39	62.07 ± 1.72	83.64 ± 5.45
	175	28.81 ± 5.87	62.07 ± 1.72	80.00 ± 1.82
	200	30.51 ± 4.48	62.07 ± 4.56	74.55 ± 1.82
	225	32.20 ± 3.39	72.41 ± 1.72	80.00 ± 3.64
	250	52.54 ± 1.69	75.86 ± 4.56	91.01 ± 1.82
	Kontrol	1.66 ± 1.66	3.33 ± 1.66	8.33 ± 1.66
	LC50 (µl l-1 hava)	265.78	*	*
	Güven aralığı 0.95	231.99	*	*
		371.811	*	*
		840.50	*	*
	LC99(µl l-1 hava)	507.425	*	*
	Güven aralığı 0.95	5237.26	*	*

* LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanamamıştır

Çizelge 2. Adaçayı ve kişniş uçucu yağlarının farklı doz ve uygulama süresinde larvalara fümigant toksisite değerleri ile lethal konsantrasyonları

		% Ölüm (Ortalama ± SH)		
		Deneme süresi (saat)		
		24	48	72
Kişniş	Doz (µl/l-1 hava)	11.86 ± 1.69	20.69 ± 3.45	23.64±3.15
	25	32.20 ± 4.48	44.83 ± 1.72	76.36±1.82
	50	37.29 ± 3.39	60.35 ± 1.72	92.73±3.64
	75	32.20 ± 1.69	63.79 ± 8.96	92.73±1.82
	100	62.71 ± 1.69	72.41 ± 1.72	98.18±1.82
	125	1.66 ± 1.66	3.33 ± 1.66	8.33±1.66
	Kontrol	123.97	61.95	35.72
	LC50 (µl l-1 hava)	90.62	46.59	28.66
	Güven aralığı 0.95	213.38	77.81	41.95
		2491.2	841.20	142.27
	LC99 (µl l-1 hava)	784.64	426.50	113.60
	Güven aralığı 0.95	8526.2	3524.13	201.15
	Adaçayı	25	37.29 ± 3.39	63.79 ± 0.00
50		30.51 ± 3.39	67.24 ± 1.72	65.46±1.82
75		38.98 ± 2.94	86.21 ± 1.72	90.91±1.82
100		66.10 ± 1.69	86.21 ± 4.56	92.73±1.82
125		69.49 ± 0.00	84.48 ± 0.00	96.36±1.82
Kontrol		1.66 ± 1.66	3.33 ± 1.66	8.33±1.66
LC50 (µl l-1 hava)		123.97	14.87	19.36
Güven aralığı 0.95		90.62	2.28	8.05
		213.38	26.42	28.85
LC99 (µl l-1 hava)		2491.2	1185.8	340.79
Güven aralığı 0.95		784.64	385.19	190.30
		8526.2	6298.6	1349.92

Çizelge 3. Nane ve lavanta uçucu yağlarının farklı doz ve uygulama süresinde yumurtalara fümigant toksisite değerleri ile lethal konsantrasyonları

		% Ölüm (Ortalama ± SH)		
		Deneme süresi (saat)		
		24	48	72
Lavanta	Doz (µl/l-1 hava)	12.07 ± 5.17	28.07 ± 1.75	67.86 ± 6.19
	75	22.42 ± 7.90	47.37 ± 8.04	98.21 ± 1.79
	100	17.24 ± 7.90	68.42 ± 6.08	98.21 ± 1.79
	125	37.93 ± 5.97	92.98 ± 4.64	100.00 ± 0.00
	150	36.21 ± 4.56	98.25 ± 1.75	100.00 ± 0.00
	175	3.33 ± 1.66	5.00 ± 0.00	6.66 ± 1.66
	Kontrol	*	99.84	66.67
	LC50 (µl l-1 hava)	*	78.35	51.55
	Güven aralığı 0.95	*	112.74	74.27
		*	210.91	117.68
	LC99 (µl l-1 hava)	*	179.08	102.89
	Güven aralığı 0.95	*	304.06	167.43
Nane	150	20.69 ± 1.72	21.05 ± 0.00	25.00 ± 3.09
	175	20.69 ± 3.45	33.33 ± 1.75	33.93 ± 3.57
	200	22.42 ± 5.97	38.60 ± 4.64	50.00 ± 1.79
	225	22.42 ± 5.17	63.16 ± 3.04	60.71 ± 1.79
	250	31.04 ± 6.22	61.40 ± 1.75	85.71 ± 4.72
	Kontrol	3.33 ± 1.66	5.00 ± 0.00	6.66 ± 1.66
	LC50 (µl l-1 hava)	*	212.23	201.77
	Güven aralığı 0.95	*	191.86	169.08
		*	236.77	219.36
	LC99 (µl l-1 hava)	*	569.21	386.98
	Güven aralığı 0.95	*	414.87	324.47
		*	1260.89	630.36

* LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanamamıştır

Çizelge 4. Adaçayı ve kişniş uçucu yağlarının farklı doz ve uygulama süresinde yumurtalara fümigant toksisite değerleri ile lethal konsantrasyonları

		% Ölüm (Ortalama ± SH)		
		Deneme süresi (saat)		
		24	48	72
Kişniş	Doz (µl/l-1 hava)	6.90 ± 2.99	15.79 ± 5.26	55.36 ± 7.14
	50	6.90 ± 5.17	24.56 ± 7.65	62.50 ± 9.28
	75	12.07 ± 7.90	29.82 ± 9.28	91.07 ± 1.79
	100	13.80 ± 1.72	24.56 ± 3.51	98.21 ± 1.79
	125	24.14 ± 1.72	66.67 ± 1.75	100.00 ± 0.00
	150	3.33 ± 1.66	5.00 ± 0.00	6.66 ± 1.66
	Kontrol	*	*	54.23
	LC50 (µl l-1 hava)	*	*	36.75
	Güven aralığı 0.95	*	*	65.95
		*	*	168.02
	LC99 (µl l-1 hava)	*	*	130.29
	Güven aralığı 0.95	*	*	296.94
Adaçayı	25	6.89 ± 0.00	8.77 ± 3.51	14.28 ± 8.18
	50	10.35 ± 6.22	8.77 ± 4.64	17.85 ± 6.44
	75	8.62 ± 1.72	10.53 ± 5.26	14.28 ± 5.36
	100	13.80 ± 3.45	35.09 ± 3.51	53.57 ± 1.79
	125	22.41 ± 0.00	33.33 ± 1.75	55.36 ± 1.79
	150	25.86 ± 3.45	47.37 ± 5.26	57.14 ± 6.19
	Kontrol	3.33 ± 1.66	5.00 ± 0.00	6.66 ± 1.66
	LC50 (µl l-1 hava)	*	158.84	131.123
	Güven aralığı 0.95	*	134.44	103.93
		*	255.45	176.50
	LC99 (µl l-1 hava)	*	624.26	547.19
	Güven aralığı 0.95	*	332.09	297.20
	*	8953.57	1197.3	

* LC₅₀ ve LC₉₉ değerleri hesaplanamamıştır

çalışmada, Ercan et al. (2013), *Prangos ferulacea* bitkisinden elde edilen uçucu yağın *E. kuehniella* larvalarında fümigant etkisine 1 günlük uygulama süresinde bakmışlardır. Sonuçta *E. kuehniella*'nın larvalarında %99 ölüm oranını 538.75 µl l⁻¹ hava dozunda ulaşımlardır. Yaptığımız denemenin, Maedeh et al. (2011) ve Ercan et al. (2013)'in yaptıkları çalışmalarda kullandıkları bitkilerin en büyük bileşenleri olan γ terpinen içeriğinin kişniş bitkisinde ana bileşenler içinde olduğundan ve diğer bileşenlerinin kişniş bitkisi ana bileşenlerine benzer olmasından dolayı kişniş bitkisi ile yaptığımız fümigant etki denemesindeki sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Denememizde, Maedeh et al. (2011)'in yaptığı çalışmaya göre dozlar birbirine yakın olsa da daha yüksek uygulama süresinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Buna göre kişniş uçucu yağı 125 µl l⁻¹ hava dozunda 72 saat sonra %98.21 ölüm oranı belirlenmiştir. Ercan et al. (2013), 24 saat uygulama süresinde %99 ölüm oranını elde ettiği dozun yüksek olduğu, kendi çalışmamızda ise 24 saat uygulama süresinde en yüksek dozun 125 µl l⁻¹ hava dozunda %62.71, 72 saat sonra %98.21 ölüm oranına ulaştığı tespit edilmiştir.

Erler (2005), bitkisel bileşen olan monoterpenoidlerden iki tanesini menthol ve 1.8-cineole bileşiklerinin fümigant etkisini Değirmen güvesinin yumurta ve larvalarına karşı dendiği çalışmada, doz aralığını 23.1 ile 184.8 mg l⁻¹ ve 1 ile 4 gün arası uygulama süresini test etmiştir. Denemede, 4 gün (en uzun süre) deneme sürecinde menthol ve 1.8 cineole bileşenlerinde %50'den düşük toksik etki görülmüştür. Yumurta denemesinde bitkisel bileşenlerden 1.8 cineole, 184.8 mg l⁻¹ dozda 4 günlük deneme sürecinde %90 üzeri, 2 günlük uygulama süresinde %80 civarı ve 1 günlük deneme sürecinde %60 üzeri toksik etkiye sebep olduğu görülmüştür. Menthol bileşeninde en uzun süre ve yüksek dozda %50 altında toksik etki tespit etmişlerdir. Çalışmamızda aynı bileşenleri içeren adaçayı ve nane bitkisel yağlarının sırasıyla 1 günlük deneme sürecinde larvalarda en yüksek dozda %52 ve %69 gibi fümigant toksisite gerçekleşmiştir. Denemenin 2 günlük yüksek uygulama dozunda %75 ve %84 fümigant toksisite yapmış, 3 günlük deneme sürecinde bu toksisite oranı %91 ve %96 arasında değişmiştir. Larva öncesi dönem yumurtadaki toksisiteye bakıldığında, nane ve adaçayı yağlarının sırasıyla yüksek dozdaki (sırasıyla 250 µl l⁻¹ hava, 150 µl l⁻¹ hava) deneme sürecinde; 1 günlük toksisitesi %25 - %31 civarındayken bu oran 2 günlük deneme sürecinde %47 ve %61'e çıkmış, 3 günlük deneme süresinde ise %57 ve %85 civarı toksisite gerçekleşmiştir.

Araştırmacılar üç farklı bitkiden çıkardıkları bitkisel uçucu yağların fümigant toksisitesini, depo ve ambarlarda zarar yapan Değirmen güvesinin larva öncesi dönemi yumurtada denemişlerdir. *E. kuehniella* yumurtasında

kimyon ve anason yağlarını 4 gün süreyle ve 196.9 µl l⁻¹ hava dozunda denemişlerdir. Deneme sonucunda %100 toksisite bulmuşlardır. Biberiye bitkisi denemesinde ise %24 toksisite bulmuşlardır (Tunç et al. 2000). Bir diğer çalışmada Ercan et al. (2013), çadır (*Prangos ferulacea*) bitkisinden elde edilen uçucu yağı uygulamadan 24 saat sonra *Tricogramma embryophagum* parazitletiği yumurtalarında ve *E. kuehniella* yumurtalarına olan fümigant etkisine bakmışlardır. Sonuçta 486.80 µl l⁻¹ hava dozunda *E. kuehniella*'nın yumurtalarında %99 ölüm oranını elde etmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan kişniş, adaçayı ve lavanta içeriklerinin çalışmalardaki çadır (*Prangos ferulacea*), anason (*Pimpinella anisum*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bileşenlerinin aynı olması, denememiz sonucunun benzer şekilde etkilediği görülmüştür. Çadır bitkisinin en büyük bileşikleri kişniş bitkisi bileşenleri ile benzer olduğundan, 24 saatlik uygulama 150 µl l⁻¹ hava dozunda %24.14 toksisite, 72 saat sürecinde 125 µl l⁻¹ hava dozu uygulamasında ise %98.21 ölüm meydana getirdiğini görmüşlerdir. Kişniş ve lavantada 72 saatlik deneme sürecinde yumurtalardaki uygulamalarda ölüm oranının yüksek olduğu, 125 µl l⁻¹ hava dozu incelendiğinde ise fümigant toksisitenin %98 civarında ölüm oluşturduğu görülmektedir. Biberiye ise adaçayının bileşenlerinde olan 1.8 cineole'ün gösterdiği etkiyi aynı şekilde gösterdiği, adaçayında ölümü arttırdığı tespit edilmiştir. Denemelerdeki yağlar değişmiş olsa bile bileşenlerinin aynı içeriklere sahip olması çalışmamız deneme sonuçları ile benzer etkileri ortaya çıkarmıştır. Diğer bir araştırmacı yapmış olduğu çalışmasında, farklı bitkilerden elde ettiği uçucu yağların Kırmızı bitki yumurtasında fümigant etkisine bakmıştır. Denemesinde 3 günlük maruziyet bırakma süresi ve 100 µl l⁻¹ hava dozu uygulaması sonucu, *T. confusum* yumurtalarında nane ve kişniş toksisitesinin %54 ile %100 civarı ölüm meydana getirdiğini söylemektedir (Karcı 2006). Bizim kullandığımız bitki uçucu yağlarının Değirmen güvesinin larva öncesi yumurta döneminde değişen uygulama dozunda benzer bir etki gösterdiği görülmüştür. Buna göre 250 µl l⁻¹ ve 125 µl l⁻¹ hava dozlarında 3 günlük kişniş ve nane yağlarında sırasıyla %85 ve %90 üzeri fümigant toksisite belirlenmiştir. Bachrouch et al. (2010), *Pistacia lentiscus* bitkisinden elde etikleri uçucu yağın *E. kuehniella*'nın yumurtalarında 24 saat deneme süresinde açılma oranına bakmışlardır. Araştırmacılar yumurtaların açılma oranının yükselen konsantrasyonlara göre değiştiğini söylemektedirler. Yumurtalara 136 µl l⁻¹ hava dozunda ve 24 saat fumigasyon uygulandığında %70.5 oranında yumurtalarda ölüm meydana getirdiğini rapor etmişlerdir. *Pistacia lentiscus* bitkisinin uçucu yağı bileşenlerinin en büyük kısmının lavanta bitkisinde bulunan bileşenlerle yüksek oranda benzer olmasından dolayı karşılaştırma

yapmak mümkündür. Çalışmamızda Bachrouch et al. (2010)'nın kullandıkları doz ve sürenin 2 katına tekabül eden ve %100 ölüm veren deneme süresi 48 saat ve uygulama dozu da 275 µl l⁻¹ hava dozu olarak tespit edilmiştir.

Araştırmacılar *Origanum acutidens* L. uçucu yağının Değirmen güvesi (Lepidoptera: Pyralidae) ergin öncesi larva döneminde denendiği çalışmada gözlemlenen ölümlerin artmasının doza ve deneme süresine göre değiştiğini rapor etmişlerdir (Cağlar et al. 2007). Çalışmamızda 24 ve 48 saat deneme süreci sonunda ve doz artışlarına göre lavantanın fümigant toksisiteyi arttırdığı bulunmuştur. Younis-Al et al. (2015), iki bitkiden elde ettikleri (*Rosmarinus officinalis*, *Lavandula angustifolia*) uçucu yağların *E. kuehniella*'nın larvalarında 24 saatlik fümigant etkisini araştırmışlardır. Buna göre lavanta bitkisinden elde edilen uçucu yağın 45 ve 50 µl l⁻¹ hava dozunda sırasıyla %96 ve %100 ölüme neden olduğunu söylemektedirler. Çalışmamızda kullanılan bitki aynı olsa da farklı deneme süresi ve yüksek dozlarda Younis-Al et al. (2015) yaptıkları çalışma sonuçları ile paralel gitmiştir. Buna göre denememizde 72 saat deneme süresinde %96 ve %100 ölüme neden olan dozların sırasıyla 300 ve 325 µl l⁻¹ hava dozuna tekabül ettiği görülmüştür. Mahmoudvand et al. (2012), *R. officinalis* bitkisinden elde ettikleri uçucu yağı depo zararlısı *E. kuehniella*'nın 3. dönem larvalarına 24 saat uygulama süresinde fümigant etkisini araştırmışlardır. Sonuçta 24 saat deneme süresi ve 100.5 µl l⁻¹ hava dozunda %50 ölüm, 166.5 µl l⁻¹ hava dozunda ise %90 ölüm görüldüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmamızda süre ve kullandığımız bitkiler farklı olmasına rağmen, *R. officinalis* uçucu yağında önemli miktarda bulunan etken maddelerin lavanta bitkisi içeriğinde bileşenler ile çok benzerlik gösterdiğinden dolayı yaptığımız deneme ile karşılaştırma yapmak mümkündür. Denememizde 72 saatlik uygulama süresinde en düşük 225 µl l⁻¹ hava dozunda larvalarda ölüm oranının %70.37 olduğu ancak 300 µl l⁻¹ hava dozunda ise %96.30 oranında ölüm meydana geldiği görülmüştür.

Zararlının gelişim dönemleri içinde larvaların hassas olduğu, düşük dozlarda bile etkili olduğu sadece lavanta bitkisinde larvaların yumurtaya göre dayanıklı olduğunu doz miktarlarından anlıyoruz. Yumurtalarda ise bu durum genel olarak fümigant toksisiteye karşı dirençli bulunmuştur.

Günümüzde birçok farklı depo zararlısında yapılan uçucu yağ fümigant denemeleri gibi yaptığımız çalışmadaki denemeler değerlendirildiğinde, Değirmen güvesinin farklı iki dönemine, uçucu yağların fümigant etkiye sahip oldukları ve ürünün fosfin gibi sentetik fümigantlara alternatif oluşturabilecekleri kanaatine varılmıştır.

Denemeler sonucunda farklı bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların, depolarda ürün kayıplarına neden olan ana

zararlı *E. kuehniella*'nın farklı dönemlerine fümigant etkileri yüksek bulunmuştur. Uçucu yağların ümitvar sonuçları araştırmaların yürütülmesinde ve alternatif fümigantlara basamak sağlayacağı düşünülmektedir. Un, hububat depoları ve unlu mamuller üretim alanlarında zararlı olan bu güveye karşı etkin fümigant geliştirme çalışmalarında bu araştırmanın önemli veriler sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Antalya ilinde organize edilmiş "II Ulusal Biyosidal Kongresi"nde sunulmuş ve özeti basılmıştır. Bu makale "Bazı bitkisel uçucu yağların *Ephestia kuehniella*'ya (Lepidoptera: Pyralidae) fümigant etkileri üzerinde araştırmalar" isimli tezin bir bölümünden hazırlanmıştır. Yaşamım boyunca desteğini gördüğüm canım Babacığım Muhittin ALPKENT'in anısına ve manevi desteği ile okumama vesile sevgili anneciğim Meryem ALPKENT'e ithaf ediyorum.

ÖZET

Biyopreparatlar, bitkisel bileşikler ve fungus, bakteri, nematod vb. canlı organizmalardan elde edilen ve biyolojik madde şekline getirilerek tarımda zararlılara ve hastalıklara karşı kullanılan preparatlardır. Elde edilmesi kolay ve çevrede kalıntı bırakmayarak buhar özelliğine sahip hızlı bir şekilde parçalanabilen uçucu yağlar, kimyasal sentetiklere alternatifler olarak görülmektedir. Bu çalışmada seçilen dört farklı bitkinin [kişniş (*Coriandrum sativum* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.), lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) ve nane (*Mentha spicata* L.)] uçucu yağlarının, Değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın iki farklı gelişme dönemine karşı fümigant toksisitesine bakılmıştır. *E. kuehniella*'nın larva döneminde üç günlük deneme süresinde adaçayı ve kişniş uçucu yağlarının en yüksek fümigant etkiyi (sırasıyla %96 ve %98) gösterdiği belirlenmiştir. Zararlının yumurta döneminde ise lavanta ve kişniş uçucu yağlarında %98 oranında bir fümigant etki görülmüştür. Dahası bu bitkilerin en az dozlarının bile yumurta açılımını en yüksek düzeyde engellediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre çevre dostu uçucu yağların zararlının mücadelesinde umut verici olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: biyopestisit, adaçayı, fümigant toksisite, kişniş, biyoaktivite, bitkisel

KAYNAKLAR

Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 265-267.

- Attia S., Lognay G., Heuskin S., Hance T., 2016. Insecticidal activity of *Lavandula angustifolia* Mill. against the pea aphid *Acyrtosiphum pisum*. Journal of Entomology and Zoology Studies, 4 (1), 118-122.
- Bachrouch O., Mediouni J., Wissem W.A., Talou T., Marzouk B., Abderraba M., 2010. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Products Research, 46 (4), 242–247.
- Campolo O., Giunti G., Russo A., Palmeri V., Zappalà L., 2018. Essential oils in stored product insect pest control. Journal of Food Quality, Article ID 6906105, 18 p.
- Caglar O., Calmasur O., Aslan I., Kaya O., 2007. Insecticidal effect of essential oil of *Origanum acutidens* against several stored product pests. Fresenius Environmental Bulletin, 16 (11), 1395-1400.
- Ebadollahi A., 2011. Antifeedant activity of essential oils from *Eucalyptus globulus* Labill and *Lavandula stoechas* L. on *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Biharean Biologist, 5 (1), 8-10.
- Eliopoulos P.A., Hassiotis C.N., Andreadis S.S., Porichi A.E., 2015. Fumigant toxicity of essential oils from basil and spearmint against two major pyralid pests of stored products. Journal of Economic Entomology, 108 (2), 805-810.
- Ercan F.S., Baş H., Koç M., Pandır D., Öztemiz S., 2013. Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37 (6), 719–725.
- Erler F., 2000. Bitki kökenli bileşiklerin böcek ve akarlarla mücadelede kullanılma potansiyeli üzerinde araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 120 s, Antalya.
- Erler F., 2005. Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum* and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. Journal of Plant Diseases and Protection, 112 (6), 602-611.
- Francikowski J., Baran B., Cup M., Janiec J., Krzyżowski M., 2019. Commercially available essential oil formulas as repellents against the stored-product pest *Alphitobius diaperinus*. Insects, 10 (4), 96.
- Guenther E., 1955. The essential oils. Vol. 1. History-Origin in plants-Production-Analysis, 3rd print. Jepson Press, New York, 427 p.
- Hill D.S., 1987. Agricultural insect pests of tropics and their control. 3 rd. edition. Cambridge University Press, London, 749 p.
- 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.
- İnak E., Alpkent Y.N., Çobanoğlu S., Dermauw W., Van Leeuwen T., 2019. Resistance incidence and presence of resistance mutations in populations of *Tetranychus urticae* from vegetable crops in Turkey. Experimental and Applied Acarology, 78, 343–360.
- Karcı A., 2006. Bitkisel kökenli bazı uçucu yağların Kırmabiti, *Tribolium confusum* Jacquelin duVal (Coleoptera: Tenebrionidae)'un tüm gelişme dönemlerine karşı fümigant etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 45 s., Kahramanmaraş.
- Koul O., Walia S., Dhaliwal G.S., 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. Biopesticides International, 4 (1), 63-84.
- LeOra Software, 1994. Polo-PC a user's guide to probit or logit analysis, 1119 Shattuck Avenue, Berkeley, CA, 94707.
- Maedeh M., Hamzeh I., Hossein D., Majid A., Reza R.K., 2011. Bioactivity of essential oil from *Satureja hortensis* (Lamiaceae) against three stored-product insect species. African Journal of Biotechnology, 10 (34), 6620–6627.
- Mahmoudvand M., Abbasipour H., Rastegar F., Hosseinpour H.M., Basij M., 2012. Efficacy of some plants as a post-harvest protectant against some major stored pests. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 45 (7), 806–811.
- Mossa A.T.H., 2016. Green pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. Journal of Environmental Science and Technology, 9 (5), 354-378.
- Rajendran S., 2002. Postharvest pest losses. In: Encyclopedia of pest management. Pimentel, D. (Ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, 654–656 p.
- Rajendran S., Sriranjini V., 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Products Research, 44 (2), 126-135.
- Sahaf B.Z., Moharramipour S., Meshkatsadat M.H., 2008. Fumigant toxicity of essential oil from *Vitex pseudo-negundo* against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Asia-Pacific Entomology. 11 (4), 175–179.
- Tunç I., Berger B.M., Erler F., Dağlı F., 2000. Ovicidal activity

of essential oils from five plants against two stored product insects. Journal of Stored Products Research, 36 (2), 161–168.

Younis–Al F., Naser–Al Z., Hakim–Al W., 2015. Chemical composition of *Lavandula angustifolia* Miller and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils and fumigant toxicity against larvae of *Ephestia kuehniella* Zeller. International Journal of ChemTech Research, 8 (3), 1382–1390.

Cite this article: Alpkent, Y, Alaoğlu, Ö, Çetin, H. (2020). Fumigant toxicity at low temperature of four different essential oils against different stages of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Plant Protection Bulletin, 60-2. DOI: 10.16955/bitkorb.603225

Atıf için: Alpkent, Y, Alaoğlu, Ö, Çetin, H. (2020). Dört farklı uçucu yağın düşük sıcaklıkta Değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın farklı dönemlerine karşı fümigant toksisitesi. Bitki Koruma Bülteni, 60-2. DOI: 10.16955/bitkorb.603225