



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

BİTKİSEL KÖKENLİ BAZI UÇUCU YAĞLARIN KIRMA UN BİTİ, *Tribolium confusum* duVal, (COL.: TENEBRIONIDAE)'UN TÜM GELİŞME DÖNEMLERİNE KARŞI FUMİGANT ETKİSİ

AYŞEGÜL KARCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
Eylül-2006**

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BİTKİSEL KÖKENLİ BAZI UÇUCU YAĞLARIN KIRMA UN BİTİ, *Tribolium confusum* duVal, (COL.: TENEBRIONIDAE)' UN TÜM GELİŞME DÖNEMLERİNE KARŞI FUMİGANT ETKİSİ

AYŞEGÜL KARCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

**Bu Tez 14/ 09/ 2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.**

İmza

İmza

İmza

Doç. Dr.
Ali Arda IŞIKBER

Doç. Dr.
Fedai ERLER

Doç. Dr.
Hasan TUNAZ

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

İmza ve Mühür

Prof. Dr. Özden GÖRÜCÜ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma K.S.Ü Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2005 / 1 - 3

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÖNSÖZ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	3
2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1 Test Edilen Böcekler.....	8
3.1.2 Test Edilen Uçucu Yağlar.....	8
3.2. Metot.....	10
3.2.1 Biyolojik Testler	10
3.2.2. Ön Biyolojik Testler.....	10
3.2.3 Letal Sürenin Belirlenmesi.....	10
3.2.4 Verilerin Analizi ve Değerlendirmesi.....	11
4. BULGULAR.....	12
4.1. Ön Biyolojik Testlerin Bulguları.....	12
4.1.1 Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Yumurtalarına Karşı Fumigant Etkisi.....	12
4.1.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Yumurtalarına Karşı Fumigant Etkisi.....	14
4.1.3. Bazı Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Yumurtalarına Karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ Değerleri.....	16
4.2.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Larvalarına Karşı Fumigant Etkisi.....	18
4.2.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Larvalarına Karşı Fumigant Etkisi	20

4.2.3. Bazı Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Larvalarına Karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ Değerleri.....	22
4.3.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Pupalarına Karşı Fumigant Etkisi.....	23
4.3.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Pupalarına Karşı Fumigant Etkisi.....	25
4.3.3. Bazı Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Pupalarına Karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ Değerleri.....	27
4.4.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Erginlerine Karşı Fumigant Etkisi.....	28
4.4.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Erginlerine Fumigant Etkisi.....	30
4.4.3. Bazı Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> Erginlerine Karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ Değerleri.....	32
4.5. Bazı Uçucu Yağların <i>T. confusum</i> 'un Tüm Gelişme Dönemlerine Ait LT ₅₀ ve LT ₉₀ Değerlerinin Kıyaslanması.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	45

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

BİTKİSEL KÖKENLİ BAZI UÇUCU YAĞLARIN KIRMA UN BİTİ, *Tribolium confusum* duVal, (COL.: TENEBRIONIDAE)'UN TÜM GELİŞME DÖNEMLERİNE KARŞI FUMİGANT ETKİSİ

AYŞEGÜL KARCI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Ali Arda IŞIKBER

Yıl: 2006 Sayfa: 45

Jüri : Doç. Dr. Ali Arda IŞIKBER

: Doç. Dr. Fedai ERLER

: Doç. Dr. Hasan TUNAZ

Bu çalışma 32 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların *Tribolium confusum* duVal.'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisini belirlemek için yapılmıştır. Test edilen uçucu yağlar, farklı uygulama sürelerinde ve dozlarında, böceğin dönemlerine göre farklı fumigant toksisite göstermiştir. 100 µL/L sabit dozda, 72 saat maruz bırakma süresi sonunda, *T. confusum* yumurtalarına karşı kekik, yeşil nane, huş ağacı, rezene, anason, beyaz kekik, tarçın, soğan, sarımsak ve kişniş otu uçucu yağları %54.7-%100 arasında; larvalara karşı sarımsak ve soğan uçucu yağları %53.5-%83.3 arasında; pupalara karşı sirken, yeşil nane, limon, sarımsak, soğan, ve defne uçucu yağları %63.9-%100 arasında; erginlere karşı çam, limon, hindistan cevizi ağacı, biberiye, sarımsak, soğan ve okaliptus uçucu yağları %75.1-%100 arasında ölüme neden olarak yüksek fumigant toksisite göstermiştir. Test edilen uçucu yağlar içerisinde sadece sarımsak ve soğan uçucu yağı *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine karşı yüksek fumigant toksisite göstermiştir. Böceğin gelişme dönemleri içerisinde uçucu yağlara karşı 1.1-105.8 saat arasında değişen LT₅₀ değerleriyle en hassas dönem yumurta dönemi olmuştur. Test edilen uçucu yağlara karşı *T. confusum*'un gelişme dönemlerinin hassasiyet sıralaması yumurta>ergin>pupa>larva şeklinde olmuştur. Bu çalışmada elde edilen toksisite değerleri; özellikle sarımsak ve soğan uçucu yağının depolanmış ürün zararlılarına karşı ileride alternatif bir biyo-fumigant olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağ, Fumigant toksisite, *Tribolium confusum*

UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SUTCU IMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

MSc THESIS

ABSTRACT

**FUMIGANT TOXICITY OF SOME PLANT DERIVED ESSENTIAL OILS
AGAINST ALL LIFE STAGES OF CONFUSED FLOUR BEETLE, *Tribolium
confusum* duVal, (COL.: TENEBRIONIDAE)**

AYŞEGÜL KARCI

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER

Year: 2006 Pages: 45

Jury : Assoc. Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER

: Assoc. Prof. Dr. Fedai ERLER

: Assoc. Prof. Dr. Hasan TUNAZ

This study was carried out to determine fumigant toxicity of some essential oils derived 32 different plants against all life stages of *Tribolium confusum* duVal. At different exposure times and dosages all tested essential oils had different fumigant toxicity against life stages of the test insect species. At a dose of 100 µL/L and 72 h exposure time mortality ranging from 54.7%-100% by thyme, spearmint, birch, fennel, aniseed, oregano, cinnamon, onion, garlic and coriander essential oils; larval mortality ranging from 53.5%-83.3 by garlic and onion essential oils; pupal mortality ranging from 63.9%-100% by wormseed, spearmint, lemon, garlic, onion and laurel essential oils and adult mortality ranging from 75.1%-100% by pine, lemon, nutmeg, rosemary, garlic, onion and eucalyptus essential oils showed high fumigant toxicity. Among the essential oils tested, only garlic and onion had fumigant toxicity against all life stages of *T. confusum*. Eggs were found to be most susceptible stage by LT₉₀ value ranging from 1.1-105.8 hour against essential oils. The order of susceptibility of stages were egg>adult>pupa>larva, respectively. Toxicity tests indicate that garlic and onion essential oils can be used as a possible alternative bio-fumigant in controlling stored product insects.

Key Words: Essential oil, Fumigant toxicity, *Tribolium confusum*

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bitkisel kökenli bazı uçucu yağların depolanmış tahıl ve tahıl ürünlerinin önemli bir zararlısı olan *Tribolium confusum* duVal.'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisi araştırılmıştır.

Yüksek Lisans programı süresince yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarım esnasında her türlü desteğini aldığım, her türlü özveriye bana gösteren değerli hocam Doç. Dr. Ali Arda IŞIKBER'e, sayın hocam Prof. Dr. Cafer MART'a ve tezimi değerlendiren jüri üyeleri olan sayın hocalarım Doç. Dr. Fedai ERLER'e ve Doç. Dr. Hasan TUNAZ'a ve Bitki Koruma Bölümü'nde bulunan bütün hocalarıma desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Laboratuar çalışmalarında bana yardımcı olan değerli mesai arkadaşlarım Yük. Zir. Müh. Cemil BENGİN, Yük. Zir. Müh. Yasemin KORKMAZ, Arş. Gör. Mehmet ÖLMEZ ve bitki koruma yüksek lisans öğrencisi şirin kız Bağdel TOPAL'a, tez yazımım boyunca bilgisayarını bana devreden sevgili arkadaşım Mehmet DEMİR'e teşekkür ediyorum.

Son olarak, tezimin her aşamasında ve hayatta beni her konuda destekleyen canım aileme ve her zaman sevgisiyle yanımda olan sevgili eşim Mehmet TAVUKCU'ya gönülden teşekkürlerimi sunuyorum.

Eylül 2006
KAHRAMANMARAŞ

AYŞEGÜL KARCI

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 3.1. Test edilen uçucu yağların Türkçe ve bilimsel adları ile elde edildikleri bitki aksamı	9
Çizelge 4.1. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, <i>T. confusum</i> yumurtalarının ölüm oranları (%).	13
Çizelge 4.2. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> yumurtalarına karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.	17
Çizelge 4.3. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, <i>T. confusum</i> larvalarının ölüm oranları (%)	19
Çizelge 4.4. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> larvalarına karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.	22
Çizelge 4.5. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, <i>T. confusum</i> pupalarının ölüm oranları (%)	24
Çizelge 4.6. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> pupalarına karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.	27
Çizelge 4.7. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, <i>T. confusum</i> erginlerinin ölüm oranları (%)	29
Çizelge 4.8. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 4.1. a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> yumurtalarının yüzde ölüm oranları.....	14
Şekil 4.1. b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> yumurtalarının yüzde ölüm oranları.....	15
Şekil 4.2.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> larvalarının yüzde ölüm oranları.....	20
Şekil 4.2.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> larvalarının yüzde ölüm oranları.....	21
Şekil 4.3.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> pupalarının yüzde ölüm oranları.....	25
Şekil 4.3.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> pupalarının yüzde ölüm oranları.....	26
Şekil 4.4.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> erginlerinin yüzde ölüm oranları.....	30
Şekil 4.4.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan <i>T. confusum</i> erginlerinin yüzde ölüm oranları.....	31
Şekil 4.5. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> 'un tüm gelişme dönemlerine ait LT ₅₀ değerleri.....	35
Şekil 4.6. Bazı uçucu yağların <i>T. confusum</i> 'un tüm gelişme dönemlerine ait LT ₉₀ değerleri.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

μg :Mikrogram

μL :Mikrolitre

mL :Mililitre

LT_{50} :Sabit dozda populasyonun %50'sini öldürmek için gereken süre

LT_{90} :Sabit dozda populasyonun %90'nını öldürmek için gereken süre

L :Litre

λ^2 :Chi-square değeri

gr :Gram

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de depolarda saklanan tarımsal ürünlerde farklı zararlılara karşı yoğun şekilde sentetik pestisit (fumigant ve koruyucu insektisitler) uygulaması yapılmaktadır. Sentetik pestisitlerin çevre, insanlar ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı ve ekolojik üretimin önem kazanmasıyla birlikte son yıllarda zararlı böceklerin mücadelesinde sentetik pestisitlere alternatif olarak bitki ekstraktlarının kullanımı gündeme gelmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bu maddelerin böcekler üzerinde fumigant, kontakt, repellent (kaçırıcılık), yumurta bırakmayı ve beslenmeyi engelleyici etki gösterdikleri belirlenmiştir (Koul ve ark., 1990; Yano ve Kamimura, 1993; Schmidt ve Strelake, 1994; Ho ve ark., 1997; Huang ve ark., 1997; Obeng-Ofori ve Reichmuth, 1997; Huang ve Ho, 1998). Bitki ekstraktları saf aktif bileşiklerden farklı biyolojik karakterlere sahiptirler. Bitki ekstraktlarını oluşturan çok sayıdaki bileşiklerin karışımı farklı etki mekanizmasına sahip olduklarından dolayı saf bileşiklere göre daha farklı etki gösterebilmekte ve böylece böceklerin dayanıklılık gelişimi çok daha yavaş olabilmektedir. Tüm bu özelliklerinden dolayı hedef dışı organizmalara ve çevreye etkisi çok az olan bitkisel kökenli biyolojik olarak aktif, biyo-pestisitlerin araştırılması tarımsal mücadelede önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

Bazı bitki ekstraktları ve bunların ikincil metabolitlerinin biyolojik etkinlikleri depolanmış ürün zararlısı böceklerle karşı test edilmiştir. Aromatik ve baharat bitki türlerinden elde edilen ekstraktlar, özellikle Labiatae veya Lamiaceae familyasına bağlı bitkiler, zararlı böceklerin kontrolünde en yaygın olarak kullanılan bitkilerdir (Mortan, 1981; Lambert ve ark., 1985; Lawrence, 1988; Shaaya ve ark., 1997). Tozlar, çözelti ekstraktları, uçucu yağlar ve tüm bitki gibi aromatik bitki preparatlarının farklı tipleri fumigant, kaçırıcı, çekici, beslenmeyi engelleyici, kontakt toksisite etkisini kapsayan böcek öldürücü aktiviteleri araştırılmaktadır (Prakash ve 1997; Isman, 2000; Weaver ve Subramanyam, 2000). Weaver ve Subramanyam (2000) bitki ekstraktlarının fumigant aktivitelerinin etkinliklerine, ekonomik değerine ve geniş ölçekli depolarda kullanılabilme özelliklerine bağlı olarak tahıllarda kullanılan koruyucu insektisitlere göre gelecekte daha fazla kullanıma potansiyeline sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Aromatik bitkilerin önemli birleşikleri, başlıca monoterpenler, böcekler üzerindeki toksisitelerine ek olarak diğer potansiyel biyolojik aktivitelerinden (antifungal ve antibakteriyal) dolayı endüstriyel pazarın ilgisini çekmektedir (Kubo ve ark., 1994; Isman, 2000; Weinzierl, 2000).

Daha önce yürütülen çalışmalarda birçok bitki ekstraktının ve uçucu yağının böcek öldürücü (insektisit) etkili bileşiklerinin çoğunlukla monoterpenoidler olduğu belirtilmiştir (Coats ve ark., 1991; Konstantopoulou ve ark., 1992; Regnault-Roger ve Hamraoui, 1995; Ahn ve ark., 1998). Yüksek uçuculuk ve dolayısıyla gaz halinde böcekleri öldürme, kaçırıcılık ve beslenmeyi engelleyici özelliğe sahip olmalarından dolayı monoterpenoid bileşikler potansiyel zararlı mücadele etmeni olarak düşünülmüştür. Bazı monoterpenler (Harwood ve ark., 1990; Karr ve ark., 1990) ve d-limonene (Ahn ve ark., 1998) insektisit aktivitesine sahiptir ve bazı böcek türlerinde üremeyi engelleyebilmektedir. Ancak, uçucu yağların benzen türevlerinin insektisit ve beslenmeyi engelleyici aktiviteleri ile ilgili daha az bilgi mevcuttur. Uçucu yağların bazı benzen türevlerinin depo zararlısı iki tür, *Sitophilus zeamais* Motsch. ve *Tribolium castaneum* (Herbst)’a karşı insektisit ve yemeyi engelleyici aktiviteye sahip olduğu belirtilmektedir. Anethole insektisit özelliği (Ho ve Huang, 1997) gösterirken, cinnamaldehyde (Huang ve Ho, 1998) safrole, ve isosafrole

(Huang ve ark., 1999) her iki böcek türü (*S. zeamais* ve *T. castaneum*) üzerine toksik ve beslenmeyi engelleyici etkiye sahiptir. Bunun yanında başlıca eugenol içeren (Guenther, 1955) karanfilin çiçek tomurcuğunun hexan ekstraktının *S. zeamais* ve *T. castaneum* üzerine bir kontak toksisite etkisi olduğunu ve bırakılan yumurta sayısını azalttığı bildirilmiştir (Ho ve ark., 1994). Hindistan cevizi ağacından (*Myristica fragans*) elde edilen uçucu yağın birleşiklerinden biri olan isoeugenol (Guenther, 1955) *S. zeamais* ve *T. castaneum*'a karşı toksik ve yemeyi engelleyici aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Huang ve ark., 1997).

Depolanmış ürünlerle beslenen zararlılar, ürünlerin ağırlık ve çimlenme kapasitesini azaltarak kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır. *Ephestia cautella* (Walker), *Ephestia kuehniella* (Zell.) *Lasioderma serricorne* (Fabricius), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Plodia interpunctella* (Hübner), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Sitophilus* spp., *Tribolium* spp. ve *Trogoderma granarium* (Evert.) ülkemizde sık rastlanan bazı önemli depo zararlılarıdır. Türkiye'de depolarda saklanan tarımsal ürünlerde değişik zararlılara karşı yoğun şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır. Bu pestisitler arasında malathion, pirimofos-metil, klorpiyrifos-metil gibi koruyucu insektisitler yanında metil-bromid ve aliminyum-fosfin gibi fumigantlar bulunmaktadır. Dünyada ve ülkemizde depolarda bulaşık ürünün zararlılardan temizlenmesi için en etkili ve en çok kullanılan yöntem fümigasyon'dur. Fümigantlar içerisinde en yaygın olarak kullanılanlar ise Metil bromid ve Fosfin'dir (Bond, 1984; Evans, 1987; Taylor, 1994). Metil bromid hızlı biyolojik aktivite göstermesine rağmen, ozon tabakasını delici özelliği bulunmakta ve sıcakkanlı hayvanlara, insanlara toksisitesinin yüksek olmasıyla kullanımı yasaklanmış veya kısıtlanmıştır. Fosfinle fümigasyonda ise, dünyada 45'den fazla ülkede depo zararlılarının fosfine karşı dayanıklılık geliştirdikleri tespit edilmiştir (Bell ve Wilson, 1995; Chaudry, 1995). Depo zararlılarının kontrolü için sentetik insektisitlerin ve fumigantların kullanımı yıldan yıla birçok probleme neden olmaktadır. Bugün geleneksel olarak kullanılan fumigantların artan zararlarından dolayı, birçok araştırmacı bitkisel kökenli doğal ürünlere yönelmişlerdir.

Bitkiler alemi keşfedilmeye açık birçok yeni kimyasal birleşiklerin kaynağını oluşturmaktadır. Bitki kökenli pestisitler içerisinde en çok uçucu yağlar, depo zararlılarına karşı test edilmiştir (Elgün ve Ertugay, 1990). Yürütülen yeni araştırmalar uçucu yağların ve bunların bileşiklerinin mevcut kullanılan fümigantlara (Metil bromür ve fosfin) alternatif bileşikler olarak potansiyel kullanıma sahip olabileceklerini göstermiştir (Singh, 1989; Shaaya ve ark., 1991; Regnault-Roger ve ark., 1993; Shaaya ve ark., 1997; Dunkel ve Sears, 1998; Huang ve Ho, 1998; Huang ve ark., 2000a; Tunç ve ark., 2000; Lee ve ark., 2001). Ancak bu durumun tam olarak ortaya konması için çok sayıda farklı bitkilerden elde edilen biyolojik olarak aktif uçucu yağların tanımlanması ve depolanmış ürün zararlılarının kontrolünde kullanıma olasılıklarının detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, önemli bir depo zararlısı olan Kırmızı un biti (*Tribolium confusum* duVal.)'nin tüm gelişme dönemlerine karşı 32 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisi araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yurt içinde Yapılan Çalışmalar

Saraç ve Tunç (1995), *Pimpinella anisum* L. (anason), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (okaliptus), *Thymbra spicata* var. *spicata* L. (zahter) ve *Satureja thymbra* L. (kara kekik) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların; *T. confusum* ve *Sitophilus oryzae* L.'nin ergin dönemlerine, *E. kuehniella*'nın ise son larva dönemine karşı olan toksik etkilerini araştırmışlardır. Test edilen uçucu yağlardan sadece anasonun, *T. confusum* erginlerine karşı 5 günlük maruz bırakma süresinden sonra %95'ten fazla ölüme neden olduğunu bütün uçucu yağların *S. oryzae* erginlerine karşı kaçıracı özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Tunç ve ark. (2000), *P. anisum* (anason), *Cuminum cyminum* L. (kimyon), *E. camaldulensis* (okaliptus), *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) (beyaz kekik) ve *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *T. confusum* ve *E. kuehniella*'ya karşı fumigant aktivitelerini araştırmışlardır. Anason ve kimyon uçucu yağlarının, yumurta dönemlerinde %100, beyaz kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağın *T. confusum*'da %77, *E. kuehniella*'da da %89 ölüm sağladığını tespit etmişlerdir. Anason uçucu yağının 98.5 µL/L uygulama dozunda *E. kuehniella* için LT₉₉ değerinin 60.9 saat ve *T. confusum* için 253 saat olduğunu bildirmişlerdir.

Erler (2005), 5,8–184,8 mg/L arasındaki uygulama dozlarında ve 24-96 saat maruz bırakma süresinde, 6 tane monoterpenoidin (carvacrol, 1,8-cineole, menthol, gamma-terpinene, terpinen-4-ol ve thymol) fumigant etkilerini, *T. confusum*'un yumurta ve erginlerine, *E. kuehniella*'nın larva ve yumurtalarına karşı test etmiş ve en etkili bileşiğin carvacrol olduğunu bildirmiştir. Carvacrol, *E. kuehniella* larvaları haricinde diğer test edilen böcekler için 46.2 mg/L dozunda ve 24–96 saat arasında maruz bırakma sürelerinde %90'nın üzerinde ölüme neden olduğunu saptamıştır.

Işıkber ve ark. (2006), *R. officinalis* (biberiye) ve *Laurus nobilis* L. (defne) uçucu yağlarının *T. confusum*'un bütün dönemlerine karşı fumigant etkisini test etmişler ve böceğin bütün dönemlerine karşı her iki uçucu yağın da toksik olduğunu, biberiye uçucu yağının 172.6 mg/L dozunun, en uzun maruz bırakma süresiyle (144 saat), yumurtaların ancak %65'ini öldürmüş ve böylece biberiye karşı en dayanıklı dönemin yumurta olduğunu, daha sonra aynı dozda 120.2 saat LT₉₀ değeriyle pupa döneminin geldiğini tespit etmişlerdir. Defne uçucu yağına karşı ise en dayanıklı dönemin ergin olduğunu belirterek, LT₉₀ değerlerine dayanarak, biberiye ve defne uçucu yağlarına karşı *T. confusum*'un gelişme dönemlerinin dayanıklılık sırasının sırasıyla pupa > larva > ergin ve larva > ergin > pupa olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Regnault-Roger ve Hamraoui (1995), *A. obtectus* erginlerine karşı p-cymene, α -pinene, camphor, linalool, terpineol, cuminaldehyde, cinnamaldehyde, anethole, carvacrol, thymol, estragole ve eugenol olmak üzere bazı monoterpenoidlerin fumigant toksisitesini tespit etmek amacıyla 24 ve 48 saat uygulama süreleri için LC₅₀ konsantrasyonlarını saptamışlar ve erginlere en fazla toksisite gösteren bileşiğin linalool ve en düşük toksisite gösterenin ise estragole bileşiğinin olduğunu bildirmişlerdir.

Don-Pedro (1996), *Citrus latifolia* Tan. (misket limonu) yağının *Callosobruchus maculatus* (F.), *Sitophilus zeamais* Motschulsky ve *Dermestes maculatus* DeGeer'un ergin ve ergin öncesi dönemlerine karşı fumigant etki gösterdiğini bildirmiştir. *C. maculatus* ve *D. maculatus* yumurtalarına karşı 24 saatteki LC₅₀ değerlerini sırasıyla 7.8 ve 21.5 μ L/L ve *C. maculatus*' un genç larva ve pupa dönemlerine karşı 9.1, 7.8 μ L/L, *D. maculatus*'un olgun larva ve pupa dönemlerine karşı ise 23.1, 23.9 μ L/L olarak tespit etmiştir.

Huang ve ark. (1997), hindistan cevizi yağının iki depo zararlısı olan *T. castaneum* ve *S. zeamis* erginlerine karşı olan kontakt ve fumigant toksisitesini araştırmışlardır. Kontakt toksisite çalışmalarında, *S. zeamais*, *T. castaneum*'dan yaklaşık on kat daha duyarlı olurken, fumigant toksisite çalışmalarında *T. castaneum*'un *S. zeamais*' den daha duyarlı olduğunu tespit etmişlerdir. *T. castaneum*'un larvalarının erginlere oranla daha hassas olduklarını ve duyarlılığın larva yaşı arttıkça azaldığını bildirmişlerdir.

Shaaya ve ark. (1997), depolanmış ürün zararlılarının kontrolü için bitki yağlarının fumigant ve kontakt insektisit olarak kullanılabilirliğini tespit etmek üzere yaptıkları çalışma sonucunda; *Pagostemon heyneanus* L., *Ocimum basilicum* L. (fesleğen) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, *S. oryzae*, *Stegobium paniceum* (L.), *T. castaneum* ve *C. maculatus*'a karşı insektisit özelliğinin olduğunu bildirmişlerdir. Fumigant etkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, 24 saat maruz bırakma süresinde ve 1.4–4.5 μ L/L dozunda uçucu yağların test edilen böceklerin %90'ının ölümüne neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tripathi ve ark. (2000), *Mentha arvensis*, *M. citrata*, *M. piperita* ve *M. spicata* gibi nane türlerinden elde edilen uçucu yağların ve bunların içinde bulunan menthone, menthol, linalool, linalyl acetate, menthofuran, limonene ve l-carvone bileşiklerinin *T. castaneum* ve *C. maculatus*'a karşı fumigant etkisini araştırmışlardır. Test edilen aromatik kimyasalların hepsinin *C. maculatus*'a *T. castaneum*'dan daha etkili olduğunu ve sıvı menthol bileşiğinin en etkili fumigant olduğunu tespit etmişlerdir. *M. arvensis* ve *M. piperita* uçucu yağları ile menthone, linalyl acetate, menthofuran, l-carvone bileşiklerinin ise her iki zararlıya karşı fumigant etki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Huang ve ark. (2000a), sarımsak uçucu yağının en önemli bileşenleri olan methyl-allyl disulfide ve diallyl-trisulfide bileşiklerinin *S. zeamais* ve *T. castaneum*'a karşı kontakt, fumigant ve beslenmeyi önleyici etkisini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada; diallyl-trisulfide bileşiğinin methyl-allyl'e göre her iki zararlının erginlerine karşı da daha yüksek kontakt ve fumigant toksisite gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda bu bileşiklerin *T. castaneum* erginlerine daha toksik olduklarını ve bu zararlının olgun larvalarına kontakt etkilerinin, genç larvalarına ise fumigant etkilerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bileşiklerin, *T. castaneum*'un yumurtalarının açılımında azalmaya neden olduklarını da tespit etmişlerdir.

Huang ve ark. (2000b), kardamon (*Elletaria cardamomum* (L.)) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *S. zeamais* ve *T. castaneum*'a karşı fumigant, kontak ve beslenmeyi engelleyici etkilerini test etmişlerdir. Fumigant toksisite çalışmalarında LD₅₀ ve LD₉₅ değerlerine göre *S. zeamais* erginlerinin *T. castaneum*'dan 2 kat daha fazla duyarlı olduğunu, 12 günlük *T. castaneum* larvalarının kontakt testlerde erginlerden daha dayanıklı olduklarını, 14 ve 16 günlük larvaların ise erginlerle aynı hassasiyeti gösterdiklerini bildirmişlerdir. Larvaların kontakt testlerdeki hassasiyetinin yaşları arttıkça arttığı ve ayrıca da *T. castaneum* larvalarının fumigant toksisite çalışmalarının sonucuna göre erginlerden daha dayanıklı oldukları, larva dönemleri arasında benzer hassasiyet görüldüğü kanısına varmışlardır.

Lee ve ark. (2001), *Sitophilus oryzae* (L.) erginlerine karşı 18 farklı uçucu yağ test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre okaliptus (LD₅₀=28.9 µL/L) ve adi biberiyeden (LD₅₀=30.5 µL/L) elde edilen yağların *S. oryzae* erginlerine karşı potansiyel fumigant aktiviteye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Her iki uçucu yağın da ana bileşeni olan 1,8 cineole'ün en etkili madde olduğunu tespit etmişlerdir.

Eun ve ark. (2001), Kore baharat ve tıbbi bitkilerinden ekstrakte edilen 16 uçucu yağın *S. oryzae*'ye karşı fumigant etkisini test etmişler ve en yüksek fumigant toksisiteyi (LC₅₀=45.5 µL/L) *Mentha arvensis* L var *piperascens* bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın gösterdiğini bildirmişlerdir. *M. arvensis* uçucu yağının GC-MS analizi sonucunda, en fazla olarak menthol (%63.2), menthone (%13.1) ve limonene (%1.5), daha sonra beta-pinene (%0.7), alfa-pinene (%0.6) ve linalool (%0.2) bileşenlerinin tespit edildiğini ve bu terpenlerin *S. oryzae*'ye uygulanması sonucunda en toksik olanının menthone (LC₅₀=12.7 µL/L), bunu takiben linalool (LC₅₀=39.2 µL/L) olduğunu bildirmişlerdir.

Pascual-Villalobos (2002), *Carum carvii* L. (karaman kimyonu), *Coriandrum sativum* L. (kişniş otu), *Ocimum basilicum* L. (fesleğen) ve *Chrysanthemum coronarium* L. (papatya) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 2, 20 ve 50 µL/L dozlarının *C. maculatus* ve *S. granarius*'a karşı olan insektisit etkisini araştırmıştır. Deneme sonunda, karaman kimyonu uçucu yağının, 20 µL/L dozunun *C. maculatus*'un %100 ölümüne ve 2 µL dozunun ise %60'ının ölümüne sebep olduğunu, aynı uçucu yağın uygulanan 25 µL dozunun ise *S. granarius* erginlerinin %68'ini öldürdüğünü tespit etmiştir. Diğer bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ise, kişniş otu (20 µL/L), fesleğen (50 µL/L), sadece *C. maculatus*'a karşı etki gösterdiğini bildirmiştir.

Tripathi ve ark. (2002), *R. dominica*, *S. oryzae*, *T. castaneum*'a karşı, hint safranı (*Curcuma longa* L.) bitkisinin yapraklarından elde edilen uçucu yağının çoğalmaları üzerindeki kontakt ve fumigant etkisini araştırmışlardır. Test edilen uçucu yağın, hem fumigant hem de kontakt olarak insektisit özelliği gösterdiğini belirlemişler ve *R. dominica* erginlerinin hint safranı uçucu yağına karşı kontakt etki testlerinde çok hassas olduğunu ($LD_{50}=36.71 \mu\text{g}/\text{mg}$ böcek ağırlığı), fumigant etki testlerinde ise *S. oryzae* erginlerinin hassas olduğunu ($LC_{50}=11.36 \text{ mg}/\text{L}$) tespit etmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2002a), *Acanthoscelides obtectus* (Say)'un larva ve pupa dönemlerine karşı *Lavandula hybrida* Rev. (lavanta), *R. officinalis* (biberiye) ve *E. globulus* (okaliptus) uçucu yağlarının fumigant toksisitesini test etmişlerdir. Uygulama süresi ile ölüm ve sıcaklık ile ölüm arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Uçucu yağların hepsi, böceğin dönemine ve yağlara bağlı olarak LC_{50} değerleri $0.6-76 \mu\text{L}/\text{L}$ arasında, test edilen bütün ergin öncesi dönemlere karşı toksik bulduklarını ve larva dönemleri ilerledikçe, larvaların yağlara olan toleranslarının arttığını, fakat larvaların pupadan daha hassas olduklarını tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (2003), 20 doğal monoterpenoidin, *S. oryzae*, *T. castaneum*, *O. surinamensis*, *Musca domestica* L. ve *Blatella germanica* (L.) olmak üzere bazı önemli depo zararlılarına karşı olan fumigant etkilerini araştırmışlardır. Cineole, l-fenchone ve pulegone'un $50\mu\text{g}/\text{mL}$ ' de test edilen tüm böceklerde %100 ölüme sebep olduklarını bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2003), 5 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların ve 30 aromatik bitkiden ekstrakte edilen metanol'un *S. oryzae* ve *Callosobruchus chinensis* (L.)'in erginlerine karşı olan kontak ve fumigant aktivitelerini araştırmışlar ve sonuçların uygulama süresine, bitki materyaline ve böcek türüne bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır. Yabani turp, (*Cochleria aroracia* L.), hardal (*Brassica juncea* (L.)) ve tarçın (*Cinnamomum cassia* Kassie) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların her iki zararlıya karşı uygulamadan 1 gün sonra insektit etkisini göstermeye başladığını ve %90'dan fazla ölüm oranına ise avşar otu (*Acorus calamus* var. *angustatus* Besser) ve *A. gramineus* bitkilerinin rizomlarından, yıldız anasonu (*Illicium verum* Hook) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) bitkilerinin ise meyvelerinden elde edilen ekstraktların uygulanmasından 3–4 gün sonra ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Papachristos ve Stamopoulos (2004), *A. obtectus*'un yumurta dönemine karşı *L. hybrida* (lavanta), *R. officinalis* (biberiye) ve *E. globulus* (okaliptus) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların fumigant toksisitesini test etmişlerdir ve uçucu yağların, yumurta yaşına bağlı olarak, LC_{50} değerlerinin $1.3-35.1 \mu\text{L}/\text{L}$ arasında test edilen yumurtalara toksik olduklarını bildirmişlerdir. Tüm durumlarda genç yumurtaların (3 günlükten az), yaşlı yumurtalara (4 günlükten fazla) göre uçucu yağlara karşı daha dayanıklı olduklarını tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (2004a), Myrtaceae familyasından 42 bitki uçucu yağının, 3 önemli depo zararlısı olan *S. oryzae*, *T. castaneum* ve *R. dominica*'ya karşı fumigant etkisini test etmişler ve bunlardan 6'sının potansiyel fumigant etki gösterdiğini ve bunların *Eucalyptus nicholii*, *E. codonocarpa*, *E. blakelyi*, *Callistemon sieberi*, *Melaleuca fulgens* ve *M. armillaris* bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar olduğunu bildirmişlerdir. *S. oryzae* erginleri için, bu uçucu yağların LD₅₀ değerlerinin 19.0–30.6 µL/L ve LD₉₅ değerlerinin 43.6–56.0 µL/L arasında olduğunu bulmuşlardır. Test edilen uçucu yağların fumigant etkilerinin 1,8-cineole bileşiğinden kaynaklanabileceğini düşünerek bu bileşik ile ilgili araştırma yapılması kanısına varmışlardır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Test Edilen Böcekler

Biyolojik testler için önemli bir depolanmış tahıl ve tahıl ürünleri zararlısı olan *T. confusum* kullanılmıştır. Ana materyal olarak Kahramanmaraş'taki depolardan alınan buğdaylardan toplanan *T. confusum* erginleri 65 ± 5 nemde 25 ± 1 °C sıcaklıkta iklim odasında karanlık ortamda, 1 litrelik cam kavanozlara 250 gr buğday unu ve 8 gr kuru maya konularak kültüre alınmıştır. *T. confusum*'un tüm gelişme dönemleri (yumurta, larva, pupa ve ergin) biyolojik testler için kullanılmıştır.

3.1.2. Test Edilen Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar, ATL (Canada) firmasından ticari olarak temin edilmiş ve denemelerden önce 5°C' de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Fümigant etkisi test edilen uçucu yağların listesi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Test edilen uçucu yağların Türkçe ve bilimsel adlarıyla elde edildikleri bitki aksamı

Türkçe adı	Bilimsel adı	Elde Edildikleri Bitki Aksamı
Çam	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Yaprak
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Çiçek ve yaprak
Tarçın	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Blume)	Kabuk
Lavanta	<i>Lavendula angustifolia</i> Mill.	Çiçekler
Yeşil nane	<i>Mentha spicata</i> L.	Yaprak
Citronella	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt.	Gövde
Kekik	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Yaprak
Civan perçemi	<i>Achillea millefolium</i> L.	Çiçekler
Papatya	<i>Anthemis nobilis</i> (Anth)	Çiçekler
Sedir	<i>Juniperus virginiana</i> L.	Gövde
Bergamot	<i>Citrus bergamia</i> Risso	Yapraklar
Rezene	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Gövde
Huş ağacı	<i>Betula lenta</i> L.	Gövde
Gökmar	<i>Juniperus communis</i> L.	Gövde
Kişniş otu	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Yaprak
Beyaz kekik	<i>Origanum dubium</i> Boiss.	Gövde ve yaprak
Okaliptus	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Yaprak
Zencefil	<i>Zinziber officinalis</i> Roscoe.	Kökler
Sarımsak	<i>Allium sativum</i> L.	Soğan
Karabiber	<i>Piper nigrum</i> L.	Tohum
Anason	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Tohum
Kimyon	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Tohum
Hint safranı	<i>Curcuma longa</i> L.	Rizom
Kazayağı	<i>Chenopodium album</i> L.	Yaprak
İngiliz Limonu	<i>Citrus aurantium</i> (L.)	Dal ve yaprak
Soğan	<i>Allium sepa</i> L.	Soğan
Hindistan cevizi ağacı	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Yaprak ve çiçekler
Ardıç	<i>Abies balsamea</i> (L.)	Gövde
İngiliz nanesi	<i>Mentha piperita</i> L.	Çiçek ve yaprak
Limon	<i>Citrus limonum</i> Risso.	Meyve ve meyve kabuğu
Fesleğen	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Çiçek ve yaprak
Defne	<i>Laurus nobilis</i> L.	Yaprak

3.2. Metot

3.2.1. Biyolojik Testler

Biyolojik testler 1 L'lik metal kapaklı cam kavanozlarda $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, $\%65\pm5$ nispi nemde ve tamamen karanlık iklim odasında yürütülmüştür.

Biyolojik testlerde 1 haftalık ergin, 1–2 günlük pupa, 18–20 günlük larva ve 1–2 günlük yumurta kullanılmıştır. Tüm denemeler 3 tekerrürlü olarak yapılmış, her deneme için 3 kontrol bırakılmıştır. Cam kavanozlar içerisine, nemin $\%60\pm5$ olarak sabit kalması için 3 cm çapındaki küçük petriler içinde doymuş Magnezyum nitrat tuzu konulmuştur. Her uygulama için 30 ergin, 25 pupa, 25 larva ve 50 yumurta sayıldıktan sonra küçük cam tüplere alınıp üzerlerine taze un eklenip, daha sonra uçucu yağın gaz halinde tüplere girebilmesi için ağzı ince tülle kapatılarak 1L'lik cam kavanozlara aktarma işlemi yapılmıştır. Son olarak kavanozlara 50 μL 'lik mikro şırınga yardımıyla uçucu yağlar kavanozların içerisine uygulanmış ve kavanozların ağzı metal kapaklarıyla kapatılarak, belirlenen maruz bırakma sürelerine göre $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, $\%65\pm5$ nispi nemde ve tamamen karanlık iklim odasında bekletilmiştir.

3.2.2. Ön Biyolojik Testler

Uçucu yağların fumigant etkisinin olup olmadığını test etmek için ön biyolojik testler yürütülmüştür. Bu amaçla böceğin tüm dönemlerine karşı (yumurta, larva, pupa ve ergin) uçucu yağların, 100 $\mu\text{L/L}$ sabit dozda 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma sürelerindeki fumigant etkileri test edilmiştir. Daha sonra ise, 24 saat sabit maruz bırakma süresinde, uçucu yağların iki farklı uygulama dozunun (100 ve 250 $\mu\text{L/L}$) fumigant etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağların uygulama şekli yukarıda 3.2.1 bölümünde bahsedildiği gibi yapılmıştır. Larva, pupa ve ergin böcekler 24, 48 ve 72 saat uçucu yağlara maruz bırakıldıktan sonra kavanozlardan pens yardımıyla çıkartılarak, yeniden taze temiz un içeren küçük cam tüplere, yumurtalar ise üzerinde 50 küçük hücre bulunan, mikadan yapılmış özel slaytlara ince uçlu fırça yardımıyla mikroskop altında aktarılmıştır. Ölü-canlı sayımları için, yumurta denemelerinde, yumurtaların açılıp larvaların çıkışına, larvalarda pupa olmalarına, pupalarda ise erginlerin çıkışına kadar, $\%65\pm5$ nemde, $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve iklim odasında karanlık ortamda bekletilmiştir. Uçucu yağa maruz kalma süresinden sonra yumurta larva ve pupalar 10–15 gün, erginler ise 5–7 gün bekletildikten sonra ölü-canlı sayımları yapılmıştır.

3.2.3. Letal Sürenin Belirlenmesi

Ön biyolojik testlerin sonucuna göre $\% 50$ 'den fazla ölüm oranına sahip olan yağlar 100 $\mu\text{L/L}$ sabit dozda, farklı uygulama sürelerinde LT_{50} ve LT_{90} değerlerinin hesaplanması için; yumurta dönemi sarımsak (0,25; 0,50; 0,75; 1 saat), soğan (3; 6; 9; 12; 24 saat), anason (3; 6; 12; 24 saat), rezene (3; 6; 12; 24; 36; 48 saat), beyaz kekik (3; 6; 12; 18; 24 saat), huş ağacı (0,5; 1; 2; 3 saat), kişniş otu (24; 48; 72; 96; 120 saat), tarçın (1; 2; 3; 4; 5; 6 saat), yeşil nane (12; 24; 48; 72 saat) ve kekik uçucu yağları (3; 9; 18; 24 saat); larva dönemi sarımsak (24; 48; 72; 96 saat) ve soğan (24; 48; 72; 96 saat) uçucu yağları; pupa dönemi sarımsak (1; 3; 6; 9; 15; 18 saat), soğan (6; 9; 12; 24; 36 saat), yeşil nane (24; 48; 60; 72; 96 saat), limon (24; 48; 72; 96 saat), sirken (6; 12; 24; 48 saat) ve defne (24; 48; 72; 96; 120 saat) uçucu yağları; ergin dönemi ise sarımsak (3; 6; 12; 18; 24 saat), soğan (6;

24; 36; 48 saat), am (6; 12; 18; 24; 36; 48 saat), limon (6; 18; 21; 24 saat), okaliptus (24; 48; 72; 96; 120 saat), biberiye (12; 18; 24; 48; 72 saat) ve hindistan cevizi ağacı (6; 12; 18; 24; 30; 36; 48 saat) uçucu yağları parantez içersinde belirtilen surelerde biyolojik testlere tabi tutulmuştur. Uygulama süreleri sonunda, Bölüm 3.2.2’de belirtildiği gibi l-canlı sayımları yapılmıştır. Deneme sonucunda her dönem için test edilen uçucu yağın farklı uygulama sürelerinde ölüm oranları belirlendikten sonra, letal süreleri (LT₅₀ ve LT₉₀) hesaplanmıştır.

3.2.4. Verilerin Analizi ve Deėerlendirilmesi

n biyolojik testlerin sonuçlarına göre, uçucu yağların, *T. confusum*’un her bir dönemi üzerindeki ölüm oranları hesaplanmış ve böceğe ait her bir dönemi için, 100 µL/L sabit dozda ve 24, 48, 72 saat maruz bırakma süreleri için % ölüm tabloları oluşturulmuş ve uçucu yağların iki farklı uygulama dozunda (100 ve 250 µL/L) 24 saat maruz bırakma suresindeki ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Bu elde edilen % ölüm değerleri, Arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur (Zar, 1996). Buradan elde edilen verilere ise çift yönlü varyans analizi (ANOVA) (SAS, 1989) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %1’lik LSD testine göre kıyaslanmıştır. %50’nin üzerinde ölüme neden olan uçucu yağların uygulama süreleri-ölüm oranları, LT₅₀, LT₉₀ değerlerini tespit etmek için POLO-PC (LeOra Software, 1987) programı kullanılarak probit analizine tabi tutulmuştur. Probit analizi sonunda uçucu yağlar için elde edilen LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri arasındaki farklılıklar, alt ve st güvenlik aralıklarının birbiriyle akışıp akışmamasına göre ortaya konmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Ön Biyolojik Testlerin Bulguları

4.1.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Yumurtalarına Karşı Fumigant Etkisi

Çizelge 4.1, test edilen uçucu yağların 100 µL/L sabit dozda, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma sürelerindeki, *T. confusum* yumurtalarına karşı fumigant etkisinin istatistiki analiz sonuçlarını göstermektedir. Her maruz bırakma süresinde, uçucu yağlar yumurtaların ölüm oranları üzerinde istatistiki olarak önemli etkiye sahip olmuştur (24, 48, 72 saat için $P<0.0001$). 24 saat maruz bırakma süresinde, test edilen 32 uçucu yağdan kekik (%100), yeşil nane (%32), papatya (%20.4), sirken (%31.3), fesleğen (%20), kimyon (%20), sedir (%20), bergamot (%22.7), huş ağacı (%99.3), defne (%20), anason (%93.3), beyaz kekik (%96.7), tarçın (%100), soğan (%96), sarımsak (%84.7), rezene (%46.7), hindistan cevizi ağacı (%24.7) yüksek ölüm oranına sebep olmuş ve istatistiksel olarak kontrolden daha yüksek bulunmuşlardır. 24 saat sonunda yumurtalara karşı %50 ve üzeri ölüm oranına sahip uçucu yağlar yüksekten düşüğe doğru sırasıyla, kekik=tarçın, huş ağacı, beyaz kekik, soğan, anason ve sarımsak uçucu yağları olmuştur. Yukarıdaki uçucu yağlara ilaveten, civan perçemi (%16), bergamot (%16), zencefil (%16), okaliptus (%18), fesleğen (%18.7), sirken (%18.7), çam (%21.3), papatya (%21.3), hindistan cevizi ağacı (%23.3), defne (%24), kimyon (%30) ve kişniş otu (%30) uçucu yağları 48 saat sonunda istatistiki olarak kontrolden daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur. Ancak bunların hepsi %50'nin altında ölüme neden olarak zayıf fumigant etki göstermiştir. 72 saat maruz bırakma süresi sonunda ise, kekik, yeşil nane, huş ağacı, rezene, anason, beyaz kekik, tarçın, soğan, sarımsak ve kişniş otu uçucu yağları olmak üzere toplam 10 tane uçucu yağın, ölüm oranları %54.7-%100 arasında değişmek üzere, yumurtalara karşı yüksek derecede fumigant etki gösterdikleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak, Tunç ve ark. (2000) *T. confusum* yumurtalarına karşı anason, kimyon, okaliptus, beyaz kekik ve biberiye uçucu yağlarının fumigant etkilerini araştırmışlar ve anason, beyaz kekik ve kimyon uçucu yağının yumurtalara karşı yüksek derecede fumigant etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Papachristos ve Stamopoulos (2004), *A. obtectus* yumurtalarına karşı lavanta ve biberiye uçucu yağlarının çok etkili olduklarını belirtmişlerdir. Ancak bu çalışmada, lavanta ve biberiye uçucu yağları *T. confusum* yumurtaları üzerinde etkili bulunmamıştır. Bu iki çalışmada kullanılan böcek türünün farklı olması farklı sonuçların elde edilmesine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1 yatay olarak incelendiğinde ise, yeşil nane, çam, papatya, sirken, fesleğen, kimyon, sedir, bergamot, limon, karabiber, defne, lavanta, göknar, anason, citronella, soğan, sarımsak, ingiliz limonu, ingiliz nanesi, civan perçemi, rezene, ardıç, kişniş otu uçucu yağlarının maruz bırakma sürelerindeki yumurtalar üzerindeki ölüm oranları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0.0001$). Zencefil, hint safranı, huş ağacı, beyaz kekik, tarçın, okaliptus, biberiye ve hindistan cevizi ağacından elde edilen uçucu yağların ise maruz bırakma sürelerindeki ölüm oranları istatistiki olarak aynı bulunmuştur ($P>0.015$). Sonuç olarak, uçucu yağlara maruz bırakma süresinin, uçucu yağın cinsine bağlı olarak *T. confusum* yumurtalarının ölüm oranlarını etkilediği saptanmıştır. Bu sonuç birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur. Nitekim, Kim ve ark., (2003), tarçın, karaturp ve hardal uçucu yağlarının 100

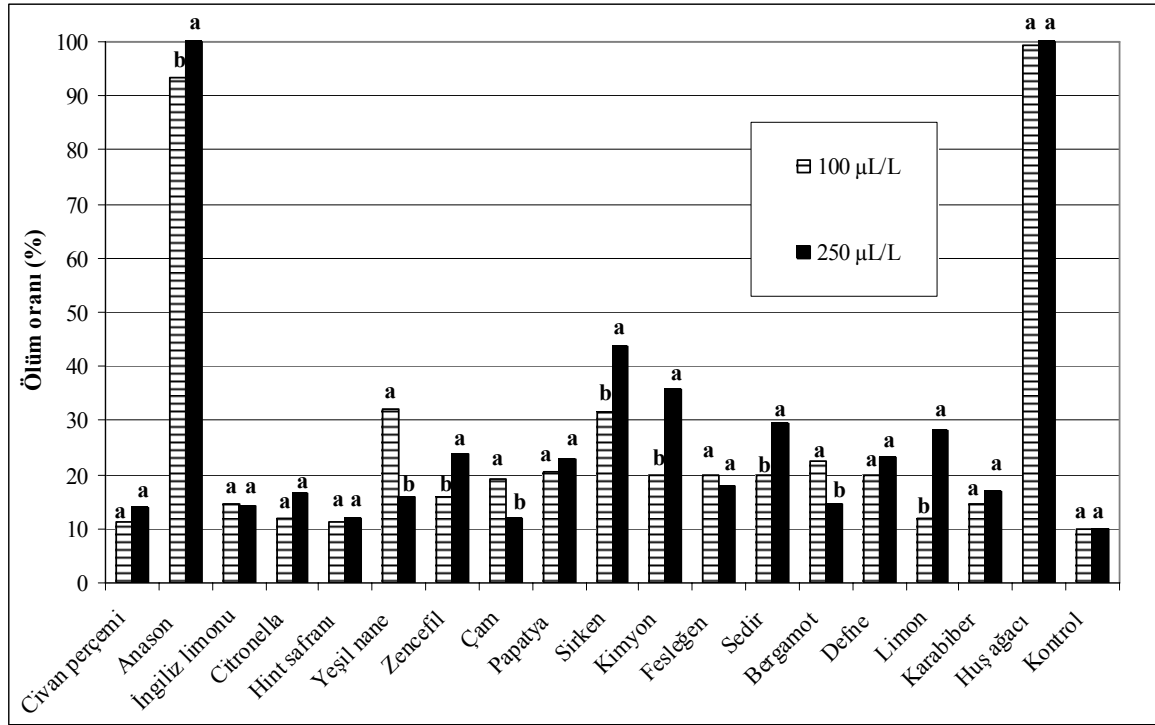
$\mu\text{L/L}$ dozda *S. oryzae* erginlerine karşı fumigant etkisinin maruz bırakma süresine göre değiştiğini (1, 2, 3, 4 gün) tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.1. Farklı uygulama sürelerinde 100 $\mu\text{L/L}$ sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, *T. confusum* yumurtalarının ölüm oranları (%)

Uçucu yağlar	Ölüm oranları (%)±SH		
	24-saat	48-saat	72-saat
Kekik	100±0 A a	100±0 A a	100±0 A a
Yeşil nane	32±1.15 E c	86±2 D b	91.3±0.66 C a
Zencefil	16±2.30 GHIJK a	16±0 FGHI a	20.6±1.82 HIJ a
Çam	19.3±0.66 GHI a	21.3±1.76 EFG a	14.7±1.33 JKLM b
Papatya	20.3±2.26 GH b	21.3±2.40 EFG b	38±4.16 E a
Sirken	31.3±2.40 EF a	18.7±2.66 FGH b	32±1.15 EF a
Fesleğen	20±2.30 GH b	18.7±1.33 FGH c	22±1.15 GHI a
Kimyon	20±2.30 GH b	30±4.6 E a	28±2.30 FG a
Sedir	20±1.15 GH a	12±0 HIJK b	10.2±0.91 M b
Bergamot	22.7±2.90 FGH a	16±1.15 FGHI b	28±1.15 FG a
Hint safranı	11.3±0.66 JK a	13.3±0.66 GHIJK a	14±1.15 KLM a
Limon	12±1.15 IJK b	7.3±0.66 K c	33.4±5.94 EF a
Huş ağacı	99.3±0.66 A a	100±0 A a	100±100 A a
Karabiber	14.7±1.76 GHIJK b	12.7±0.66 HIJK c	18.5±0.70 HIJKL a
Defne	20±1.15 GH a	24±0 EF a	14±1.15 KLM b
Lavanta	16.7±1.33 GHIJK a	10.7±0.66 IJK b	18±2.30 HIJKL a
Gökmar	10.7±0.66 JK b	8.7±0.66 JK b	14.7±1.76 JKLM a
Anason	93.3±1.76 B b	96±4 B a	96.7±1.76 B a
Beyaz kekik	96.7±0.66 B a	98±1.15 A a	97.3±0.66 B a
Tarçın	100±0 A a	100±0 A a	100±0 A a
Citronella	12±1.15 IJK b	12.7±1.33 HIJK b	23.3±1.76 GH a
Okaliptus	18±1.15 GHIJ a	18±1.15 FGHI a	18±2.30 HIJKL a
Soğan	96±2.30 B b	99.3±0.66 A a	100±0 A a
Sarımsak	84.7±2.90 C c	90±2.30 CD b	99.3±0.66 A a
İngiliz limonu	14.7±0.66 GHIJK a	10.7±0.66 IJK b	17.3±2.90 HIJKL a
İngiliz nanesi	12±1.15 IJK b	13.3±1.76 GHIJK b	16.7±0.66 IJKL a
Civan perçemi	11.3±0.66 JK b	16±1.15 FGHI a	15.3±1.33 JKLM a
Rezene	46.7±5.45 D c	90.7±5.20 C b	100±0 A a
Ardıç	12±1.15 IJK b	14.7±2.40 GHIJ b	20±2.30 HIJK a
Kişniş otu	10±1.15 K c	30±2.30 E b	54.7±0.66 D a
Biberiye	10±2.30 K a	14.7±1.33 GHIJ a	10.7±1.76 M a
Hindistan cevizi ağacı	24.7±4.66 EFG a	23.3±0.66 EF a	22±1.15 GHI a
Kontrol	12.4±2.32 SJK b	9±1.08 JK c	13.7±1.20 LM a

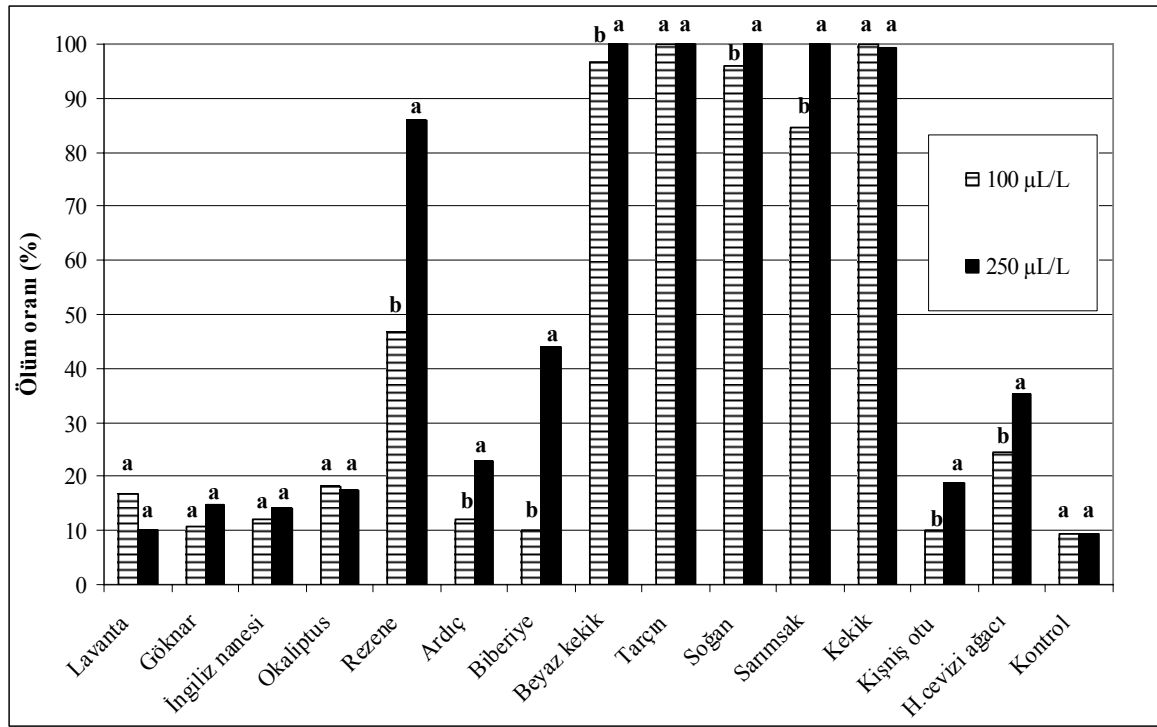
Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.1.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Yumurtalarına Karşı Fumigant Etkisi



Şekil 4. 1.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* yumurtalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.1.a'da görülen uçucu yağlardan anason, yeşil nane, zencefil, çam, sirken, kimyon, sedir, bergamot ve limon'daki uygulama dozunun artışı yumurtaların ölüm oranında istatistiki olarak önemli artışa neden olmuştur ($P < 0.0001$). Anason uçucu yağı 100 µL/L uygulama dozunda 24 saat sonunda %93.3 oranında ölüme neden olurken, bu oran 250 µL/L dozda %100'e kadar ulaşmıştır. Civan perçemi, ingiliz limonu, citronella, hint safranı, papatya, fesleğen, defne, karabiber ve huş ağacı uçucu yağlarında ise, uygulama dozlarındaki artış yumurtaların ölüm oranında istatistiki olarak bir artışa sebep olmamıştır ($P > 0.1$). Ancak, huş ağacı her iki uygulama dozunda da 24 saat sonunda, *T. confusum* yumurtalarının %100 ölümüne neden olmuştur.



Şekil 4. 1.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* yumurtalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.1.b’de görülen uçucu yağlardan rezene, ardıç, biberiye, beyaz kekik, soğan, sarımsak, kişniş otu, H. cevizi ağacı uçucu yağlarının uygulama dozlarının artışı yumurtaların ölüm oranları üzerinde istatistiki olarak önemli artışa neden olmuştur ($P<0.0001$). Rezene uçucu yağının 100 µL/L uygulama dozu *T. confusum* yumurtalarının %46.7’sini öldürürken, bu oran 250 µL/L dozunda %86’ya çıkarak rezene uçucu yağı yumurtalara yüksek derecede fumigant etki göstermiştir. Aynı şekilde biberiye uçucu yağı da düşük uygulama dozunda %10 ölüm oranına sahip olurken, 250 µL/L dozda %44 oranında yumurtaların ölümüne sebep olmuştur. Özellikle beyaz kekik, tarçın, soğan, sarımsak ve kekik uçucu yağları düşük doz olan 100 µL/L’de bile yumurtalara karşı %100 veya %100’e yakın etki göstermişlerdir.

Sonuç olarak, yumurtalara karşı test edilen uçucu yağların bazılarında uygulama dozlarının artışı *T. confusum* yumurtalarının ölüm oranlarının artışına neden olmuştur. Bu sonuç birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarla da desteklenmektedir. Wang ve ark., (2006) *Artemisia vulgaris* L. (adi pelin otu) bitkisinden elde edilen uçucu yağının 5, 10, 15 ve 20 µL/L dozlarında, 24, 48, 72 ve 96 saat maruz bırakma sürelerindeki fumigant etkisini *T. castaneum*’un yumurtalarına karşı test etmişlerdir. Uçucu yağ konsantrasyonunun ve maruz bırakma süresinin artmasıyla, Adi pelin otunun fumigant etkisinin de arttığını tespit etmişler ve 24 saat sonunda 20 µL/L dozda yumurtalarda %82, 48 saat sonunda %100 ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Papachristos ve Stamopoulos (2003), *A. obtectus* yumurtalarına karşı lavanta, biberiye ve okaliptus uçucu yağlarının 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 gün maruz bırakma süresinde, 9.8, 30.9, 119.7, ve 197.2 µL/L dozlarını test etmişlerdir. Biyolojik testler sonucunda dozların ve maruz bırakma sürelerinin yumurta açılımı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.3. Bazı Uçucu Yağların *T. confusum* Yumurtalarına Karşı LT₅₀ ve LT₉₀ Değerleri

Ön biyolojik testler sonunda yumurtalar üzerinde %50 ve üzerinde ölüme neden olan sarımsak, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, soğan, anason, rezene, yeşil nane ve kişniş otu uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerini belirlemek için biyolojik testler yürütülmüştür.

Sarımsak, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, soğan, anason, rezene, yeşil nane ve kişniş otu uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Sarımsak (0.9 saat), huş ağacı (1.1 saat), tarçın (2.6 saat), kekik (5.4 saat), beyaz kekik (9.5 saat), soğan (12.6 saat), anason (16 saat) uçucu yağları *T. confusum* yumurtalarının %50’sinin ölümüne 1 günden daha kısa sürede neden olmuşlardır. Rezene (25.4 saat), yeşil nane (32.8 saat) ve kişniş otu (68.3 saat) uçucu yağları ise 1-3 gün arasında yumurtaların %50’sinin ölümüne sebep olmuştur. LT₅₀ değerleri kıyaslandığında yumurtalar üzerinde en toksik uçucu yağın sarımsak olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, soğan, anason, rezene, yeşil nane ve kişniş otu uçucu yağları takip etmektedir. LT₅₀ değerlerine bakıldığında, tüm uçucu yağların güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamaktadır.

T. confusum yumurtalarının %90’ının ölümüne 1 günden daha kısa sürede neden olan uçucu yağlar ise, yine aynı şekilde sarımsak (1.1 saat), huş ağacı (1.8 saat), tarçın (3.9 saat), kekik (18 saat), beyaz kekik (23.2 saat), soğan (22.1 saat), anason (22.4 saat) uçucu yağları olmuştur. Rezene (51.1 saat), yeşil nane (62.4 saat), kişniş otu (105.8 saat) uçucu yağları ise 2-5 gün arasında yumurtaların %90’ını öldürmüştür. Kekik, beyaz kekik, soğan ile anason ve ayrıca rezene ile yeşil nane uçucu yağlarının LT₉₀ değerlerine ait güvenlik aralıkları birbiriyle çakıştığı için bu uçucu yağların toksisite değerleri aynı bulunmuştur. Ancak bu uçucu yağlar, sarımsak, huş ağacı ve tarçın uçucu yağlarına göre yumurtalar üzerinde daha düşük toksisiteye sahip olmuştur. LT₉₀ değerleri kıyaslandığında, yumurtalara karşı en yüksek toksisiteye sarımsak, en düşük toksisiteye ise kişniş otu sahip olmuştur.

Çizelge 4.2. Bazı uçucu yağların *T. confusum* yumurtalarına karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	λ ^{2c}
Sarımsak	600	14.29 ± 2.03	0.9 (0.78-0.91)	1.1 (0.98-1.24)	21.18
Huş ağacı	600	6.07 ± 0.75	1.1 (0.94-1.24)	1.8 (1.61-2.12)	12.51
Tarçın	900	7.08 ± 0.58	2.6 (2.34-2.80)	3.9 (3.63-4.34)	27.55
Kekik	600	2.44 ± 0.21	5.4 (3.89-6.82)	18 (14.16-25.51)	19.36
Beyaz kekik	750	3.32 ± 0.39	9.5 (7.98-10.83)	23.2 (20.47-27.66)	11.67
Soğan	750	5.27 ± 0.50	12.6 (11.05-14.29)	22.1 (18.81-29.13)	31.26
Anason	600	8.78 ± 0.86	16 (14.84-17.09)	22.4 (20.77-24.53)	8.56
Rezene	900	4.22 ± 0.42	25.4 (22.54-27.92)	51.1 (45.24-61.23)	19.42
Yeşil nane	600	4.58 ± 0.38	32.8 (29.35-36.02)	62.4 (55.83-72.12)	10.53
Kışniş otu	750	6.74 ± 0.61	68.3 (62.75-73)	105.8 (97.93-117.72)	17.08

^a: Toplam test edilen birey sayısı

^b: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde)

^c: Chi-square değeri

4.2.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Larvalarına Karşı Fumigant Etkisi

Test edilen uçucu yağların 100 µL/L sabit dozda, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma sürelerindeki *T. confusum* larvalarına karşı fumigant etkisinin istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. 24 saat maruz bırakma süresi sonunda, zencefil, fesleğen, kimyon, limon, defne, lavanta, okaliptus, soğan ve sarımsak uçucu yağları larvalar üzerinde kontrole göre daha yüksek ölüme neden olmuştur ($P<0.0001$). Bunlar içerisinde sarımsak uçucu yağı 24 saat sonunda istatistiki olarak en yüksek (%15.4) ölüm oranına sahip olmuş ancak, test edilen 32 uçucu yağın hepsi *T. confusum* larvalarına karşı 24 saat sonunda %50’den az fumigant etki göstermiştir. 48 saat sonunda ise sarımsak uçucu yağının yanında defne ve soğan uçucu yağlarının da larvalara karşı fumigant etkileri artmış ölüm oranları sırasıyla %41, %22 ve %24.4 olarak bulunmuştur. Diğer test edilen uçucu yağlar ise, larvalarda en fazla %11 oranında ölüme yol açmışlardır. 72 saat maruz bırakma süresi sonunda ise, sarımsak uçucu yağı (%83.3) en yüksek ölüm oranına sahip olurken, bunu soğan (%53.5), okaliptus (%19) ve defne (%17.1) uçucu yağları takip etmiştir. Diğer test edilen uçucu yağlar larvalar üzerinde %11 veya daha az ölüme neden olmuşlardır. 72 saat sonunda yalnız sarımsak ve soğan uçucu yağları larvalarda %50’nin üzerinde ölüm oranına sahip olmuşlardır. Clemente ve ark., (2003) yaptıkları çalışmada, nane, beyaz kekik ve kekik bitkilerini 5000 ppm dichloromethane’da çözündürerek *T. castaneum* larvalarına karşı fumigant etkilerini araştırmışlar ve özellikle nane’nin larvalarda %80’den fazla ölüm meydana getirdiğini ve kalan larvaların da gelişme sürelerini uzattığı kanısına varmışlardır. Bu çalışmanın nane uçucu yağı için elde edilen sonuçlara ters düştüğü görülmektedir. Nane türlerinin farklı olmasının ve ekstraksiyon halinde bitkilerin kullanılması ve böcek türünün farklı olması gibi nedenlerden dolayı farklı sonuçların elde edildiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3 yatay olarak incelendiğinde ise, çam, papatya, sirken, fesleğen, kimyon, sedir, bergamot, hint safranı, limon, huş ağacı, karabiber, defne, lavanta, göknar, anason, okaliptus, soğan, sarımsak, ingiliz limonu, ingiliz nanesi, rezene, ardıç, biberiye ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının maruz bırakma sürelerindeki larvalar üzerindeki ölüm oranları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0.0001$). Diğer test edilen uçucu yağların ise larvalara karşı etkisi maruz bırakma süresine bağlı olmadığı ve maruz bırakma sürelerindeki ölüm oranları, istatistiki olarak aynı bulunmuştur ($P>0.08$). Bu çalışmaya benzer olarak, Papachristos ve Stamapoulos (2002a), *A. obtectus*’un 4. larva dönemine karşı lavanta (2 µL/L), biberiye (2.5 µL/L) ve okaliptus (6 µL/L) uçucu yağlarının 6, 12, 24, 36, 48, 96 ve 240 saat maruz bırakma sürelerinin larvaların ölüm oranları üzerinde önemli etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Özellikle lavanta uçucu yağının maruz bırakma süresinin 6 saatten 48 saate uzatıldığında larvaların ölüm oranlarının yaklaşık 14 kat arttığını tespit etmişlerdir.

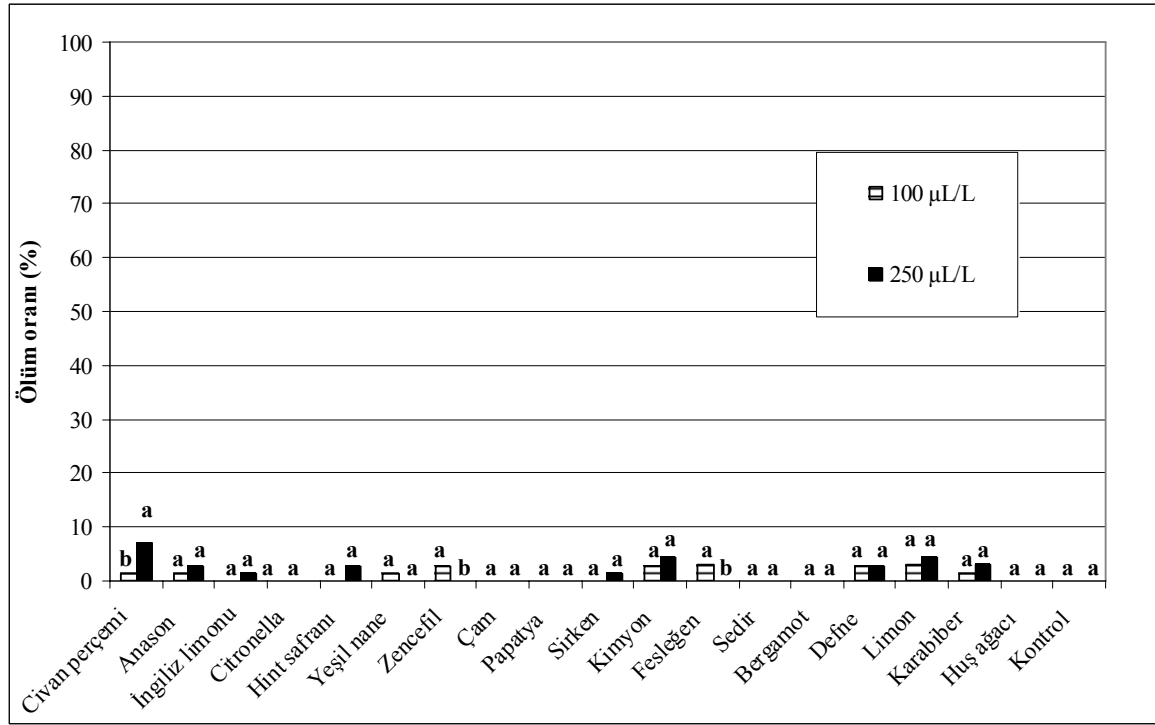
T. confusum larvalarına karşı çok sayıda yüksek fumigant etki gösteren uçucu yağ saptanamamıştır. Zararlının bütün dönemlerine karşı çok yüksek derecede fumigant etki gösteren sarımsak ve soğan uçucu yağları bile en uzun maruz bırakma süresinde dahi %100 ölüme neden olamamıştır.

Çizelge 4.3. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, *T. confusum* larvalarının ölüm oranları (%)

Uçucu yağlar	Ölüm oranları (%)±SH		
	24-saat	48-saat	72-saat
Kekik	0±0 D a	0±0 E a	2.90±1.45 IJKL a
Yeşil nane	1.1±1.19 BCD a	1.3±1.33 DE a	4±2.30 HIJK a
Zencefil	2.7±1.30 BC a	2.9±1.43 CDE a	6.8±3.55 EFGHIJ a
Çam	0±0 D b	5.1±2.57 CD a	6.9±1.33 EFGHI a
Papatya	0±0 D b	2.8±1.38 CDE a	4.4±0.29 EFGHIJ a
Sirke	0±0 D b	4±0.05 CD a	8±2.30 DEFGHI a
Fesleğen	3±1.46 BC b	7.8±2.22 C a	6.4±1.24 EFGHI a
Kimyon	8.07±2.16 BC a	1.3±1.33 DE b	8.1±2.16 DEFGHI a
Sedir	0±0 D b	2.7±1.33 CDE a	5.4±1.27 EFGHI a
Bergamot	0±0 D b	0±0 E b	5.3±1.33 EFGHI a
Hint safranı	0±0 D b	2.8±1.36 CDE b	11±3.64 CDEF a
Limon	3±1.52 BC b	8.1±1.95 C a	10±2.86 CDEFG a
Huş ağacı	0±0 D b	0±0 E b	11.2±2.39 CDE a
Karabiber	1.2±1.19 BCD b	6.7±1.33 C a	6.8±1.27 EFGHI a
Defne	2.7±1.33 BC c	22±2.02 B a	17.1±1.07 DC b
Lavanta	2.7±1.36 BC b	4.1±2.40 CD a	4.5±0.24 EFGHIJ a
Gökmar	0±0 D b	11±6.03 C a	8.7±1.45 CDEFGH a
Anason	0±0 BCD b	0±0 E b	3±1.45 FGHIJ a
Beyaz kekik	0±0 D a	2.7±1.33 CDE a	1.3±1.33 JKL a
Tarçın	0±0 D a	1.3±1.28 E a	1.3±1.28 JKL a
Citronella	0±0 D a	2.8±2.72 CDE a	4.2±2.31 GHIJK a
Okaliptus	2.8±1.36 BC c	6.8±1.10 C b	19±3.78 C a
Soğan	4.5±2.76 B c	24.4±1.96 B b	53.5±3.25 B a
Sarımsak	15.4±2.20 A c	41±3.84 A b	83.3±0.40 A a
İngiliz limonu	0±0 D b	4±0.05 CD a	0±0 L b
İngiliz nanesi	0±0 D b	0±0 E b	2.7±1.33 IJKL a
Civan perçemi	1.3±1.33 BCD a	1.3±1.33 DE a	1.3±1.33 JKL a
Rezene	0±0 D b	0±0 E b	2.9±1.44 IJKL a
Ardıç	0±0 D b	1.4±1.38 DE b	7.5±1.43 DEFGHI a
Kışniş otu	0±0 D a	0±0 E a	2.7±1.33 IJKL a
Biberiye	0±0 D b	4.3±2.63 CD a	4.3±2.5 GHIJK a
Hindistan cevizi	0±0 D c	2.9±1.43 CDE b	9±1.03 CDEFGH a
Kontrol	0±0 D b	3.3±1.73 DE a	1.3±1.26 KL b

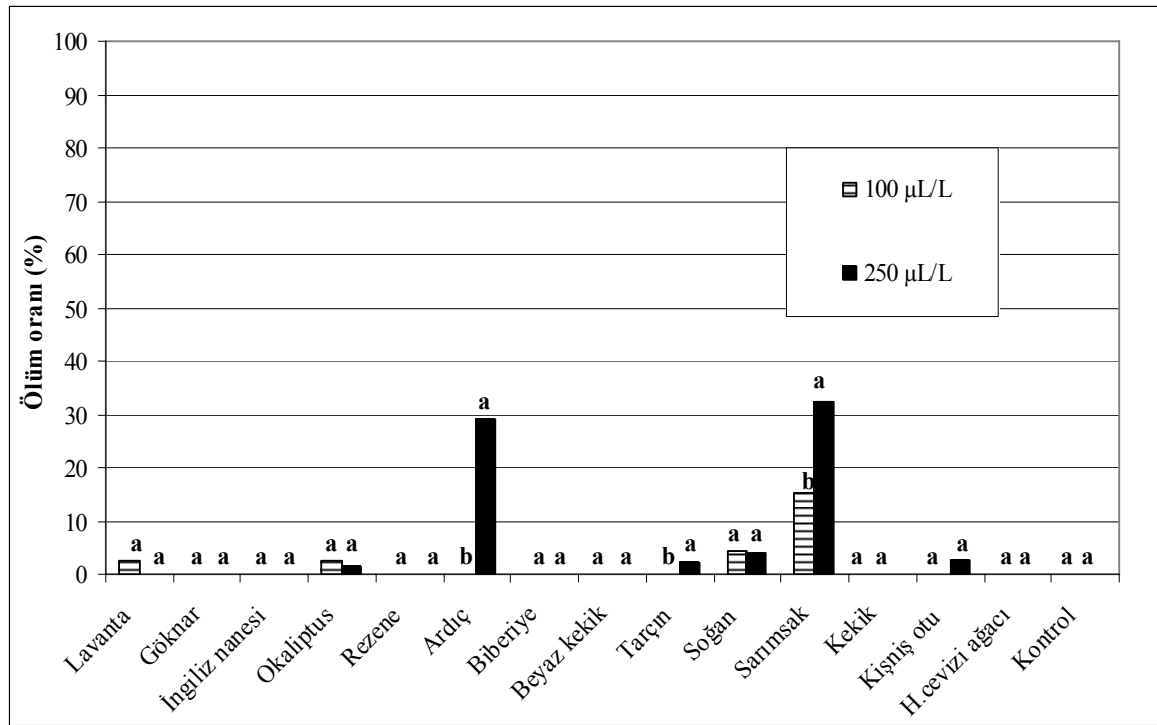
Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.2.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Larvalarına Karşı Fumigant Etkisi



Şekil 4. 2.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* larvalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.2.a'da görülen civan perçemi, zencefil ve fesleğen uçucu yağları dışındakilerin, *T. confusum* larvalarına karşı uygulama dozunun artışı, larvaların ölüm oranı üzerinde istatistiki olarak önemli oranda artışa sebep olmamıştır ($P>0.06$). Şekil 4.2.a'da görülen uçucu yağlar, yüksek uygulama dozunda dahi larvalar üzerinde en fazla %7 oranında ölüme neden olmuştur.



Şekil 4. 2.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* larvalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.2.b’de görülen uçucu yağlardan sadece ardıç ve sarımsak uçucu yağının, *T. confusum* larvalarına karşı uygulanan, 100 ve 250 µL/L dozları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$). Diğerlerinin uygulama dozundaki artış ise, larvalar üzerinde aynı etkiyi göstermiş, ölüm oranları %5’in altında kalmıştır. Ardiç uçucu yağının 100 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan larvalarda hiç ölüme neden olmazken, 250 µL/L dozunda larvalar üzerinde yaklaşık %29.2 ölüm görülmüştür. Sarımsak uçucu yağı ise, 100 ve 250 µL/L dozlarında, larvalar üzerinde sırasıyla %15.4 ve %32.2 oranında ölüme neden olmuştur. Farklı böcek türü olmasına rağmen bu çalışmaya benzer olarak, Papachristos ve Stamapoulos (2002a), *A. obtectus*’un 4. larva dönemine karşı lavanta (1 ve 2 µL/L), biberiye (1.5 ve 2.5 µL/L) ve okaliptus (3 ve 6 µL/L) uçucu yağlarının, 24 saat maruz bırakma süresinde, uçucu yağların dozlarının artışının larvaların ölüm oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıklarını tespit etmişlerdir.

4.2.3. Bazı Uçucu Yağların *T. confusum* Larvalarına Karşı LT₅₀ ve LT₉₀ Değerleri

Ön biyolojik testler sonunda larvalar üzerinde %50 ve üzerinde ölüme neden olan sarımsak ve soğan uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerini belirlemek için biyolojik testler yürütülmüştür.

T. confusum'un larvalarına karşı en etkili olarak bulunan sarımsak ve soğan uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Sarımsak uçucu yağı ile *T. confusum* larvalarının %50'sinin ölümü için 49.2 saat gerekirken, soğan uçucu yağı ile 59.6 saat süre gerekmektedir. Bu süre larvaların %90'ını öldürmek için ise sarımsak uçucu yağında 96.6 saate, soğanda ise 94.5 saate yükselmiştir. LT₅₀ değerleri kıyaslandığında sarımsak ve soğan uçucu yağlarının alt ve üst güvenlik aralığı değerlerinin birbiriyle çakışmasından dolayı, sarımsak ve soğan uçucu yağları larvalara karşı aynı toksisiteye sahip olmuşlardır. LT₉₀ değerlerine bakıldığında ise, yine bu uçucu yağların aynı toksisiteye sahip oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.4. Bazı uçucu yağların *T. confusum* larvalarına karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}
Sarımsak	300	4.36 ± 0.50	49.2 (43.63–54.28)	96.6 (85.14–115.70)	5.75
Soğan	300	6.40 ± 1.21	59.6 (52.61–64.47)	94.5 (85.07–116.01)	8.72

^a: Toplam test edilen birey sayısı

^b: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde)

^c: Chi-square değeri

4.3.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Pupalarına Karşı Fumigant Etkisi

Test edilen uçucu yağların 100 µL/L sabit dozda, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma sürelerindeki *T. confusum* pupalarına karşı fumigant etkisinin istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. 24 saat maruz bırakma süresi sonunda, kekik, yeşil nane, çam, papatya, sirken, fesleğen, kimyon, hint safranı, limon, karabiber, defne, lavanta, göknar, beyaz kekik, okaliptus, soğan, sarımsak, ingiliz nanesi, rezene ve ardıç uçucu yağları pupalar üzerinde istatistiki olarak kontrole göre daha yüksek ölüme sebep olmuşlar ($P<0.0001$), ancak bunlar içerisinde sadece sarımsak (%100), soğan (%91.9) ve sirken (%82.7) uçucu yağları %50’nin üzerinde ölüm oranına sahip olmuştur. Kekik (%41.8), yeşil nane (%40), sirken (%100), fesleğen (%34.4), hint safranı (%31.2), limon (%56.7), defne (%50), göknar (%38.6), beyaz kekik (%31), tarçın (%26.5), citronella (%29.8), okaliptus (%42.4), soğan (%100), sarımsak (%100), ingiliz nanesi (%30.6), hindistan cevizi ağacı (%37.3) bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar pupalar üzerinde 48 saat sonunda istatistiki olarak kontrolden daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur ($P<0.0001$). 48 saat uygulama süresi sonunda sarımsak, soğan ve sirken uçucu yağlarının yanında limon ve defne uçucu yağları da pupalarda %50 ve üzerinde ölüme neden olmuşlardır. 72 saat maruz bırakma süresi sonunda ise, zencefil uçucu yağı hariç diğer test edilen tüm uçucu yağların pupalar üzerinde istatistiki olarak kontrolden daha yüksek ölüm oranına sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0.0001$). Ancak, sadece yeşil nane (%94.9), sirken (%100), limon (%75), defne (%63.9), soğan (%100), sarımsak (%100) olmak üzere toplam 6 uçucu yağın pupalar üzerindeki ölüm oranları %50’nin üzerinde olmuştur.

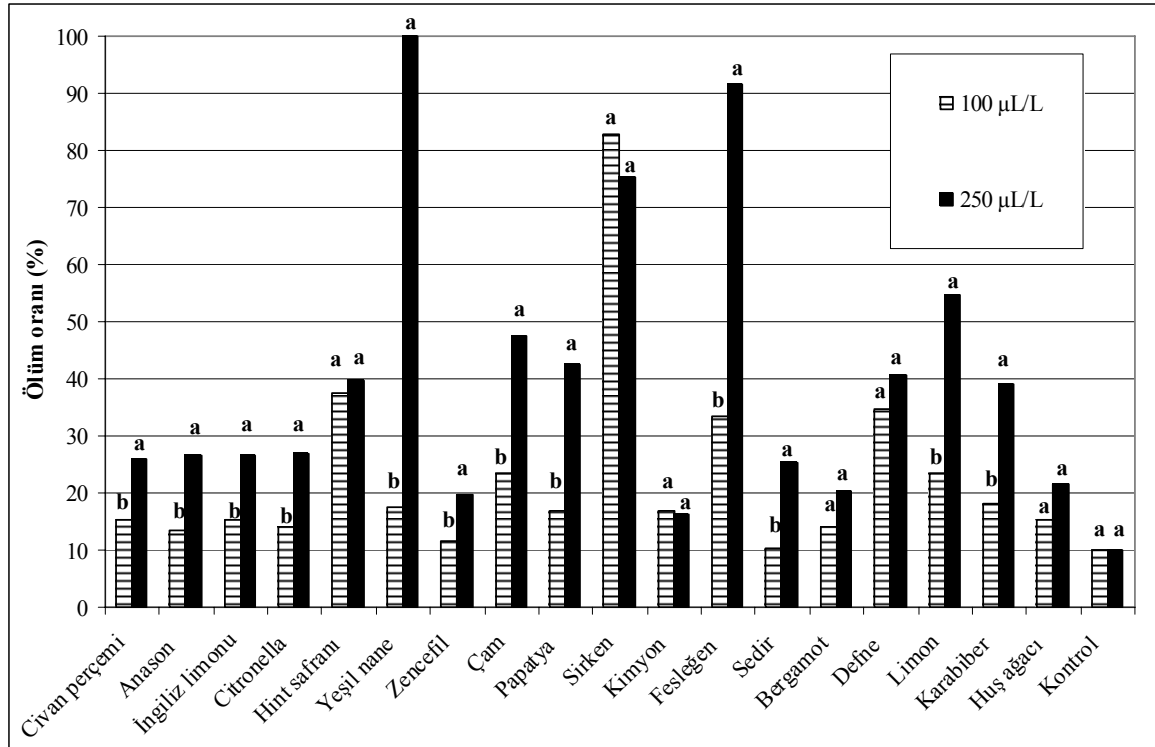
Çizelge 4.5 yatay olarak incelendiğinde ise, kekik, yeşil nane, sirken, sedir, limon, huş ağacı, defne, anason, beyaz kekik, tarçın, citronella, okaliptus, soğan, kişniş otu ve biberiye uçucu yağlarının maruz bırakma sürelerinde pupalar üzerindeki ölüm oranları istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.0001$). Bu uçucu yağların maruz bırakma süreleri arttıkça, pupaların ölüm oranları da önemli derecede artış göstermiştir. Lee ve ark. (2004b)’da bu çalışmaya benzer olarak, 100 µL/L dozunda, 1, 3, 5 ve 7 gün maruz bırakma süresinde *Melaleuca fulgens* R.Br. ve *Eucalyptus blakelyi* Maiden bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *S. oryzae*’nin pupalarına karşı fumigant etkilerinin, uçucu yağa maruz bırakma süresinin artmasıyla arttığını dolayısıyla pupaların ölüm oranlarının da önemli derecede arttığını saptamışlardır.

Çizelge 4.5. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, *T. confusum* pupalarının ölüm oranları (%)

Uçucu yağlar	Ölüm oranları (%)±SH		
	24-saat	48-saat	72-saat
Kekik	27±1.51 IJKL b	41.9±2.82 BCD a	42.2±2.69 EF a
Yeşil nane	17.5±1.44 EFGH c	40±0 BCDE b	95±0.08 B a
Zencefil	11.7±1.66 LMN a	10±0 N a	11.5±1.75 MN a
Çam	23.3±1.66 FGHI a	20±0 IJKLM a	20±2.88 KL a
Papatya	17±2.01 IJKLM a	21.7±1.66 GHIJKL a	22.2±4.90 JKL a
Sirken	82.7±1.89 C b	100±0 A a	100±0 A a
Fesleğen	33.4±1.71 DE a	34.4±6.49 CDEF a	31±2.01 GHIJ a
Kimyon	17±2.01 IJKLM a	13.3±1.66 LMN a	16.7±1.71 LM a
Sedir	10.3±2.63 MN c	19.3±3.50 KLM b	45±2.88 E a
Bergamot	14.2±0.83 JKLMN a	13.2±1.82 LMN a	15.3±3.19 LM a
Hint safranı	37.4±2.54 D a	31.2±1.40 CDEFG a	33.3±1.63 FGHI a
Limon	23.3±1.66 FGHI c	56.7±4.40 BCDE b	75±0.65 C a
Huş ağacı	15.3±2.89 IJKLMN b	31.7±3.33 CDEFGH a	28.9±1.98 HIJK a
Karabiber	18±1.53 HIJKL a	15.3±0.26 LMN a	16.7±1.66 LM a
Defne	34.7±1.71 DE b	50±2.88 B a	63.9±2 D a
Lavanta	21.2±1.90 FGHIJK a	21±3.03 HIJKL a	23±1.5 JKL a
Gökmar	34±0.65 DE a	38.6±1.75 BCDE a	36.1±2 EFGHI a
Anason	13.3±1.73 KLMN b	12.6±1.33 LMN b	26.9±0.48 IJK a
Beyaz kekik	22±4.21 FGHIJ b	31±2.89 CDEFGH a	34.7±3.96 EFGHI a
Tarçın	14.1±0.83 JKLMN b	26.5±2.77 FGHIJK a	27.2±2.19 IJK a
Citronella	14.2±0.83 JKLMN b	29.8±1.10 EFGHIJ a	28.9±1.98 HIJK a
Okaliptus	29.4±5.45 DEF b	42.4±1.44 BC a	39.7±1.87 EFG a
Soğan	91.9±3.09 B b	100±0 A a	100±0 A a
Sarımsak	100±0 A a	100±0 A a	100±0 A a
İngiliz limonu	15.2±0.26 IJKLMN a	13.1±1.56 LMN a	15.3±0.26 LM a
İngiliz nanesi	26.7±1.66 EFGH a	30.7±3.43 DEFGHI a	27±1.79 IJK a
Civan perçemi	15.3±2.89 IJKLMN a	13.6±1.81 LMN a	14.9±3.02 LM a
Rezene	22±1.71 FGHIJ a	19.7±0.31 JKLM a	20±0 KL a
Ardıç	19.7±2.55 GHIJK a	18±1.53 KLMN a	21.7±1.66 JKL a
Kışniş otu	11.9±1.58 LMN b	11.7±1.66 MN b	21.9±1.72 JKL a
Biberiye	15.3±2.10 IJKLMN b	15.2±2.73 LMN b	22.9±1.50 IJK a
H. cevizi ağacı	36.1±0.55 DE a	37.3±1.45 CDEF a	37.4±2.36 EFGH a
Kontrol	10.9±1.75 N a	14.3±1.86 LMN a	8.1±1.62 N a

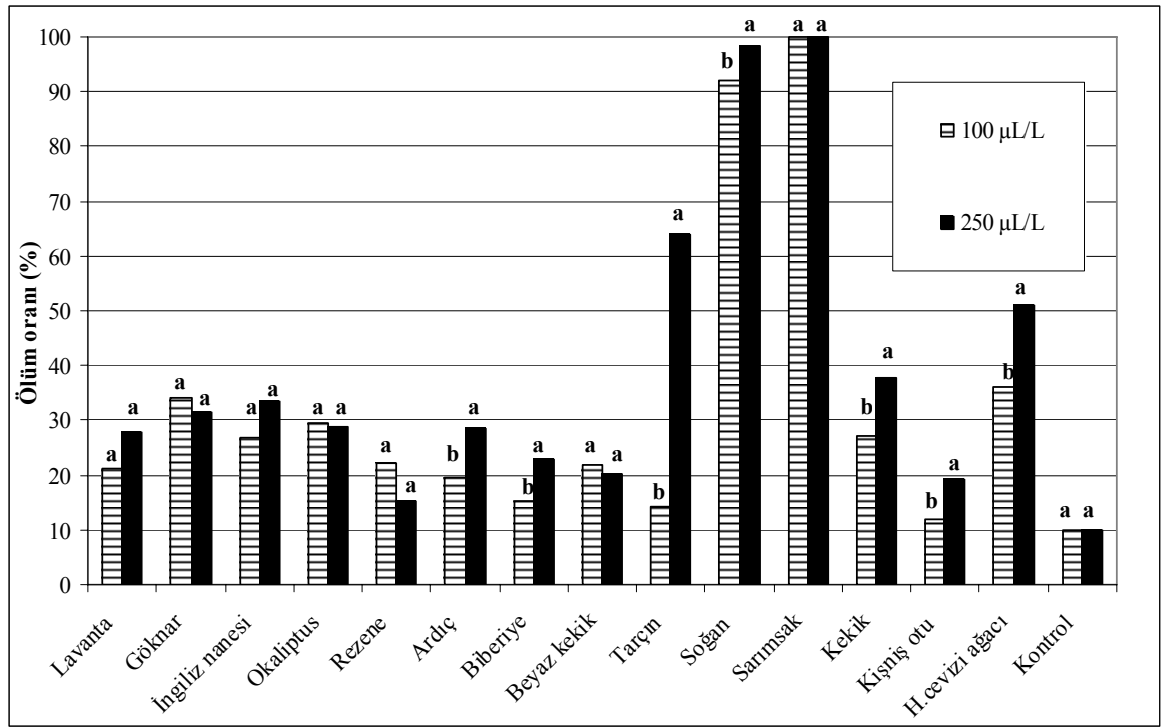
Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.3.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Pupalarına Karşı Fumigant Etkisi



Şekil 4. 3.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* pupalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.3.a’da görüldüğü gibi, civan perçemi, anason, ingiliz limonu, citronella, yeşil nane, zencefil, çam, papatya, fesleğen, sedir, limon ve karabiber uçucu yağlarının *T. confusum* pupalarına karşı farklı uygulama dozlarındaki fumigant etkileri istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P < 0.0001$). Hint safranı, sirken, kimyon, bergamot, defne ve huş ağacı bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 100 ve 250 µL/L uygulama dozlarında pupaların ölüm oranları istatistiki olarak aynı bulunmuştur ($P > 0.15$). Özellikle yeşil nane ve fesleğen uçucu yağları 100 µL/L dozunda sırasıyla, pupalar üzerinde %17.5 ve %33.4 ölüme neden olurken, dozun 250 µL/L’ye yükselmesiyle pupalar üzerindeki ölüm oranları sırasıyla %100 ve %91.6’ya yükselmiştir.



Şekil 4. 3.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* pupalarının yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.3.b’de de görüldüğü gibi, ardıç, biberiye, tarçın, soğan, kekik, kişniş otu ve hindistan cevizi ağacı bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulama dozlarındaki artış pupaların ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli artışa neden olmuştur ($P < 0.0001$). Tarçın ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının 100 µL/L dozunda pupalar üzerindeki ölüm oranları sırasıyla %14.2 ve %36.1 olurken uygulama dozu 250 µL/L’ye yükseldiğinde ölüm oranları da sırasıyla %64 ve %51’e yükselerek %50’nin üzerinde fumigant etki göstermişlerdir. Lavanta, gökmar, ingiliz nanesi, okaliptus, rezene, beyaz kekik ve sarımsak uçucu yağlarının uygulama dozunun artışı pupaların ölüm oranında istatistiki olarak önemli bir artışa neden olmamıştır ($P > 0.3$). Sarımsak uçucu yağı her iki uygulama dozunda da pupaların %100 ölümüne neden olmuştur.

4.3.3. Bazı Uçucu Yağların *T. confusum* Pupalarına Karşı LT₅₀ ve LT₉₀ Değerleri

Ön biyolojik testler sonunda pupalar üzerinde %50 ve üzerinde ölüme neden olan sarımsak, soğan, sirken, yeşil nane, limon ve defne uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerini belirlemek için biyolojik testler yürütülmüştür.

100 µL/L dozda test edilen uçucu yağların *T. confusum* pupalarına karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri çizelge 4.6'da verilmektedir. Sarımsak, soğan ve sirken uçucu yağları 100 µL/L dozda *T. confusum* pupalarının %50'sini sırasıyla, 5.6, 10 ve 13.6 saat gibi çok kısa bir sürede öldürmüşlerdir. Bunlardan soğan ve sirken uçucu yağlarının LT₅₀ değerlerinin güvenlik aralıkları birbiriyle çakışmasından dolayı pupalara karşı aynı toksisiteye sahip olurken, sarımsak uçucu yağının soğan ve sirken uçucu yağına göre daha toksik olduğu görülmüştür. Limon (47.4 saat) ve defne (48.2 saat) ve yeşil nane (52.7 saat) uçucu yağlarının, LT₅₀ değerleri kıyaslandığında pupalara karşı aynı toksisiteyi gösterdikleri (güvenlik aralıklarının çakışmasından dolayı) ancak diğer uçucu yağlardan daha az toksik oldukları bulunmuştur. LT₉₀ değerleri kıyaslandığında ise, sarımsak (14.6 saat) ve soğan (19.6 saat) uçucu yağlarının pupalara karşı toksisiteleri aynı olmuştur. Aynı şekilde yeşil nane ve limon uçucu yağları LT₉₀ değerlerinin güvenlik aralıkları birbiriyle çakıştığından pupalara karşı aynı toksisiteye sahip olmuşlardır. Ancak sarımsak, soğan ve sirken uçucu yağlarına göre daha az toksik olmuşlardır. Defne uçucu yağı pupalara karşı en düşük toksisiteye sahip olurken sarımsak ve soğan uçucu yağları pupalara karşı en yüksek toksisiteye sahip olmuşlardır. Test edilen uçucu yağların pupalara karşı, LT₉₀ değerlerine göre toksisite sıralaması sarımsak>soğan>sirken>yeşil nane>limon>defne olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Uçucu yağların *T. confusum* pupalarına karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}
Sarımsak	450	3.05 ± 0.54	5.6 (4.00-6.76)	14.6 (12.06-20.23)	12.11
Soğan	375	4.36 ± 0.53	10 (8.74-11.16)	19.6 (16.86-24.26)	8.75
Sirken	300	3.78 ± 0.62	13.6 (10.75-16.16)	29.8 (24.58-40.52)	3.64
Limon	300	4.36 ± 0.71	47.4 (39.21-54)	93.3 (80.51-118.57)	5.16
Defne	375	2.54 ± 0.39	48.2 (38.31-56.85)	153.8 (120.51-234.26)	8.96
Yeşil nane	375	8.36 ± 1.39	52.7 (47.89-56.02)	75 (69.79-84.65)	13.86

^a: Toplam test edilen birey sayısı

^b: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde)

^c: Chi-square değeri

4.4.1. Farklı Uygulama Sürelerinde Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Erginlerine Karşı Fumigant Etkisi

Test edilen uçucu yağların 100 µL/L sabit dozda, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma sürelerindeki, *T. confusum* erginlerine karşı, fumigant etkisinin istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4.7 verilmiştir. 24 saat maruz bırakma süresi sonunda, yeşil nane, çam, kimyon, limon, göknar, okaliptus, soğan, sarımsak, civan perçemi, biberiye ve hindistan cevizi ağacından elde edilen uçucu yağların erginler üzerindeki ölüm oranları istatistiki olarak kontrolden önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.0001$). Bu uçucu yağlar içerisinde özellikle sarımsak ve limon uçucu yağları 24 saat sonunda erginlerin %100'nün ölümüne sebep olmuştur. Bunları takiben %50'den fazla ölümüne neden olan uçucu yağlar, yüksekten düşüğe doğru çam (%76), biberiye (%52.6), hindistan cevizi ağacı (51.7) uçucu yağları olmuştur. 48 saat sonunda ise, papatya uçucu yağı dışında diğer test edilen tüm uçucu yağlar istatistiki olarak kontrolden daha yüksek ölümüne neden olmuşlardır ($P<0.0001$). 48 saat sonunda %50'den fazla ölüm oranına neden olan uçucu yağlar sırasıyla; hindistan cevizi ağacı (%100), sarımsak (%100), soğan (%100), limon (%100), çam (%96), biberiye (%86.5) ve okaliptus (%69.2) uçucu yağları olmuştur. 72 saat sonunda da, çam, kimyon, bergamot, limon, defne, göknar, anason, tarçın, okaliptus, soğan, sarımsak, ingiliz nanesi, civan perçemi, biberiye ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının erginler üzerindeki ölüm oranları istatistiki olarak kontrolden farklı bulunmuştur ($P<0.0001$). 72 saat maruz bırakma süresi sonunda, çam, limon, okaliptus, soğan, sarımsak, biberiye ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağları erginler üzerinde sırasıyla %100, %100, %76, %100, %100, %97.8, %98.8 oranında ölümüne neden olmuşlardır. Pascual-villalobos, (2002), kişniş otu, karaman kimyonu ve fesleğen uçucu yağlarının 72 saat maruz bırakma süresinde ve 1, 10 ve 25 µL/L uygulama dozlarının *C. maculatus* ve *S. granarius* erginlerine karşı %56-%100 arasında ölümüne sebep olduklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışma, kişniş otu ve fesleğen uçucu yağlarının sonuçlarıyla ters düşmektedir. Bu durumun böcek türlerinin farklı olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

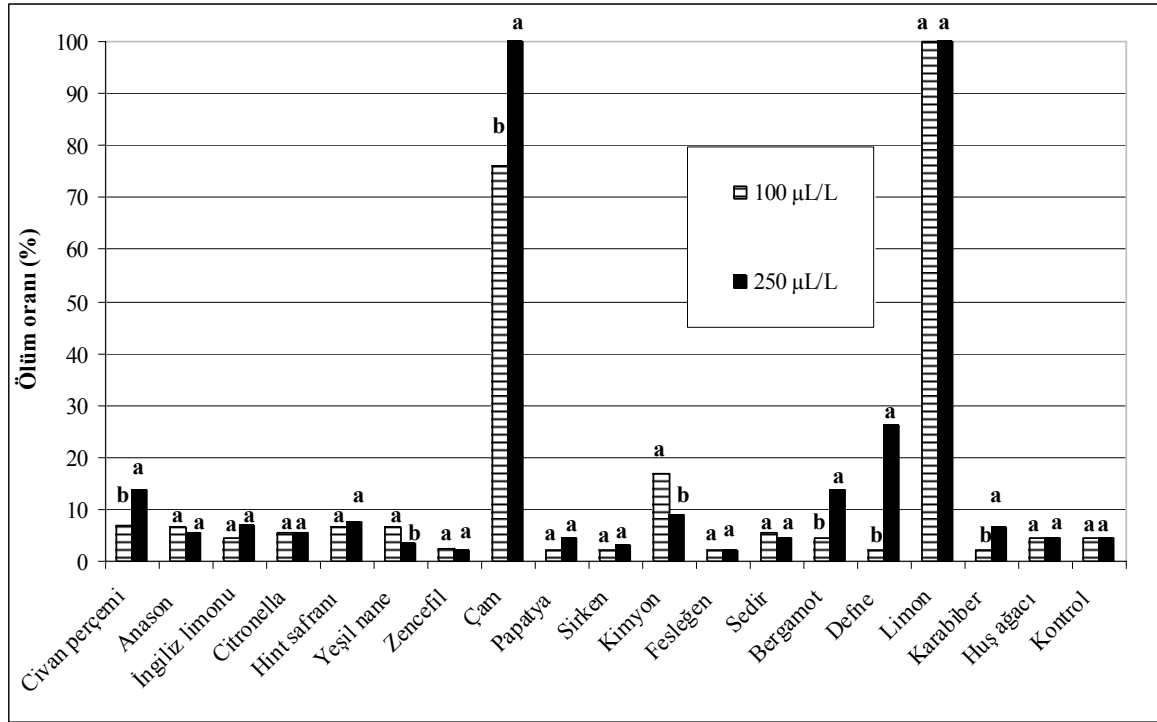
Çizelge 4.7 yatay olarak incelendiğinde, çam, kimyon, bergamot, defne, göknar, anason, okaliptus, soğan, ingiliz nanesi, biberiye, hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının 24, 48, 72 saat maruz bırakma sürelerinde erginler üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli derecede farklılıklar bulunmuştur ($P<0.0001$). Bu uçucu yağlar içerisinde özellikle okaliptus ve soğan uçucu yağları, 24 saat maruz bırakma süresinde erginler üzerinde %50'den düşük ölümüne neden olurken, uçucu yağlara maruz kalma süresinin artmasıyla ölüm oranlarında önemli artış görülmüş, özellikle soğan uçucu yağı 48 saatte erginlerin %100 ölümüne neden olmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı uygulama sürelerinde 100 µL/L sabit dozdaki uçucu yağlara maruz bırakılan, *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları (%)

Uçucu yağlar	Ölüm oranları (%)±SH		
	24-saat	48-saat	72-saat
Kekik	3.3±0.03 GHI a	4.5±1.09 IJK a	4.3±0.99 GH a
Yeşil nane	6.4±0.12 EFGH a	6.4±0.12 IJKL a	6.6±2.03 FGH a
Zencefil	2.3±1.13 GHI a	4.2±1.02 IJKL a	4.3±0.97 GH a
Çam	76±3.41 B c	96.1±0.22 B b	100±0 A a
Papatya	2.2±1.11 HI a	2.1±1.05 LM a	4.4±1.03 GH a
Sirke	2.2±1.11 HI a	4.2±0.91 IJKL a	4.4±1.14 GH a
Fesleğen	2.2±1.09 HI a	4.3±0.99 JKL a	6.7±1.89 FGH a
Kimyon	16.7±2.14 D b	23.4±2.37 E a	27.6±2.36 C a
Sedir	5.5±2.93 FGHI a	4.5±1.18 IJK a	6.2±1.77 FGH a
Bergamot	4.4±1.03 FGHI b	11.4±3.06 FGH b	27±2.22 CD a
Hint safranı	6.6±1.92 EFGHI a	5.8±1.23 IJ a	4.5±1.18 GH a
Limon	100±0 A a	100±0 A a	100±0 A a
Huş ağacı	4.5±1.18 FGHI a	7.5±1.07 GHI a	5.2±1.04 GH a
Karabiber	2.2±1.11 HI a	4.6±1.25 IJ a	6.4±0.12 FGH a
Defne	2.2±1.11 HI b	6.5±1.92 HIJ b	17.2±0.79 DE a
Lavanta	3.3±1.86 GHI a	2.3±1.13 KL a	7.9±1.42 FG a
Gökmar	13.5±1.93 DE b	27±3.71 E a	31.1±1.11 C a
Anason	6.5±1.83 EFGHI b	12.6±1.70 FG a	12.8±1.62 EF a
Beyaz kekik	2.2±1.09 HI a	4.4±1.02 IJKL a	6.6±2.01 FGH a
Tarçın	5±1.68 FGHI a	6.4±1.51 HIJ a	9.7±1.68 EFG a
Citronella	5.4±1.24 FGHI a	4.2±0.92 IJKL a	6.5±1.95 FGH a
Okaliptus	10.3±0.20 DEF b	69.2±1.30 D a	75.1±2.79 B a
Soğan	42.9±4.19 C b	100±0 A a	100±0 A a
Sarımsak	100±0 A a	100±0 A a	100±0 A a
İngiliz limonu	4.5±1.18 FGHI a	4.4±1.12 IJKL a	6.2±0.11 FGH a
İngiliz nanesi	4.4±1.03 FGHI b	13.1±1.77 F a	9.6±1.58 EFG a
Civan perçemi	6.7±0.07 EFG a	6.7±2.08 HIJ a	6.7±1.73 FG a
Rezene	2.1±1.06 HI a	6.4±1.74 HIJ a	6.5±1.83 FGH a
Ardıç	5.8±1.38 EFGHI a	3.4±0.06 IJKL a	6.6±1.92 FGH a
Kişniş otu	3.4±0.03 GHI a	4.4±1.12 IJKL a	4.3±0.97 GH a
Biberiye	52.6±8.18 C c	86.5±3.5 C b	97.8±1.09 A a
H. cevizi ağacı	51.7±1.64 C b	100±0 A a	98.8±1.19 A a
Kontrol	2.7±0.93 I a	0.5±0.36 M b	3.8±1.38 H a

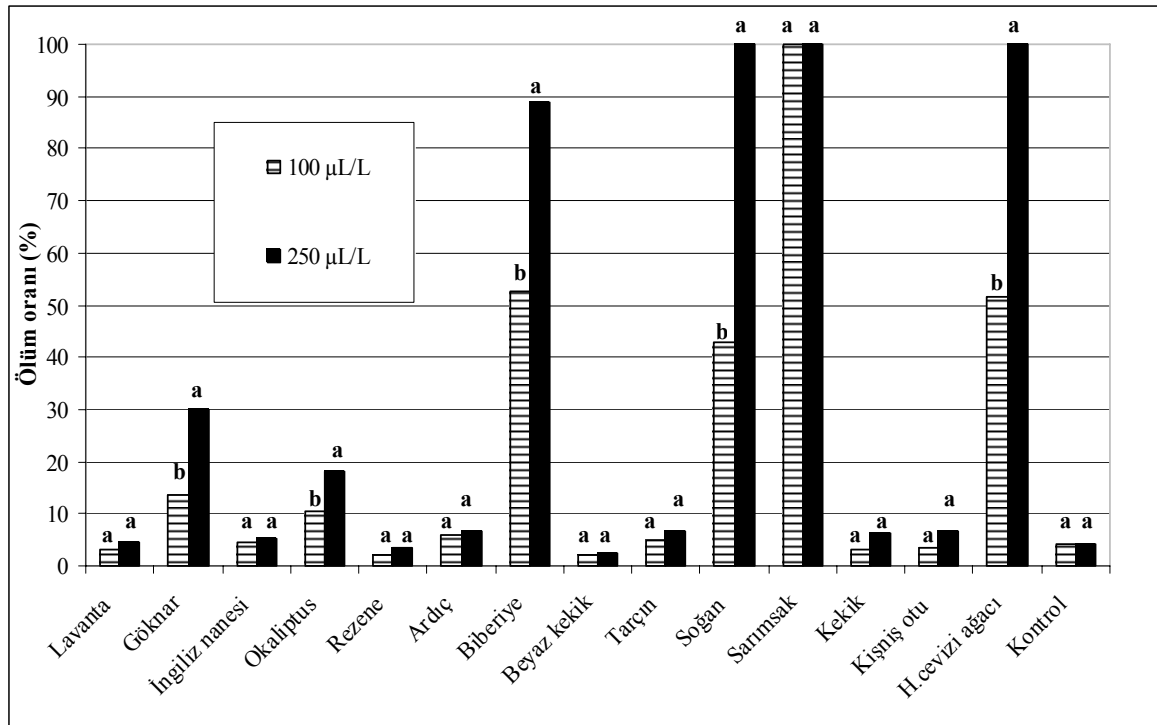
Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.4.2. Farklı Uygulama Dozlarında Test Edilen Uçucu Yağların *T. confusum* Erginlerine Karşı Fumigant Etkisi



Şekil 4. 4.a Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.4.a'da görüldüğü gibi, civan perçemi, yeşil nane, çam, kimyon, bergamot, defne ve karabiber uçucu yağları farklı uygulama dozlarında erginler üzerindeki ölüm oranları istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P < 0.0001$). Çam uçucu yağı 100 µL/L dozda %76 ölüme sahip olurken, 250 µL/L dozda bu oran %100'e ulaşarak erginlerin tamamını öldürmüştür. Anason, ingiliz limonu, citronella, hint safranı, zencefil, papatya, sirke, fesleğen, sedir, limon ve huş ağacı bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulama dozlarında erginler üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır ($P > 0.15$). Limon uçucu yağı erginler üzerinde, her iki uygulama dozunda da %100 ölüme sahip olmuştur.



Şekil 4. 4.b Bazı uçucu yağların 100 ve 250 µL/L dozuna 24 saat süreyle maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin yüzde ölüm oranları (%)

Şekil 4.4.b’de sunulduğu gibi, yapılan istatistiki analiz sonucunda, lavanta, ingiliz nanesi, rezene, ardıç, beyaz kekik, tarçın, sarımsak, kekik, kişniş otu bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı uygulama dozlarında erginler üzerinde ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.25$). Bunun yanında, gökmar, okaliptus, biberiye, soğan ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının uygulanan 100 ve 250 µL/L dozlarının erginler üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($P<0.0001$). Özellikle biberiye, soğan ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağları 100 µL/L dozunda erginlerin ölüm oranları sırasıyla; %52.6, %42.9, %51.7 olurken, 250 µL/L dozda ölüm oranları sırasıyla %88.9, %100, %100’e ulaşmıştır. Dolayısıyla uygulama dozunun artışı erginlerin ölüm oranını büyük oranda arttırmıştır. Yıldırım ve ark. (2005) yaptıkları çalışmanın sonucunda, *Hypericum hyssopifolium* Vill., *Pistacia lentiscus* L. ve *P. terebinthus* L. bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, *T. confusum* ve *S. granarius* erginlerine karşı fumigant etkilerinin doza ve maruz bırakma süresine bağlı olarak değiştiğini, en yüksek dozda (40 µL/L) ve en uzun maruz bırakma süresi (96 saat) sonunda her iki türün erginleri üzerinde de en yüksek ölüm oranını elde etmişlerdir. Her iki çalışmada test edilen uçucu yağlar birbirinden farklı olmasına rağmen, benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.4.3. Bazı Uçucu Yağların *T. confusum* Erginlerine Karşı LT₅₀ ve LT₉₀ Değerleri

Ön biyolojik testler sonunda erginler üzerinde %50 ve üzerinde ölüme neden olan sarımsak, çam, limon, hindistan cevizi ağacı, biberiye, soğan ve okaliptus uçucu yağlarının LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerini belirlemek için biyolojik testler yürütülmüştür.

T. confusum erginlerine karşı 100 µL/L dozda test edilen uçucu yağların LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Uçucu yağların erginlere karşı LT₅₀ değerlerine göre düşükten yükseğe toksisite sıralaması; sarımsak (9.1 saat), çam (18.5 saat), limon (19 saat), hindistan cevizi ağacı (21.6 saat), biberiye (24.7 saat), soğan (28.5 saat), okaliptus (45.1 saat) olmuştur. Bu uçucu yağların LT₅₀ değerlerine bakıldığında, çam, limon ve hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının güvenlik aralıkları birbirleriyle çakıştığından erginler üzerinde aynı fumigant toksisite göstermişlerdir. Aynı şekilde biberiye ve soğan uçucu yağlarının da güvenlik aralıkları çakıştığından aynı fumigant toksisiteye sahip olmuşlardır. LT₉₀ değerleri incelendiğinde ise, çam, hindistan cevizi ağacı ve soğan uçucu yağlarının erginler üzerindeki fumigant toksisiteleri arasında fark bulunamamıştır. Biberiye ile hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının da erginler üzerindeki toksisiteleri aynı olmuştur. LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine göre sarımsak uçucu yağı, erginlere karşı en toksik uçucu yağ olurken, okaliptus en düşük fumigant toksisiteye sahip olan uçucu yağ olmuştur.

Çizelge 4.8. Uçucu yağların *T. confusum* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uçucu yağlar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	λ ^{2c}
Sarımsak	450	4.32 ± 0.32	9.1 (8.33-9.89)	18 (16.16-20.54)	11.37
Çam	540	4.29 ± 0.32	18.5 (17.22-19.87)	36.8 (33.16-42.11)	16.95
Limon	360	13.38 ± 1.83	19 (18.23-19.62)	23.7 (22.72-25.33)	6.78
Hindistan cevizi ağacı	630	3.84 ± 0.49	21.6 (18.46-23.96)	46.5 (40.02-60.17)	24.27
Biberiye	450	4.16 ± 0.34	24.7 (22.55-26.95)	50.2 (44.31-58.93)	12.71
Soğan	360	9.46 ± 1.06	28.5 (26.78-30.05)	38.9 (36.53-42.44)	9.05
Okaliptus	450	4.22 ± 0.36	45.1 (39.46-50.33)	90.8 (80.29-106.90)	16.80

^a: Toplam test edilen birey sayısı

^b: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde)

^c: Chi-square değeri

4.5. Bazı Uçucu Yağların *T. confusum*'un Tüm Gelişme Dönemlerine Ait LT₅₀ ve LT₉₀ Değerlerinin Kıyaslanması

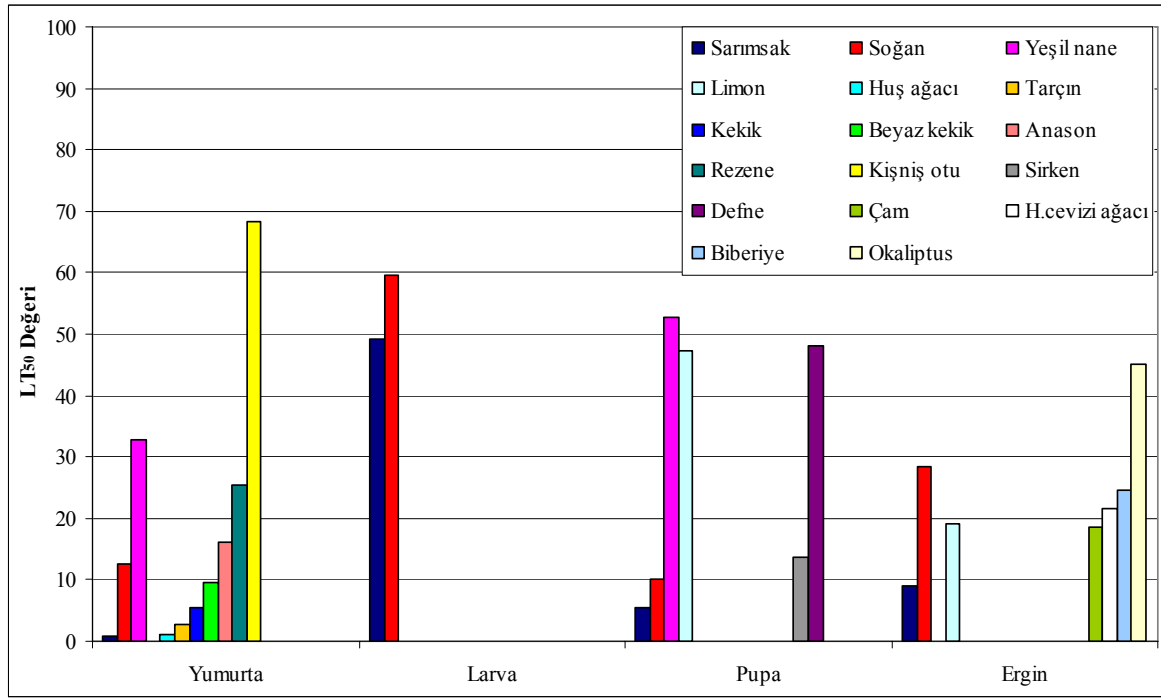
Sarımsak, soğan, yeşil nane, limon, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, anason, rezene, kişniş otu, sirken, defne, çam, hindistan cevizi ağacı, biberiye, okaliptus uçucu yağlarının *T. confusum*'un yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri için LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Şekil 4.5 ve 4.6'da da görüldüğü gibi, uçucu yağlara karşı en dayanıklı dönem larva dönemi olmuştur. Larvalara karşı yalnızca sarımsak ve soğan uçucu yağları için LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanabilmiştir. Sarımsak uçucu yağının LT₅₀ değerlerine göre karşılaştırma yapıldığında, *T. confusum* dönemlerinin hassasiyet sıralaması; yumurta>pupa>ergin>larva olarak saptanmıştır. LT₉₀ değerlerine bakılacak olursa, pupa ve ergin dönemlerinin güvenlik aralıkları birbiriyle çakıştığından dolayı sarımsak uçucu yağına karşı aynı hassasiyeti gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.8). Yumurta dönemi en hassas, larva dönemi ise en dayanıklı dönem olmuştur. Huang ve ark., (2000b) ise, kardamon bitkisinden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisini *S. zeamais* ve *T. castaneum* erginlerine ve larvalarına karşı test etmişler ve test edilen uçucu yağ farklı olmasına rağmen larvaların erginlerden daha dayanıklı olduklarını bu çalışmayla benzer olarak saptamışlardır. Yine, Wang ve ark., (2006) yaptıkları çalışma sonucunda *A. vulgaris* (adi pelin otu) bitkisinden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisini test etmek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda *T. castaneum*'un ergin döneminin larvaya göre daha hassas olduğunu belirtmişlerdir.

Soğan uçucu yağı için, dönemlerin LT₅₀ değerlerine göre karşılaştırması yapıldığında; yumurta ve pupanın %50'sinin ölmesi için gereken süre aynı olmuş, larva ve erginlerin hassasiyetleri ise farklı olmuştur. Soğan uçucu yağına karşı *T. confusum* dönemlerinin hassasiyet sıralaması; yumurta>pupa>ergin>larva olarak saptanmıştır. LT₉₀ değerlerine bakılacak olursa, yine soğanın yumurta ve pupaya etkisi aynı olmuş ve larva dönemi de en dayanıklı dönem olmuştur. Ancak, Lee ve ark., (2004b), yaptıkları çalışma sonucunda, *M. fulgens* ve *E. blakelyi* bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara karşı, *S. oryzae*'nin tüm gelişme dönemlerinin hassasiyet sıralamasının ergin>larva>pupa>yumurta olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarda test edilen uçucu yağların ve böceklerin farklı olması bu sonucun da farklı olmasına neden olabilir.

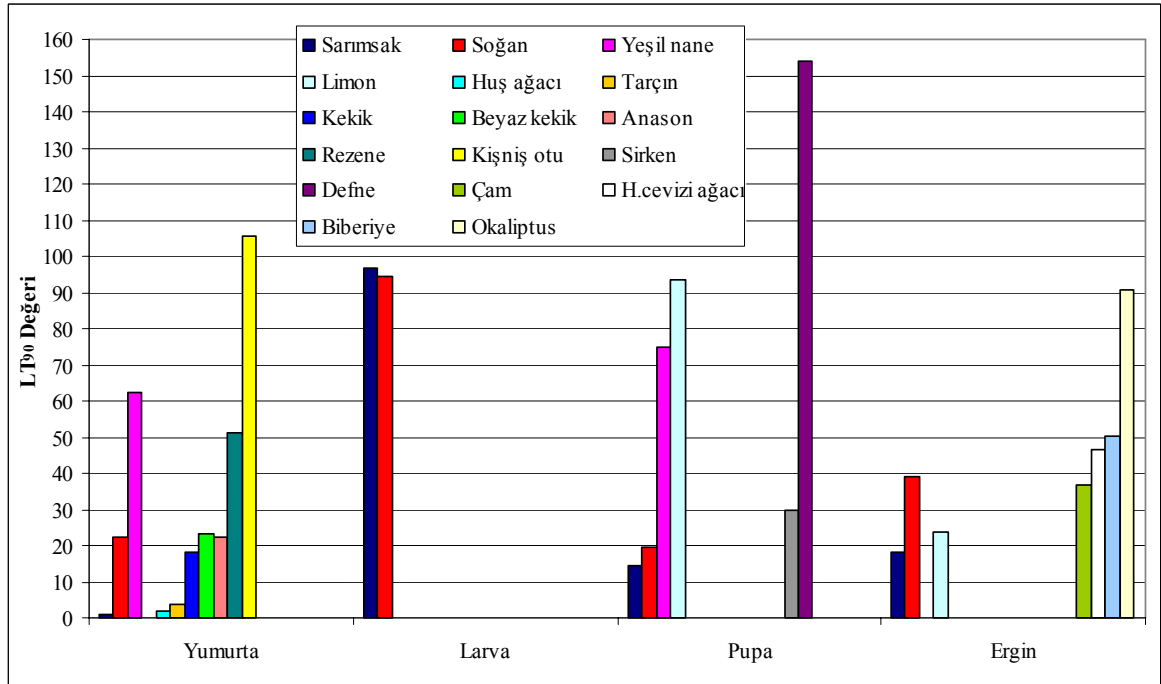
Yeşil nane uçucu yağı, yumurta ve pupa dönemine karşı yüksek fumigant toksisite göstermiştir. LT₅₀ değerlerine göre, yumurta uçucu yağı daha hassas iken, LT₉₀ değerlerine göre kıyaslama yapıldığında güvenlik aralıklarının çakışmasından dolayı yumurta ve pupa aynı hassasiyete sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.6). Limon uçucu yağı ise, pupa ve ergin dönemlerine karşı yüksek fumigant toksisite göstermiştir. Pupa ve ergin dönem LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerinin güvenlik aralıkları birbiriyle çakışmadığından dolayı, bu iki dönemin limon uçucu yağına karşı hassasiyetleri birbirinden farklı olmuştur (Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.8). Ergin dönemi pupa döneminden daha hassas olmuştur.

Yapılan birçok çalışma sonucunda, uçucu yağlara karşı *Tribolium* türlerinin çok dayanıklı olduğu görülmektedir. Nitekim, Neetu ve ark., (2000), *C. maculatus*, *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. castaneum* olmak üzere 4 önemli depo zararlısının erginlerine karşı *Lippia alba* var. *kavach* Brown bitkisinden elde edilen ekstraktın fumigant, kaçıracı ve yumurtlamayı engelleyici etkilerini araştırmışlar ve özellikle fumigant testlerinde *T. castaneum* erginlerinin diğer zararlılardan daha zor öldüğünü bildirmişlerdir. Nitekim, bu çalışmada test edilen uçucu yağlardan yalnızca sarımsak ve soğan uçucu yağları zararlının bütün dönemlerine karşı fumigant toksisite göstermiştir.

Sonuç olarak şekil 4.5 ve 4.6’da bulunan uçucu yağların, önemli bir depo zararlısı olan *T. confusum*’un gelişme dönemlerine karşı farklı derecelerde fumigant toksisite gösterdikleri belirlenmiştir. Benzer olarak, Papachristos ve Stamopoulos (2002a), *A. obtectus*’un larva ve pupa dönemlerine karşı lavanta, biberiye ve okaliptus uçucu yağlarının fumigant toksisitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada, zararlının larva ve pupalarında uçucu yağların farklı ölüm oranlarına neden olduğunu bildirmişlerdir. Uçucu yağların depo zararlılarının farklı dönemlerine karşı farklı fumigant etki göstermeleri, böcek dönemlerinin farklı solunum mekanizmalarına sahip olmaları (ne kadar sıklıkla solunum yaptıklarına bağlı olması) ve uçucu yağların böcekler üzerinde farklı öldürme mekanizmasına sahip olmalarıyla açıklanabilir.



Şekil 4.5. Bazı uçucu yağların *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine ait LT_{50} değerleri



Şekil 4.6. Bazı uçucu yağların *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine ait LT_{90} değerleri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel kökenli insektisitlerin çevreye ve hedef olmayan organizmalara etkilerinin az ya da hiç olmadığı ve birçok zararlı türüne karşı değişik şekillerde etki ettikleri bir çok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Arnason ve ark., 1989; Schmutterer, 1990; Hedin ve ark., 1997). Bu çalışma sonucunda 32 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağın önemli bir depo zararlısı olan *T. confusum*'un gelişme dönemlerine karşı farklı derecelerde fumigant toksisite gösterdikleri belirlenmiştir. Uçucu yağların fumigant toksisitelerindeki bu farklılıkların özellikle böcek dönemine, maruz bırakma süresine ve uygulama dozuna göre değiştiği saptanmıştır.

Farklı maruz bırakma süreleri (24, 48 ve 72 saat), bazı uçucu yağların sabit uygulama dozunda (100 µL/L) *T. confusum*'un gelişme dönemlerinin ölüm oranları üzerinde önemli etkiye sahip olmuştur. Sabit uygulama dozunda, maruz bırakma süresi 24 saat'ten 72 saat'e çıkartıldığında yumurta için yeşil nane, rezene, kişniş otu; larva için sarımsak ve soğan; pupa için yeşil nane, limon, sedir ve defne; ergin için çam okaliptüs, biberiye, soğan, hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının ölüm oranlarında %24-%77.5 arasında değişen artışa neden olmuştur. Ancak maruz bırakma süresindeki artış diğer uçucu yağların fumigant toksisitesinde önemli bir artışa neden olmamıştır. Değişik uçucu yağlar üzerinde yürütülen çalışmalarda da maruz bırakma sürelerinin artışı test edilen böceklerin değişik gelişme dönemlerinin ölüm oranlarında önemli artışa neden olduğu bildirilmiştir (Tunç ve ark., 2000; Papachristos ve Stamopoulos, 2002b; Papachristos ve Stamopoulos, 2004; Işıkber ve ark., 2006;). Biyolojik olarak aktif olan uçucu yağlar, yumurta dönemleri dışında diğer gelişme dönemlerinin %100 ölümünü sağlamak için konvansiyonel fumigantlara göre daha uzun maruz bırakma süresine sahip olmuşlardır. Bu durum, bu uçucu yağların içerisinde biyolojik olarak aktif olan bazı bileşiklerin kaynama noktalarının konvansiyonel fumigantlara göre daha yüksek olmasıyla bu bileşiklerin daha uzun sürede gaz haline geçmesinden dolayı etkin olacak maddenin test edilen atmosferde böceği öldürecek konsantrasyonlara daha uzun sürede ulaşmasıyla açıklanabilir.

Çalışmada aynı zamanda uçucu yağların farklı uygulama dozlarının ölüm oranları üzerindeki etkileri de araştırılmış, sonuçlar bitkinin çeşidine ve test böceğinin dönemlerine göre farklılık göstermiştir. Yumurta için rezene ve biberiye; larva için ardıç ve sarımsak; pupa için yeşil nane, çam, papatya, fesleğen, limon, karabiber ve tarçın; ergin için çam defne, biberiye, soğan, hindistan cevizi ağacı uçucu yağlarının uygulama dozunun 100 µL/L'den 250 µL/L'ye yükseltilmesi ölüm oranlarında %16.8-%82.5 arasında değişen artışa neden olmuştur. Bunun yanında diğer test edilen uçucu yağların uygulama dozundaki artış *T. confusum*'un gelişme dönemleri üzerinde düşük oranda ölüme neden olmuştur. Ticari olarak kullanılan fumigantlarla (metil bromid ve aliminyum-fosfin) yapılan biyolojik testler ölüm oranı ile uygulama dozu arasında sıkı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır (Lindgren ve Vincent, 1965; Bang ve Telford., 1966; Bell, 1978; Williams, 1985). Bu çalışmada bu durumun yalnızca her gelişme dönemi için yukarıda adı geçen uçucu yağlar için geçerli olduğu söylenebilir.

Test edilen uçucu yağlara karşı böceğin gelişme dönemlerinin farklı hassasiyet gösterdikleri, bir gelişme dönemine karşı yüksek fumigant toksisite gösteren uçucu yağın diğer gelişme dönemleri üzerinde zayıf fumigant etki gösterdiği görülmüştür. Sarımsak ve soğan uçucu yağları dışındaki uçucu yağlar yalnızca bir veya en fazla iki gelişme

dönemine yüksek fumigant toksisite gösterdikleri saptanmıştır. Test edilen uçucu yağlar içinde yalnızca sarımsak ve soğan uçucu yağları *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine karşı yüksek derecede fumigant toksisite göstermişlerdir. Her gelişme dönemi üzerinde yüksek fumigant etkiye sahip uçucu yağların kendi içerisindeki toksisiteleri arasında da önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.

100 µL/L sabit dozda, uçucu yağlara 24, 48 ve 72 saat maruz bırakılan *T. confusum* yumurtalarına karşı, 72 saat sonunda; kekik, yeşil nane, huş ağacı, rezene, anason, beyaz kekik, tarçın, soğan, sarımsak ve kişniş otu uçucu yağları olmak üzere toplam 10 tane uçucu yağın, ölüm oranları %54.7-%100 arasında değişmek üzere, çok yüksek derecede fumigant etki gösterdikleri saptanmıştır. Bu uçucu yağların letal sürelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan denemeler sonucunda ise, sarımsak, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, soğan, anason uçucu yağlarının yumurtaların %90'ını 24 saatten daha kısa sürede öldürdükleri belirlenmiştir. Bu çalışmada uçucu yağlara karşı yumurta döneminin en hassas dönem olduğu tespit edilmiştir. Ancak yapılan birçok çalışma konvensiyonel fumigantlara (metil bromid, fosfin ve karbonil sülfid) karşı yumurta ve pupa dönemlerinin diğer dönemlerden daha dayanıklı olduğu ortaya koymaktadır (Howe, 1974; Plarre ve Reichmuth, 1997; Hole, 1981). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, konvensiyonel fumigantların depo zararlısı böceklerin farklı gelişme dönemlerine karşı toksisitesi üzerine elde edilen sonuçlarla tezat oluşturmaktadır. Bu durum, metabolik faaliyetlere bağlı olan böceğin gelişme dönemlerinin solunum hızındaki farklılıktan ziyade uçucu yağların böceklerin gelişme dönemleri üzerinde farklı etki mekanizmasına sahip olabileceği ile açıklanabilir. Uçucu yağların konvensiyonel fumigantlara (fosfin, karbonil sülfid) göre yumurtaları daha kısa sürede öldürmeleri önemli bir avantaj olarak sayılabilir.

Biyolojik testler uçucu yağlara karşı en dayanıklı dönemin larva dönemi olduğunu ortaya koymuştur. *T. confusum* larvalarına karşı test edilen çok sayıdaki uçucu yağdan yalnızca sarımsak ve soğan uçucu yağı yüksek fumigant toksisiteye sahip olmuştur. Ancak sarımsak ve soğan uçucu yağlarının, larvaların %90'ının ölmesi için 4 gün gibi uzun bir süreye ihtiyacı olduğu görülmüştür. Bu uçucu yağların pratikte ticari olarak kullanılmasındaki en önemli problemlerden birinin, kısa sürede larvaların tamamen kontrolündeki zorluğun olabileceği söylenebilir. Test edilen 32 uçucu yağdan sadece 6 tanesi (sarımsak, soğan, sirken, yeşil nane, limon ve defne uçucu yağı) pupalara karşı yüksek fumigant toksisite gösterdiği belirlenmiştir. Sarımsak ve soğan uçucu yağlarının, pupaların %90'ının ölmesi için 1 günden daha kısa süreye ihtiyacı olurken, yeşil nane, limon ve defne uçucu yağlarının 3 günden daha uzun süreye ihtiyacı olduğu görülmüştür. Sarımsak ve soğan uçucu yağları için pupa döneminin yumurtadan sonra öldürmesi en kolay dönem olduğu saptanmıştır. Ergin dönemi için ise, LT₉₀ değerine göre uçucu yağların büyükten küçüğe doğru toksisite sıralaması; sarımsak>limon>çam>soğan>hindistan cevizi ağacı>biberiye>okaliptüs olarak tespit edilmiştir. Özellikle sarımsak ve limon uçucu yağlarının, erginlerin %90'nın ölümü için 1 günden daha kısa süreye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağlar yapılarında çoğunlukla terpenleri, benzen türevlerini, düz-zincirli ve çeşitli diğer birleşikleri içermektedir. Depolanmış ürün zararlısı böcekler açısından bakıldığında böcekler üzerine etkileri en fazla çalışılan grup terpen birleşikleri olmuştur (Coats ve ark., 1991; Konstantopoulou ve ark., 1992; Regnault-Roger ve Hamraoui, 1995; Ahn ve ark., 1998). Monoterpenoidlerin bazı böcek zararlıları üzerine etkilerinin incelendiği laboratuvar çalışmaları bu birleşiklerin ovisit, fumigant ve kontakt insektisit

gibi biyolojik aktivitelerini ortaya koymuştur. Bu çalışmada *T. confusum*'un her gelişme dönemi için yüksek fumigant toksisite gösteren uçucu yağlar arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya konmuştur. Bu farklılığın en önemli nedeninin, uçucu yağların ana bileşiklerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Işıkbir ve ark. (2006) defne uçucu yağının biberiye uçucu yağına göre *T. confusum*'un yumurtalarına daha yüksek fumigant toksisite göstermesinin nedeninin, uçucu yağların ana bileşiklerinin farklı olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bunun yanında, Lee ve ark. (2001) okaliptus ve adi biberiyeden elde edilen uçucu yağların, *S. oryzae* erginlerine karşı yüksek fumigant aktivite göstermesinin nedeninin, her iki uçucu yağın da ana bileşiğinin 1–8 cineole olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, uçucu yağların toksisitesi ile böceğin gelişme dönemleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için, yüksek fumigant toksisite gösteren uçucu yağların ana bileşiklerin tanımlanmasının, biyolojik aktivite gösteren bileşiklerin belirlenmesinin ve bileşiklerin olası sinerjistik etkilerinin saptanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tüm biyolojik testler bir bütün olarak değerlendirildiğinde *T. confusum*'un tüm gelişme dönemlerine karşı fumigant etkiye sahip olmasına ve düşük dozda yumurta, pupa ve ergin dönemlerin %90'ını 1 günden kısa sürede öldürmesine bağlı olarak sarımsak ve soğan uçucu yağları depolanmış ürün zararlılarının kontrolünde konvensiyonel fumigantlara (özellikle fosfine) biyo-fumigant olarak potansiyel alternatif olabileceği düşünülmektedir. Sarımsak ve soğan uçucu yağlarında yağda ve suda çözünabilir maddeler bulunmaktadır. Yağda çözünenlerin koku yaydıkları ve sülfürlü bileşiklerin fazla oranda bulunduğu bilinmektedir. Nitekim Jirovetz ve ark., (1992) yaptıkları çalışmada sarımsak uçucu yağında diallyl-trisulphide (%29.7), diallyl-tetrasulphide (%4.4), diallyl-disulphide (%3.2), diallyl-sulphide (%2.5) ve methyl-allyl trisulphide (%2.1) bileşenlerinin bulunduğunu bildirmiştir. Huang ve ark. (2000a) sarımsak uçucu yağının ana bileşiklerinin, diallyl-trisulphide, diallyl-disulphide ve methyl allyl-trisulphide, *T. castaneum* ve *S. zeamais* üzerinde yüksek fumigant aktivite gösterdiğini ve depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde potansiyel alternatif fumigant olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir. Ancak, aynı çalışmada sarımsak uçucu yağına ait bu bileşiklerin yaymış olduğu keskin kokunun bu bileşiklerin fumigant olarak kullanımında önemli bir dezavantaj oluşturabileceğini de bildirmişlerdir. Sarımsak ve soğan uçucu yağlarının depolanmış ürün zararlılarına karşı biyo-fumigant olarak pratikte kullanılabilmesi için öncelikle bu uçucu yağların ürün üzerindeki kalıntıları, yığın halindeki ürün içerisine penetrasyon gücü, ürünler üzerindeki fitotoksisitesi, diğer depolanmış ürün zararlıları üzerindeki toksisitesi, uçucu yağların absorpsiyonu ve uygun formülasyon tipinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Biyolojik testler sonunda, her gelişme dönemi için etkili bulunan uçucu yağlara ait toksikolojik veriler bundan sonra uçucu yağlar ile yürütülecek çalışmalara önemli bir kaynak oluşturacak ve sonuçların pratiğe aktarılmasına, özellikle konvensiyonel sentetik fumigantlara alternatif biyo-fumigantların geliştirilmesine önemli bir katkı sağlayacağı şüphesizdir.

KAYNAKLAR

- AHN, Y.J., LEE, S.B., LEE, H.S., KIM, G. H. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and β -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. *Journal of Chemical Ecology*, 24:1–90.
- AMONKAR, S.V., REEVES, R.L. 1970. Mosquito control with active principle of garlic. *Journal of Economic Entomology*, 63:1172-1175.
- ARNASON, J.T., PHILOGÈNE, B.J.R. MORAND, P. 1989. Insecticides of Plant Origin, ACS Symposium Series No. 387. American Chemical Society, Washington, DC, s. 213.
- BANG, Y.H., TELFORD, H.S. 1966. Effect of sub-lethal doses of fumigants on stored-grain insects. Pullman, Washington Agriculture Experiment Station. Technical Bulletin No.50.
- BELL, C.H., ve WILSON, S.M. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 31:199-205.
- BELL, C.H. 1978. Limiting concentrations for fumigant efficiency in the control of insect pests. In: Davis, R. (Ed.), *Proceedings of the Second International Working Conference on Stored-Product Entomology*, Ibadan, Nigeria, 10–16 September, s. 182–192.
- BOND, E.J. 1984. *Manual of fumigation for insect control*. FAO Plant Production, Rome, s. 54.
- CHAUDHRY, M.Q. 1995. Molecular biological approaches in studying the gene(s) that confer phosphine-resistance in insects. *Journal of Cellular Biochemistry Supplement*, A:213-215.
- CLEMENTE, S., MAREGGIANI, G., BROUSSALIS, A., MARTINO, V., FERRARO, G. 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored product insects. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 29: 421–426.
- COATS, J.R., KARR, L.L., DREWES, C.D. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworms. In: P.A. Hedin (Ed.), *Naturally Occuring Pest bioregulators*. ACS Symposium Series No. 449. American Chemical Society, Washington, DC, s. 305–316.
- DON-PEDRO, K.N. 1996. Fumigant toxicity of citruspeel oils against adult and immature stages of storage insect pests. *Pesticide Science*, 47:213–223.
- DUNKEL, F.V., SEARS, J. 1998. Fumigant properties of physical preparations from mountain big sagebrush, *Artemisia tridentata* Nutt. spp. *vaseyana* (Rydb.) beetle for stored grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 34:307–321.

- ELGÜN, A., ERTUGAY, Z. 1990. Tahıl İşletme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 297, s. 52.
- 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, 112:602-611.
- EUN L.S., HO L.B., SIK C.W., SOO P.B., GYU K.J., CAMPBELL B. 2001. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Pest Management Science, 57:548–553.
- EVANS, D.E. 1987. Stored products In: Burn, A.J., Coaker, T.H., Jepson, P.C. (Eds), Integrated Pest Management. New York, Academic press, s. 421-426.
- GUENTHER, E. 1955. The Essential Oils. Vol. 4. Van Nostrand Co., Inc., New York, s. 317-323.
- HARWOOD, S.H., MOLDENKE, A.F., BERRY, R.E. 1990. Toxicity of peppermint monoterpenes to the variegated cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology, 83:176–177.
- HEDIN, P.A., HOLLINGWORTH, R.M., MASLER, E.P., MIYAMOTO, J., THOMPSON, D.G. 1997. Phytochemicals for pest control. ACS Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, DC, s. 372.
- HO, S.H., CHENG, L.P.L., SIM, K.Y., TAN, H.T.W. 1994. Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. and Perry) as a grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Postharvest Biology and Technology, 4:179-183.
- HO, S.H., MA, Y., HUANG, Y. 1997. Anethole, a potential insecticide from *Illicium verum* Hook f., against two stored product insects. International Pest Control, 39:50–51.
- HOLE, B.D. 1981. Variation in tolerance of seven species of stored product Coleoptera to methyl bromide and phosphine in strains from twenty-nine countries. Bulletin of Entomological Research 71:299-306.
- HOWE, R.W. 1974. Problems in the laboratory investigation of the toxicity of phosphine to stored product insects. Journal of Stored Product Research 10:167-181.
- HUANG, Y., TAN, J.M.W.L., KINI, R.M., HO, S.H. 1997. Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research, 33:289-298.

- HUANG, Y., HO, S.H. 1998. Toxicity and antifeedant activity of cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research, 34:11-17.
- HUANG, Y., HO, S.H., KINI, R.M., 1999. Toxic and antifeedant effects of safrole and isosafrole on *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Economic Entomology, 92:676-683.
- HUANG, Y., XING, C.S., HUNG, H.S. 2000a. Bioactivities of methyl allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two species of stored-product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology, 93:537-543.
- HUANG, Y., LAM, S.L., HO, S.H. 2000b. Bioactivities of essential oil from *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, 36:107-117.
- ISMAN, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19:603-608.
- IŞIKBER, A.A., ALMA, M.H., KANAT, M., KARCI, A. 2006. Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. Phytoparasitica, 34:167-177.
- JIROVETZ, L., JAGER, W., KOCH, H.P., REMBERG, G. 1992. Investigations of volatile constituents of the essential oil of Egyptian garlic (*Allium sativum* L.) by means of GC-MS and GC-FTIR. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung, 194:363-365.
- KARR, L.L., DREWES, C.D., COATS, J.R. 1990. Toxic effects of d-limonene in the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny). Pesticide Biochemistry and Physiology, 36:175-186.
- KIM, S., ROH, J.Y., KIM, D., LEE H., AHN Y. 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. Journal of Stored Products Research, 39:293-303.
- KONSTANTOPOULOU, L., VASSILOPOULOU, L., MAURAGANI-TSIPIDOV, P., SCOURAS, Z.G. 1992. Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *D. auraria*. Experientia, 48:616-619.
- KOUL, O., SMIRLE, M.J., ISMAN, M.B. 1990. Asarones from *Acorus calamus* L. oil: there is effect on feeding behaviour and dietary utilization in *Peridroma saucia*. Journal of Chemical Ecology, 16:1911-1920.
- KUBO, I., MUROI, H., KUBO, A. 1994. Naturally occurring antiacne agents. Journal of Natural Products, 57:9-17.

- LAMBERT, J., ARNASON, J.T., PHILOGENE, B.J.R. 1985. Brucid control with traditionally used insecticidal plants *Hyptis spicigera* and *Cassia nigricans*. *Insect Science and Its Application*, 6:167-170.
- LAWRENCE, B.M. 1988. Progress in Essential Oils. In: Lawrence, B. M., Mookherjee, B., Willis, B.J. (Eds.), *Flavors and Fragrances: A World Perspective*. Elsevier Science, Amsterdam, s. 923-929.
- LEE, B.H., SIK, C.W., EUN, L.S., SOO, P.B. 2001. Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Crop Protection*, 20:317-320.
- LEE, S., PETERSON, C.J., COATS, J.R. 2003. Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 39:77-85.
- LEE, B.H., ANNIS, P.C., TUMAALII, F., CHOI, W. 2004a. Fumigant toxicity of essential oils from Myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40:553-564.
- LEE, B.H., ANNIS, P.C., TUMAALII, F., LEE, S.E., 2004b. Fumigant toxicity of *Eucalyptus blakelyi* and *Melaleuca fulgens* essential oils and 1,8-cineole against different development stages of the rice weevil *Sitophilus oryzae*. *Phytoparasitica*, 32:498-506.
- LEORA SOFTWARE. 1987. POLO-PC. A user's guide to probits or logits analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- LINDGREN, D.L., VINCENT, L.E. 1965. The susceptibility of laboratory and field cultures of *Tribolium confusum* and *T. castaneum* to ethylene dibromide, HCN and methyl bromide. *Journal of Economic Entomology*, 58:551-556.
- MORTAN, J.F. 1981. *Atlas of Medicinal Plants of Middle America*: Thomas, Springfield, IL, s. 761-763.
- OBENG-OFORI, D., REICHMUTH, C.H. 1997. Bioactivity of eugenol, a major component of essential oil *Ocimum suave* (WILD) against four species of stored-product Coleoptera. *International Journal of Pest Management*, 43:89-94.
- PAPACHRISTOS, D.P., STAMOPOULOS D.C. 2002a. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38:365-373.
- PAPACHRISTOS, D.P., STAMOPOULOS D.C. 2002b. Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38:117-128.
- PAPACHRISTOS D.P. and STAMOPOULOS D.C. 2003. Selection of *Acanthoscelides obtectus* (Say) for resistance to lavender essential oil vapours. *Journal of Stored Products Research*, 39:343-441.

- PAPACHRISTOS, D.P, STAMOPOULOS, D.C. 2004. Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera:Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 40:517-525.
- PASCUAL-VILLALOBOS, M.J. 2002. Volatile activity of plant essential oils against stored-product beetle pests. Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, s. 648-650.
- PRAKASH, A., RAO, J. 1997. Botanical Pesticides in Agriculture: CRC Pres, NewYork, s. 893.
- REGNAULT-ROGER, C., HAMRAOUI, A., HOLEMAN, M., THERON, E., PINEL, R., 1993. Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plants upon *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Chemical Ecology, 14:1965-1975.
- REGNAULT-ROGER, C., HAMRAOUI, A. 1995. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Stored Products Research, 31:291-299.
- SARAÇ, A., TUNÇ, İ. 1995. Toxicity of essential oil vapours to stored-product insects. Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 102:69–74.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS / STAT^R User's Guide, Version 6, 4th Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCHMUTTERER, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology, 35:271–297.
- SCHMIDT, G.H., STRELOKE, M. 1994. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) oil and its main compound β -Asarone on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Stored Product Research, 30:227-235.
- SHAAYA, E., RAVID, U., PASTER, N., JUVEN, B., ZISMAN, U., PISSAREV, V. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. Journal of Chemical Ecology, 17:499-504.
- SHAAYA, E., KOSTJUKOVSKI, M., EILBERG, J., SUKPRAKARN, C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 33:7-15.
- SINGH, D., SIDDIQUI, S., SHARMA, S. 1989. Reproduction retardant and fumigation properties in essential oils against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) in stored wheat. Journal of Economic Entomology, 82:727–733.
- TAYLOR., R.W.D. 1994. Methyl bromide- Is there any future for this noteworthy fumigant? Journal of Stored Products Research, 30:253–260.

- TRIPATHI, A.K., PRAJAPATI, V., KUMAR, A.K., KUMAR, S. 2000. Effect of volatile oil constituents of *Mentha* species against the stored grain pests, *Callosobruchus maculatus* and *Tribolium castaneum*. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22:549–556.
- TRIPATHI, A.K., PRAJAPATI, V., VERMA, N., BAHL, J.R., BANSAL, R.P., KHANUJA, S.P.S., KUMAR, S. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma longa* (Var. Ch-66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). Journal of Economic Entomology, 95:183–189.
- TUNÇ İ., BERGER, B.M., ERLER, F., DAĞLI, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. Journal of Stored Products Research, 36:161–168.
- WANG, J., ZHU, F., ZHOU, X.M., NIU, C.Y., LEI, C.L. 2006. Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 42:339–347.
- WEAVER, D.K., SUBRAMANYAM, B. 2000. Botanicals: In: B.H. Subramanyam, D.W. Hagstrum (Eds.). Alternative to Pesticides in Stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA, s. 303-320.
- WEINZIERL, R.A., 2000. Botanical insecticides, soaps and oils In: E.R. Jack (Ed.), Biological and Biotechnological Control of Insect Pests. Lewis Publishers, Boca Raton, s.101-121.
- WILLIAMS, P. 1985. Toxicity of methyl bromide in carbon dioxide enriched atmospheres to beetles attacking stored grain. General Applied Entomology, 17:17-24.
- YANO, K., KAMIMURA, H. 1993. Antifeedant activity toward larvae of *Pieris rapae crucivora* of phenolethers related to methyleugenol isolated from *Artemisia capillaris*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 57:129-130.
- YILDIRIM, E., KESTEK, M., KORDALI, S. 2005. Effects of essential oils of three plant species on *Tribolium confusum* du Val and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera : Tenebrionidae and Curculionidae). Fresenius Environmental Bulletin, 14:574–578.
- ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül KARCI, 1979 yılında Hatay'ın Dört Yol ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise öğrenimini Adana'da tamamladıktan sonra 1998 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2003 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2004 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından açılan sınavı kazanarak Araştırma Görevlisi oldu. Halen aynı anabilim dalında görevine devam etmektedir.