

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİTKİ KÖKENLİ BİLEŞİKLERİN BÖCEK VE AKARLARLA MÜCADELEDE
KULLANILMA POTANSİYELİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fedai ERLER

**DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

128433

2000

128433

**BİTKİ KÖKENLİ BİLEŞİKLERİN BÖCEK VE AKARLARLA MÜCADELEDE
KULLANILMA POTANSİYELİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fedai ERLER

128433

**DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

2000

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİTKİ KÖKENLİ BİLEŞİKLERİN BÖCEK VE AKARLARLA MÜCADELEDE
KULLANILMA POTANSİYELİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fedai ERLER

DOKTORA TEZİ

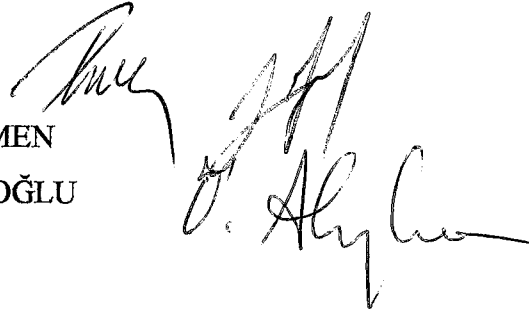
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu tez .../.../2000 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (.....) not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ: Prof. Dr. İrfan TUNÇ

Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Prof. Dr. Özdemir ALAOĞLU



ÖZET

BİTKİ KÖKENLİ BİLEŞİKLERİN BÖCEK VE AKARLARLA MÜCADELEDE KULLANILMA POTANSİYELİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Fedai ERLER

Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İrfan TUNÇ
Haziran 2000, 120 Sayfa

Bu çalışmada, 8 uçucu yağ bileşeninin üç ambar zararlısı böcek (*Tribolium confusum* du Val., *Ephestia kuehniella* Zeller ve *Sitophilus oryzae* L.)' in değişik gelişme dönemlerine (yumurta, larva ve ergin) karşı fümigant toksisitesi test edilmiştir. Test edilen bu 8 bileşenden 4' ü ambar zararlılarına karşı yüksek aktivite göstermiştir. Bunlar; anethole, carvacrol, thymol ve γ -terpinene' dir. Menthol ve 1,8-cineole ise test edilen tüm dönemlere karşı düşük aktivite göstermiştir. Genelde *S. oryzae* erginleri ve *E. kuehniella* yumurtaları diğer dönemlerden daha hassas bulunurken *E. kuehniella* larvaları test edilen tüm bileşenlere en az duyarlı dönem olmuştur. LT₅₀ değerleri dikkate alındığında uçucu yağ bileşenleri ambar zararlılarına fümigant etki bakımından aşağıdaki gibi sıralanmıştır: anethole> carvacrol> thymol> γ -terpinene> *p*-cymene> terpinen-4-ol> 1,8-cineole> menthol.

Yapılan diğer bir çalışmayla, Y-tüp olfaktometre kullanılarak uçucu yağ bileşenlerinin repellentlik özellikleri *T. confusum*' un ergin dişilerine karşı değerlendirilmiştir. Y-tüp olfaktometre testlerinde anethole test edilen tüm dozlarda diğer bileşenlere göre *T. confusum*' a karşı daha yüksek bir repellentlik göstermiştir. 1,8-cineole ve carvacrol anethole' den sonra en yüksek repellent etkiye sahip iki bileşen olmuştur. Yüksek repellentlik özelliği gösteren diğer iki bileşen de sırasıyla thymol ve terpinen-4-ol olmuştur. *P*-cymene, menthol ve γ -terpinene ise orta düzeyde kalan repellentlikler sergilemiştir. Repellentlik artan konsantrasyonla birlikte artarken, uygulama süresinin uzunluğuyla önemli ölçüde azalmıştır.

Yapılan paralel bir çalışmayla uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlıları (*Aphis gossypii* Glov., *Frankliniella occidentalis* Pergande ve *Tetranychus cinnabarinus* Bois.)' nın değişik gelişme dönemlerine olan fümigant aktiviteleri değerlendirilmiştir. Sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen sonuçlara göre, anethole, carvacrol ve thymol *F. occidentalis* larvaları dışında sera zararlılarının tüm dönemlerine karşı çok toksik bulunmuşlardır. Menthol ise test edilen tüm dönemlere karşı en az fümigant özellik göstermiştir. Mamafih bileşenlerden hiçbiri *F. occidentalis* larvalarına karşı önemli bir fümigant etki gösterememiştir.

Hem ambar hem de sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinde uçucu yağ bileşenlerinin etkinliği uygulama süresinin uzunluğuyla önemli ölçüde artmıştır. Keza doz artışıyla da toksisitede önemli bir artış olmuştur.

Uçucu yağ bileşenlerinin ovipozisyon engelleme etkileri *T. cinnabarinus*' a karşı test edilmiştir. Aynı zamanda bırakılan yumurtaların açılabilirliği de hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar *T. cinnabarinus* erginlerinin fekunditesinin az çok bileşenler tarafından etkilendiğini açıkça göstermiştir. En güçlü ovipozisyon engelleme anethole tarafından meydana getirilmiştir. Anethole' deki O.E.İ. (ovipozisyon engelleme indeksi) diğer bileşenlerden daha yüksek olmuştur. Anethole, ovipozisyon dönemi süresince her dişi tarafından bırakılan toplam yumurta sayısındaki azalma yüzdesi olarak da (%90.4) diğer bileşenlerden daha etkili olduğunu kanıtlamıştır. Keza bırakılan yumurtaların açılabilirliği de büyük ölçüde azalmıştır (%26.7). Anethole' den sonra %68.7 ve %66.8' lik O.E.İ. değerleriyle etkili diğer iki bileşen sırasıyla thymol ve carvacrol olmuştur. Fümigant etki testlerinde orta düzeyde etkili bileşenlerden biri olan terpinen-4-ol yumurta verimine etki bakımından dördüncü sırayı almıştır (O.E.İ. %55.4). γ -terpinene ve *p*-cymene sırasıyla %49.5 ve %44.7' lik O.E.İ. değerleriyle orta düzeyde etkili iki bileşen olmuştur. Menthol ve 1,8-cineole fümigant etki testlerinde olduğu gibi sırasıyla sağladıkları %43.7 ve %42.0' lik O.E.İ. değerleriyle en düşük etkiye sahip iki bileşen olmuştur.

Uçucu yağ bileşenlerinin gelişme dönemlerinin süresi üzerine olan etkilerini belirlemek için yapılan testlerde yeni çıkmış *T. cinnabarinus* larvaları kullanılmıştır. Sonuç olarak olgunlaşmamış dönemlerin ve ergin süresinin çok az ya da hiç etkilenmediği görülmüştür.

Fitotoksisite bakımından menthol, terpinen-4-ol ve thymol test edilen en toksik bileşenler olurken, 1,8-cineole, carvacrol ve γ -terpinene bunları izlemiştir. Sanki don vuruğu benzeri pörsüme, renksizleşme ve nihayet tüm bitkilerin kurumması gibi bazı fitotoksisite simptomları gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Uçucu yağ bileşenleri, fümigant, repellent, geciktirici, toksisite, ambar zararlıları, *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae*, *Ephestia kuehniella*, sera zararlıları, *Aphis gossypii*, *Frankliniella occidentalis*, *Tetranychus cinnabarinus*.

JÜRİ: Prof. Dr. İrfan TUNÇ
Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN
Prof. Dr. Özdemir ALAOĞLU

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON THE USING POTENTIAL OF ESSENTIAL OIL COMPONENTS IN THE CONTROL OF INSECTS AND MITES

Fedai ERLER

Ph.D. Thesis in Department of Plant Protection

Adviser: Prof. Dr. İrfan TUNÇ

June, 2000, 120 pages

In this study, the fumigant toxicity of 8 essential oil components were assessed against different developmental stages (eggs, larvae and adults) of 3 stored-product insects (*Tribolium confusum* du Val., *Ephestia kuehniella* Zeller and *Sitophilus oryzae* L.). Of the eight components tested, four showed higher activity against stored product insects than the others. These four were anethole, carvacrol, thymol and γ -terpinene. Menthol and 1,8-cineole were found to have low activity against all stages tested. In general, while the adults of *S. oryzae* and the eggs of *E. kuehniella* were more susceptible than the other stages, the larvae of *E. kuehniella* were the least sensitive to all components tested. Based on the LT_{50} values, the efficacy of essential oil components against stored product insects was ordered as following: anethole>carvacrol>thymol> γ -terpinene>*p*-cymene>terpinen-4-ol>1,8-cineole>menthol.

With another study, the repellency properties of essential oil components were evaluated using Y-tube olfactometer against the adult females of *T. confusum*. In Y-tube olfactometer bioassays, anethole showed higher repellency against *T. confusum* compared to others at all doses tested. 1,8-cineole, carvacrol, thymol and terpinen-4-ol were also found the most efficient components. *P*-cymene, menthol and γ -terpinene showed moderate repellent properties. While repellency increased with increasing concentrations of the components, it significantly decreased by the time elapsed.

A parallel study was also done to evaluate the fumigant activity of components for the control of different stages of greenhouse pests (*Aphis gossypii* Glov., *Frankliniella occidentalis* Pergande and *Tetranychus cinnabarinus* Boisd.). According to the results obtained from the fumigant tests conducted to greenhouse pests, it was found that anethole, carvacrol and thymol were very toxic to all stages tested (the adults of *A. gossypii* and *T. cinnabarinus* and the eggs of *T. cinnabarinus*), except for the larvae of *F. occidentalis*. Menthol showed minimum fumigant property against the all stages tested. None of the components, however, could show significant fumigant toxicity to last instar larvae of *F. occidentalis*.

In the fumigant tests conducted to both stored product insects and greenhouse pests, the effectiveness of components significantly increased by length of exposure time. There was also a highly significant increase of toxicity by increasing dose.

The oviposition deterrent effects of essential oil components were tested against *T. cinnabarinus*. The percentage of hatchability of the resulting eggs were also calculated.

The results obtained showed clearly that the fecundity of the females of *T. cinnabarinus* influenced more or less by the components. A strong inhibition of oviposition was produced by anethole. O.D.I. (oviposition deterrent index) in treatment with anethole was higher than those with others. Anethole proved to be more effective than the others as the percentage of reduction in the total number of eggs laid per female during the oviposition stage was 90.4% in comparison with control. Also the hatchability of the resulting eggs was greatly reduced (26.7%). Thymol and carvacrol were also the most effective components with 68.7 and 66.8% O.D.I., respectively. Terpinen-4-ol, γ -terpinene and *p*-cymene (55.4, 49.5 and 44.7% O.D.I., respectively) showed moderate effect. Menthol and 1,8-cineole were found to be having the lowest activity.

To determine the retardant effect of essential oil components on durations of the developmental stages, newly emerged larvae of the mites *T. cinnabarinus* were used in the tests. In conclusion, it was clearly shown that the durations of the immature stages and the adult were slightly affected or unaffected.

In terms of phytotoxicity, menthol, terpinen-4-ol and thymol appeared to be the most toxic components tested, followed by 1,8-cineole, carvacrol and γ -terpinene in that order. Certain symptoms of phytotoxicity were observed which included withering as if it was frozen, discoloration and eventually drying of all plants.

KEY WORDS: essential oil components, fumigant, repellent, retardant, toxicity, stored product insects, *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae*, *Ephestia kuehniella*, greenhouse pests, *Aphis gossypii*, *Frankliniella occidentalis*, *Tetranychus cinnabarinus*.

COMMITTEE: Prof. Dr. İrfan TUNÇ
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN
Prof. Dr. Özdemir ALAOĞLU

ÖNSÖZ

Son yıllarda zararlı böcek ve akarlarla mücadelede kullanılan kimyasalların insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı alternatiflerinin araştırılması tüm dünyada önemli konulardan biri haline gelmiştir. Bir çok araştırmacı tarafından bu alternatifler doğanın kendi bünyesi içerisinde aranmaya başlanmış ve üzerinde en çok durulan konu da bitkisel ekstraktlar olmuştur. Son zamanlarda bir çok araştırmacı gerek daha önceden zararlılara karşı biyolojik aktivitesi bilinen gerekse sonradan ortaya konulan bir çok bitkisel ekstraktı değerlendirmeye almıştır.

Ülkemizde de özellikle son 10 yıldır bu tür çalışmalara ağırlık verilmeye başlanmıştır. Bölümümüzde yapılan birkaç çalışmayla bitkisel uçucu yağların gerek ambar zararlılarına (Saraç ve Tunç 1995a, Saraç ve Tunç 1995b) gerekse sera zararlılarına (Tunç ve Şahinkaya 1998) karşı biyolojik aktivitesi ortaya konmuş bulunmaktadır. Ancak bitkilerden elde edilen uçucu yağların tek bileşikten ibaret olmayıp bir çok bileşenden meydana geldiği değişik araştırmacılar tarafından yapılan analizlerle ortaya konmuş bulunmaktadır. Bu bileşenlerden hangisinin ya da hangilerinin zararlı böcek ve akarlarla karşı biyolojik aktiviteye sahip olduğu bu çalışma ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Biyolojik bakımdan aktif bileşenlerin belirlenmesi bu bitkilerden daha iyi yararlanma imkanını sağlayacak ve bu bileşenleri daha yüksek oranda içeren bitki tür ve çeşitlerinin kullanılmasının yolunu açmış olacaktır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren ve çalışmalarımın her aşamasında beni yönlendiren danışman hocam sayın Prof. Dr. İrfan TUNÇ' a, her konuda yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. Oktay YEĞEN ve Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN' e, ayrıca tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	5
3. MATERYAL VE METOT.....	14
3.1. Denemelerde Kullanılan Ambar Zararlısı Böcekler	14
3.1.1. <i>Tribolium confusum</i> ' un yetiştirilmesi.....	14
3.1.2. <i>Sitophilus oryzae</i> ' nin yetiştirilmesi.....	14
3.1.3. <i>Ephestia kuehniella</i> ' nin yetiştirilmesi.....	15
3.2. Denemelerde Kullanılan Sera Zararlıları	15
3.2.1. <i>Tetranychus cinnabarinus</i> ' un yetiştirilmesi	15
3.2.2. <i>Aphis gossypii</i> ' nin yetiştirilmesi	15
3.2.3. <i>Frankliniella occidentalis</i> ' in yetiştirilmesi	16
3.3. Uçucu Yağ Bileşenleri.....	16
3.3.1. Uçucu yağ bileşenlerinin ambar zararlılarına olan etkilerinin belirlenmesi.....	17
3.3.1.1. Fümigant etki testleri.....	17
3.3.1.2. Repellent (uzaklaştırıcı) etki testleri.....	20
3.3.2. Uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarına olan etkilerinin belirlenmesi.....	22
3.3.2.1. Fümigant etki testleri.....	22
3.3.2.2. Çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkilerinin belirlenmesi.....	23
3.3.3. Uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkilerinin belirlenmesi.....	24
3.4. Testlerden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi.....	25
4. BULGULAR.....	27

4.1. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ambar Zararlılarına Olan Etkileri.....	27
4.1.1. Fümigant etki.....	27
4.1.1.1. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. confusum</i> erginlerine fümigant etkisi.....	27
4.1.1.2. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>S. oryzae</i> erginlerine fümigant etkisi.....	29
4.1.1.3. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>E. kuehniella</i> larvalarına fümigant etkisi.....	32
4.1.1.4. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. confusum</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	34
4.1.1.5. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>E. kuehniella</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	36
4.1.2. Repellent etki.....	39
4.2. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Sera Zararlılarına Olan Etkileri.....	49
4.2.1. Fümigant etki.....	49
4.2.1.1. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> erginlerine fümigant etkisi.....	49
4.2.1.2. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>A. gossypii</i> erginlerine fümigant etkisi.....	51
4.2.1.3. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>F. occidentalis</i> larvalarına fümigant etkisi.....	54
4.2.1.4. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	56
4.2.2. Çoğalma ve gelişmeye etki.....	58
4.3. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Fitotoksik Etkisi.....	59
5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇ.....	73
7. KAYNAKLAR.....	76
8. EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C.....	: Santigrat derece
CO ₂	: Karbon dioksit
d.....	: Yoğunluk
g/ml.....	: Gram/mililitre
g/mol.....	: Gram/mol (Bir mol çözelti içinde gram olarak bulunan madde miktarı)
h.....	: Saat
M.....	: Kütle
mesh.....	: Çap ölçü birimi
mg.....	: Miligram
mm.....	: Milimetre
µl.....	: Mikro litre
l.....	: Litre
LT.....	: Lethal time
sn.....	: Saniye
α.....	: Alfa
β.....	: Beta
γ.....	: Gamma
p.....	: Para
δ.....	: Sigma

Kısaltmalar

bp.....	: Bir maddenin kaynama noktası (boiling point)
EPA.....	: Çevre koruma örgütü (Environmental protection Agency)
flpt.....	: Bir maddenin yanma noktası (flammable point)
FW.....	: Bir maddenin formül ağırlığı
LT ₅₀	: Bir zararlı populasyonunun % 50' sinin ölmesi için gereken zaman
LT ₉₉	: Bir zararlı populasyonunun % 99' unun ölmesi için gereken zaman
mp.....	: Bir maddenin erime noktası (melting point)
WMO.....	: Dünya meteoroloji örgütü (World Meteorological Organization)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılan *T. confusum* ve *E. kuehniella*'nın 0-24 saatlik yumurtalarının yerleştirildikleri test pleytleri..19

Şekil 3.2. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* ergin dişilerine olan repellent etkilerinin belirlenmesinde kullanılan Y-tüp olfaktometre.....21



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. confusum</i> erginlerine fümigant etkisi.....	28
Çizelge 4.2. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>S. oryzae</i> erginlerine fümigant etkisi.....	30
Çizelge 4.3. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>E. kuehniella</i> larvalarına fümigant etkisi.....	33
Çizelge 4.4. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. confusum</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	35
Çizelge 4.5. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>E. kuehniella</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	37
Çizelge 4.6. Anethole' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	40
Çizelge 4.7. Carvacrol' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	41
Çizelge 4.8. 1,8-cineole' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	42
Çizelge 4.9. <i>p</i> -cymene' in <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	44
Çizelge 4.10. Menthol' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	45
Çizelge 4.11. γ -terpinene' in <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	46
Çizelge 4.12. Terpinen-4-ol' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	47
Çizelge 4.13. Thymol' ün <i>T. confusum</i> ' a olan repellent etkisi.....	48
Çizelge 4.14. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> erginlerine fümigant etkisi.....	50
Çizelge 4.15. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>A. gossypii</i> erginlerine fümigant etkisi.....	52
Çizelge 4.16. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>F. occidentalis</i> larvalarına fümigant etkisi.....	55

Çizelge 4.17. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> yumurtalarına fümigant etkisi.....	57
Çizelge 4.18. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> ' un çoğalması üzerine olan etkileri.....	58
Çizelge 4.19. Uçucu yağ bileşenlerinin <i>T. cinnabarinus</i> ' un gelişmesi üzerine olan etkileri.....	60
Çizelge 4.20. Uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkileri.....	61



1. GİRİŞ

Yüzyıllardır insanoğlu hem tarlada hem de hasat sonrası depodaki ürünlerini böcek ve diğer zararlılardan korumak için değişik yöntemler kullanmıştır. Bu yöntemlerden biri de bitkisel materyaller (yaprak, tohum, kök ve gövde parçaları ya da bunların ezilmiş veya öğütölmüş halleri) ve bitki ekstraktlarıdır. Bunlardan özellikle birkaçı ticari insektisidlerin kaynağı olmuş, fakat 1940' lardan sonra sentetik kimyasalların bunların yerini almasıyla gerileme trendine girmişlerdir. Ancak son zamanlarda ekolojik dengelerin alt üst olması, özellikle genç kuşakta artan çevre bilinci araştırmacıları konvansiyonel pestisidlere alternatif olabilecek maddeler ve çevreyle uyumlu yöntemler bulmaya zorlamıştır. Bir çok araştırmacı tarafından kabul gören husus çevre ve tüm canlılara olumsuz etkileri bulunan bu kimyasal bileşiklerin yerine kullanılacak alternatiflerin artık doğanın kendi bünyesinde aranmasıdır. Bu yüzden son zamanlarda daha önce zararlılara karşı biyolojik aktivitesi bilinen bitkisel materyal ve ekstraktların yanı sıra daha bir çok botaniksel pestisid zararlılarla mücadelede tekrar önemli bir potansiyel haline gelmiştir.

Kültür bitkilerinde ve depolanmış ürünlerde kayıplara yol açan zararlılara karşı 50 yıldan beri yoğun ve yaygın olarak kullanılan sentetik organik bileşiklerin insan sağlığı ve çevre için oluşturdukları riskler tüm dünyada gündemin en üst sıralarını işgal etmektedir. Böyle bileşiklerin yani pestisidlerin karsinogen, mutajen ve teratojen potansiyellerinin ve doğada bitki ve hayvan türlerinin yok olmasına kadar varan tahribatlarının olduğu anlaşıldıktan sonra alternatiflerinin bulunması ve bunlara olan bağımlılığın asgari düzeye indirilmesi bitki koruma alanında çalışanların başlıca amacı haline gelmiştir. Dünyada olduğu gibi bölümümüzde de araştırılan pestisidlere alternatif olabilecek çeşitli yöntemler ve materyaller arasında bitkilerden elde edilen bileşikler önemli bir yer tutmaktadır.

Bitkilerden elde edilen maddeler üzerinde durulmasının nedeni bunların zaten doğada bulunmaları dolayısıyla doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması; kısa zamanda dekompoze olarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları, ürünler üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları; zaten doğada bulunmaları dolayısıyla bir çok hayvanın ve diğer canlıların bunlardan kendilerini koruyacak mekanizmler geliştirme fırsatı bulmuş olmaları; spesifik olmaları

yani yalnız belli canlı grupları için riskli olmaları vb dir. Sayılan tüm bu olumlu özelliklerinden dolayı gittikçe artan bir ilgiyle yapılan araştırmalar sonucu yüzyıllardır zararlılarla mücadelede geleneksel olarak kullanılan bazı botaniksel insektisidlere son yıllarda yenileri katılmıştır. Hatta bunlardan bir kaç tı ticari boyut kazanmış bulunmaktadır (Benner 1993). Ancak bitki kökenli pestisidlerin tüm bu olumlu özelliklerine rağmen elde edildikleri bitkilerin geniş alanlarda ve çok miktarda yetiştirilen bitkiler olmaması, şimdilik oldukça sınırlı alanlarda yetiştirilen veya doğal olarak yetişen bitkilerden elde ediliyor olmaları önemli dezavantajlarıdır. Bu olumsuzluklardan dolayı daha önce insektisit özelliği bilinen bir çok bitki içerdikleri aktif maddenin azlığı veya temin edilmelerinin zor olması gibi nedenlerden dolayı ekonomik olmaktan uzak yerel kullanımlarıyla sınırlı kalmıştır. Bu durum gerek dünyada gerekse ülkemizde geniş alanlarda ve bol miktarda yetiştirilen bitkilerden elde edilen bileşiklerin biyolojik aktivitelerinin araştırılmasını gündeme getirmiş bulunmaktadır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de entomolojik açıdan iki zararlı grubu üzerinde durulmaktadır. Bunlar; depolanmış ürünlerde ve seralarda zararlı böcek ve akarlar. Ürün depolaması tüketimden hemen önceki aşamadır. Temel gıda maddelerinden olan hububat ve mamülleri daha sonraki kullanımları için bölge koşullarına ve üretici imkanlarına bağlı olarak çeşitli tipteki depolarda kısa ya da uzun süreli olarak saklanmaktadır. Depolama süresince gerek tarlada gerekse nakliye esnasında olan bulaşmalarla bir çok böcek türü ürünümüze zarar vermektedir. Ülkemizde depolanmış ürünlerde büyük maddi kayıplara yol açan bu zararlı türlerden en önemlileri arasında hiç şüphesiz *Sitophilus oryzae* (L.) (pirinç biti), *Tribolium confusum* du Val (kıрма biti) ve *Ephestia kuehniella* Zeller (un güvesi) yer almaktadır. Halen günümüzde bu zararlı türlere karşı yapılan tek mücadele şekli çeşitli tipteki pestisidlerin özellikle de fümigantların kullanıldığı kimyasal mücadeledir. Bu arada gerek depolanmış ürünlerin muhafazasında gerekse seralarda yaygın olarak kullanılan ve dünyada her yıl yaklaşık 76.000 ton ile en fazla kullanılan fümigant olan methyl bromide' in ozon tabakasının delinmesinde önemli katısının olması ve bazı zararlıların direnç geliştirdiğinin farkedilmesi gelecekteki kullanımını şüpheli hale getirmiştir (WMO 1995 ve EPA 1998). 21 Aralık 1998 tarihinde toplanan Avrupa Birliği Çevre Konseyi' nde methyl

bromide' in 2005 yılından itibaren üretiminin ve kullanımının tamamen yasaklanması kararlaştırılmıştır.

İklim şartlarının son derece uygun olduğu Antalya ve çevresinde örtü altı yetiştiriciliği son yıllarda hızla artmaktadır. Erken dönemdeki yüksek fiyatlar ve turunçgil gibi alternatif ürünlerdeki kazancın azalması turfanda sebze yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttırmıştır. Zararlılar için uygun gelişme şartlarının bulunduğu plastik ya da cam seralarda yapılan turfanda sebze yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara yol açan kırmızı örümcek, yaprak biti ve thrips gibi zararlılara karşı yoğun pestisid uygulamaları yapılmaktadır. İlaç uygulamalarıyla hasat arasında gerekli süre geçmeden hasat edilen ve hasat edilir edilmez tüketime sunulan sera ürünleri depolanması mümkün olmayan kısa sürede tüketilmesi gereken ürünlerdir. Çilek gibi kısa aralıklarla hasat edilen ve iyice yıkanmadan tüketilen ürünler üzerinde insan sağlığını riske sokacak pestisid kalıntılarının olması kabul edilemez. Dünyada bazı ülkelerde örtü altı yetiştiriciliğinde üzerinde önemle durulan biyolojik mücadelenin gelişmediği ülkemizde bitkilerden elde edilen bileşikler yukarıda sayılan özellikleri dolayısıyla depolanmış ürünlerin yanı sıra seralarda zararlı böcek ve akarlarla mücadele için çok elverişlidir. Kaldı ki şimdiye kadar üzerinde en çok durulan maddeler uçucu yağlar olup çoğunlukla anason, kimyon, çeşitli kekikler, ökaliptus, biberiye vb gibi insanlar tarafından değişik amaçlarla (eczacılıkta ve gıdalarda katkı olarak) zaten tüketilen bitkilerden elde edilmiştir. Bir çok araştırmacı tarafından bu gibi bitkilerden elde edilen uçucu yağların zararlılara karşı toksik, repellent (uzaklaştırıcı), gelişme ve çoğalmayı engelleyici etkiler gösterdiği ortaya konmuş bulunmaktadır (Mansour vd 1986, Stamopoulos 1988, Singh vd 1989, Shukla vd 1989, Shaaya vd 1991, Mwangi vd 1992, Schmitt 1994, Ndungu vd 1995, Saraç ve Tunç 1995a, Saraç ve Tunç 1995b, Shaaya vd 1997).

Ancak bitkilerden elde edilen uçucu yağlar tek bileşikten ibaret değildir. Bitkiler terpenoidler, alkaloidler, fenolik bileşikler, polyacethylenler, flavonoidler ve aminoasitler gibi sekonder metabolitler üretirler. Bölümümüzde daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan bitkisel uçucu yağların bir çok bileşenden meydana geldiği yurt dışında yaptırılan analizlerle tespit edilmiştir (Saraç ve Tunç 1995a, Tunç ve Şahinkaya 1998). Bu bileşenlerden hangisinin ya da hangilerinin zararlı böcek ve akarlarla karşı toksik, repellent, çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etki gösterdiği bu çalışma ile tespit

edilmeye çalışılmıştır. Biyolojik bakımdan aktif bileşenlerin belirlenmesi bu bitkilerden daha iyi yararlanma imkanını sağlayacak ve bu bileşenleri daha yüksek oranda içeren bitki tür ve çeşitlerinin kullanılmasının yolunu açmış olacaktır. Dünyada halen varlığı kabul edilen 250.000 bitki türünden sadece %10' unun kimyasal analizinin yapıldığı tahmin edildiğinden (Benner 1993) bu konuda daha bir çok çalışmanın yapılmasının gerektiği açıktır.



2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

McDonald vd (1970) *T. confusum* ve *Attagenus megatoma* (F.) erginlerine karşı 6 yeni bileşik test etmişler. Test edilen bu 6 bileşikten 4 tanesinin (ENT-27607, ENT-27608, ENT-27626 ve ENT-27474) her iki türe karşı direkt-kontakt toksisite gösterdiğini, bunlardan ENT-27626 ve ENT-27474' ün aynı zamanda *T. confusum*' a karşı repellent etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Shukla vd (1989) Y-tüp olfaktometre yardımıyla *Foeniculum vulgare* Mill. ve *Pimpinella anisum* L. uçucu yağları ile anethole' ün ambar zararlılarından *T. castaneum*' a karşı repellent etkilerini test etmişlerdir. Test edilen her 3 madde de *T. castaneum*' a karşı repellent etkiye sahip olup anethole en yüksek, *F. vulgare* uçucu yağı ise en düşük repellent etki gösteren madde olmuştur.

Dimetry vd (1990) *Abrus precatorius* L. bitkisinin tohumlarından izole ettikleri bazı bileşikler *Tetranychus urticae* Koch' nin dişileri ve yumurtalarına karşı test etmişler. Bu bileşiklerin (β -amyirin, coumarin) her ikisinin ve sterol ile yapılan karışımlarının *T. urticae*' nin ergin dişi ve yumurtalarına karşı toksik etkiye sahip olduklarını, fakat β -amyirin' in tek başına her iki gelişme dönemine karşı en yüksek toksisite gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca β -amyirin' in LC₂₅ konsantrasyonu ile spreylenen ergin dişilerin yumurta veriminde kontrol ile karşılaştırıldığında çok büyük azalmanın olduğunu, bırakılan yumurtaların canlılığında büyük düşüş olduğunu, fakat gelişme dönemlerinin süresinde bir değişikliğin olmadığını tespit etmişlerdir.

Hassanali vd (1990) *Ocimum suave* (Willd.) (Labiatae) ve *Eugenia caryophyllata* (Willd.) (Myrtaceae) bitkilerinden buharlı distilasyon yoluyla elde ettikleri uçucu yağların ve her iki uçucu yağın da ana bileşeni olan eugenol ve iki analogunu (methyl eugenol ve isoeugenol) ve potansiyel bir repellent madde olan ve üzerinde iyi çalışılmış DEET' i ticari firmalardan satın alarak Y-tüp olfaktometre yardımıyla *S. oryzae*' ye karşı repellent etkilerini test etmişlerdir. Testlerden elde ettikleri sonuçlara göre her iki bitkinin uçucu yağının ve eugenol' ün *S. oryzae*' ye karşı repellent etkiye sahip olduğunu, ancak eugenol' ün test edilen tüm maddeler içinde kullanıldığı bir çok dozda en yüksek repellent etkiye sahip olduğunu, hatta potansiyel bir repellent madde olarak bilinen DEET' den bile önemli ölçüde daha yüksek repellent aktivite gösterdiğini tespit

etmişlerdir. Eugenol' ün 2 analogu olan methyl eugenol ve isoeugenol' ün repellent aktivitelerinin ise çok düşük düzeyde kaldığını; içerisindeki eugenol' ün alındığı *O. suave* uçucu yağının repellent etkisinde büyük bir azalmanın olduğunu fakat repellentlik özelliğini tamamen kaybetmediğini bildirmişlerdir. Buradan *O. suave* ve *E. caryophyllata* bitkilerinin uçucu yağlarının repellentlik özelliğinin büyük ölçüde eugenol ana bileşeninden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Shaaya vd (1991) çeşitli baharat ve yabani bitkilerden ekstrakte ettikleri 28 uçucu yağ ve onların bazı ana bileşenlerinin fümigant toksisitesini ambar zararlılarından *Rhyzopertha dominica* (F.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst.) ve *S. oryzae*' nin erginlerine karşı test etmişler ve etki bakımından; 1)- Terpinen-4-ol ve 1,8-cineole bileşenleri; 3-loblu adaçayı, adaçayı, defne, biberiye ve lavanta çiçeği uçucu yağları *R. dominica*' ya en etkin; 2)- Linalool, α -terpineol ve carvacrol bileşenleri; kekik, fesleğen, mercanköşk otu ve karabaş kekik uçucu yağları *O. surinamensis*' e en etkin; 3)- 1,8 cineole bileşeni; anason ve nane uçucu yağları *T. castaneum*' a karşı en etkin şekilde 3 gruba ayırmışlardır.

Mwangi vd (1992) standart repellent bir madde olan N,N-dietyloluamide (DEET)' i mukayese kabul ederek Kenya' daki *Lippia* (Verbenaceae) türlerinin uçucu yağlarının *Sitophilus zeamais* Motsch' a karşı repellent ve sivri sinek [*Aedes aegypti* (L.)] larvalarına karşı da larvisid özelliklerini test etmişlerdir. Bunlardan ana bileşenleri içinde thymol ve *p*-cymene olan *L. grandifolia* Hochst ile ana bileşenleri içinde 1,8-cineole ve *p*-cymene bulunan *L. somalensis* Vatke ve *L. ukambensis* Vatke camphor kemotipinin uçucu yağlarının kullanıldıkları 2.5 μ l' lik dozda DEET' den 1.5 kat daha fazla repellent etki gösterdiklerini, DEET' in aynı repellent etkiyi ancak 5.0 μ l' lik dozda gösterebildiğini bildirmişlerdir. Sivri sinek larvalarına etkileri bakımından uçucu yağ bileşenlerinin en etkiliden daha aza doğru *p*-cymene>ocimene>limonene>thymol> α -pinene>linalool>camphor>piperitone>1,8-cineole şeklinde bir sıra oluşturduklarını bildirmişlerdir.

Shaaya vd (1993) bir kaç uçucu yağ ve onların bileşenleriyle yaptıkları testlerde karabaş kekik ve kekik uçucu yağıyla onların bileşenleri olan thymol ve carvacrol' ün ambar zararlılarından *T. confusum*, *R. dominica* ve *Ephestia cautella* (Wlk.)' nin

yumurta ve erginlerine karşı fümigant etki gösterdiklerini, elde edilen sonuçlara göre *T. confusum* erginlerinin test edilen tüm uçucu yağ ve bileşenlere karşı en az duyarlı dönem olduğunu saptamışlardır.

Alonso-Amelot vd (1994) α - and β -Pinene, eugenol, kaurenic asit, sparteine, *Minthostachis mollis* ve *Melaleuca quinquenervia* uçucu yağları ile *Sapindus saponaria* ekstraktlarını un ve maya karışımından oluşan besin ortamına ekleyerek *T. castaneum*' a karşı beslenmeyi engelleyici ve beslenmeyi teşvik edici etkilerini test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre eugenol ve α -Pinene' in kuvvetli beslenmeyi engelleyici, *S. saponaria* ekstraktlarının ise beslenmeyi teşvik edici etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Rice ve Coats (1994) insektisid özelliğe sahip bir takım monoterpenoid türevinin *Musca domestica* (L.), *T. castaneum* ve *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber' ye karşı topikal, fümigant, ovisidal ve larvisidal etkilerini test etmişlerdir. *M. domestica* erginlerine karşı topikal, yumurtalarına karşı ovisidal, *T. castaneum* erginlerine karşı ise fümigant etki testlerinde keton grubuna dahil monoterpenoidlerin (menthone, pulegone, carvone, thujone, fenchone ve verbenone) alkol grubuna dahil olanlar [carvacrol, (-) carveol, 4-carvomenthenol, geraniol, linalool, menthol terpineol, thymol, verbenol]' a göre daha etkin olduklarını bildirmişlerdir. Topikal ve ovisidal testlerde alkol grubu içerisinde aromatik (carvacrol, 4-carvomenthenol, terpineol ve thymol) ve acyclic (geraniol ve linalool) alkollerin monocyclic (menthol) ve bicyclic [(-)carveol ve verbenol] alkollerden daha etkili olduğunu; fümigant testlerde de keton grubu içinde bicyclic ketonların (fenchone, thujone ve verbenone) monocyclic ketonlardan (carvone, menthone ve pulegone) daha etkin olduklarını belirtmişlerdir. Ancak testlerde standart olarak kullandıkları dichlorvos' un test edilen çoğu monoterpenoid türevinden daha fazla fümigant aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Schmidt ve Strelake (1994) Afrika' da hasat edilen mısırlarda önemli bir zararlı olan *P. truncatus* ile mücadelede *Acorus calamus* (L.) uçucu yağı ve onun etkin bileşeni olan β -asarone' un toksik ve sterilant etkiye sahip olduğunu, ürünün β -asarone buharlarıyla muamelesinden sonra 21-42 gün bulaşmalardan korunduğunu, yalnız burada sıcaklığın çok önemli olduğunu ve 30 °C' nin altına düşmemesi gerektiğini bildirmekteyler.

Ndungu vd (1995) *Cleome monophylla* (Capparidacea) çalısının uçucu yağı ve onun tanımlanan 14 bileşenini Y-tüp olfaktometre yardımıyla *S. zeamais*' a karşı repellent etki testlerinde kullanmışlardır. Test sonuçlarına göre bu 14 bileşenden en etkili olanları sırasıyla 1- α -terpeneol ve 2-dodecanone olmuştur.

Perrucci (1995) 2 farklı lavanta bitkisi (*Lavandula angustifolia* Miller ve *L. stoechas* L.), nane (*Mentha piperita* L.) ve ökaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) uçucu yağları ile bunların ana bileşenleri olan linalool, linalyl acetate, fenchone, menthone, menthol ve eucalyptol' ü akarisidal etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar şartlarında ambar zararlısı bir akar olan *Tyrophagus longior* Gervais' a karşı test etmiştir. Testlerde 2 farklı prosedür izlemiş, bunlar; direkt kontakt toksisite ve fümigant toksisitedir. En yüksek dozlarda 2 lavanta bitkisi ve nane uçucu yağlarının hem kontakt hem de solunum yoluyla %100 ölüme neden olduğunu, eucalyptus yağının ise en düşük etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinden menthol' ün direkt kontakt toksisite yoluyla en düşük doz olan 0.25 μ l' de, solunum yoluyla da 6 μ l' de %100 ölüm meydana getirdiğini; linalool, fenchone ve menthone' un iyi birer akarisidal etki gösterdiklerini ancak eucalyptol' ün ökaliptus uçucu yağında olduğu gibi hem kontakt hem de fümigant olarak en az etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.

Regnault-Roger ve Hamraoui (1995) bir takım monoterpenler (*p*-cymene, alpha-pinene, camphor, linalool, terpineol, cuminaldehyde, cinnamaldehyde, anethole, carvacrol, thymol, estragole ve eugenol)' in önemli bir ambar zararlısı olan *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera) üzerindeki fümigant, gelişme ve çoğalmayı engelleyici etkilerini araştırmışlardır. Bu monoterpenlerin tümünün *A. obtectus*' a karşı değişik oranlarda fümigant etki gösterdiğini, gelişme ve çoğalmasını engellediğini; bunlardan carvacrol, thymol, eugenol, linalool ve terpineol' ün her iki etki bakımından da diğer monoterpenlerden daha yüksek bir aktiviteye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Saraç ve Tunç (1995a) *Pimpinella anisum* L., *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Thymbra spicata* L. var. *spicata* ve *Satureja thymbra* L. bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların fümigant etkisini ambar zararlılarından *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae* ve *Ephestia kuehniella* Zeller' ya karşı test etmişlerdir. *P. anisum* uçucu yağının *T. confusum* ve *S. oryzae* erginlerinde ve *E. kuehniella*' nın son dönem larvalarında

diğer yağlardan daha kısa sürelerde %95 ölüm sağlayabildiğini, *E. camaldulensis* uçucu yağının tüm böcek türlerinde yüksek ölüme neden olduğunu, *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının sadece *S. oryzae* ve *E. kuehniella*'ya karşı yüksek toksisite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yurtdışında (Institute for Plant Pathology and Plant Protection of the Georg-August-University, Göttingen, Germany) yaptıkları analizlerde testlerde kullandıkları *P. anisum* uçucu yağının ana bileşeninin anethole, *E. camaldulensis* uçucu yağının ana bileşeninin 1,8-cineole; *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının ana bileşenlerinin ise sırasıyla carvacrol, *p*-cymene, γ -terpinene ve thymol olduğunu bildirmişlerdir.

Saraç ve Tunç (1995b) yukarıda sözü edilen uçucu yağların kalıntı toksisitesi ve repellentlik özelliklerini test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre sadece *P. anisum* uçucu yağının 5 günlük uygulamadan sonra *T. confusum* erginlerine karşı yüksek bir kalıntı toksisitesi (%95' in üzerinde ölüm) gösterdiğini; tüm uçucu yağların *S. oryzae* erginlerine karşı besin tercih testlerinde repellent etkiye sahip olduğunu, ancak *P. anisum* uçucu yağının en yüksek repellent etkiye sahip olduğunu bunu sırasıyla *E. camaldulensis*, *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının izlediğini bildirmişlerdir.

Tsao vd (1995) aromatik (fenolik) bir monoterpenoid olan carvacrol' ün fümigant etki testlerinde ev sineği (*Musca domestica*) ve ambar zararlılarından *Oryzaephilus surinamensis* erginlerine karşı hayli yüksek toksisite gösterdiğini, fakat *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* ve Alman hamam böceği (*Blatella germanica* L.) erginlerine karşı az ya da hiçbir toksik etki göstermediğini, benzer fenolik bir monoterpenoid olan thymol' ün ise bu böceklere karşı carvacrol' dekinden daha düşük bir fümigant toksisite gösterdiğini bildirmişlerdir. Mısır kök kurdu (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) larvalarına karşı yapılan toprak uygulamalarında thymol' ün carvacrol' den daha yüksek bir larvisidal aktivite gösterdiğini, yeni bırakılmış ev sineği yumurtalarına karşı yapılan ovisidal testlerde ise carvacrol' ün menthol' den daha yüksek yumurta açılımını engelleyici aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Gengaihi vd (1996) buharlı distilasyon yoluyla elde ettikleri kekik uçucu yağının ve ticari firmalardan satın aldıkları onun ana bileşenlerinden thymol' ün *Tetranychus*

urticae' ye karşı biyolojik aktivitesini (kontakt toksisite) test etmişlerdir. Thymol' ün uygulandığı tüm dozlarda (%0.0625-1) *T. urticae* ergin dişilerinin yumurta verimine etki bakımından kekik uçucu yağdan daha etkin olduğunu ve ovipozisyon engelleme indeksi (O.E.İ.)' nin %100, kekik uçucu yağının ise aynı dozlarda %80.11-100' lük O.E.İ. değerleriyle ancak en yüksek dozda %100 engelleme sağlayabildiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca her iki maddenin de toksisite testlerinde yüksek konsantrasyonlarda %100 ölüm meydana getirdiğini fakat düşük konsantrasyonlarda thymol' ün kekik uçucu yağdan daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Ho vd (1997) *Illicium verum* Hook F. (yıldız anason) bitkisinin uçucu yağının ana bileşeni olan anethole' ün iki ambar zararlısı *Tribolium castaneum* ve *Sitophilus zeamais*' in değişik dönemlerine karşı fümigant ve repellent etkisini test etmişler, test sonuçlarına göre *T. castaneum* erginlerinin fümigant toksisite bakımından en hassas dönem, *T. castaneum* yumurtalarının ise kontakt toksisite bakımından en hassas dönem olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yaptıkları repellent etki testlerinde anethole' ün her iki türün erginlerine karşı çok zayıf repellent etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Hori ve Komatsu (1997) biberiye (rosemary) uçucu yağının ve onun 13 bileşeninin soğan afidi *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae)' ya karşı repellent (uzaklaştırıcı) etkilerini test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre biberiye uçucu yağının afidlere karşı tercih ettikleri konukçuları olan *Allium fistulosum* L. ve *A. tuberosum* L. üzerinde bulunmaları durumunda bile son derece repellent etkiye sahip olduğunu; biberiye uçucu yağı içinde bulunan 1,8-cineole, *d,l*-camphor, α -pinene, borneol, bornyl acetate ve α -terpineol' ün repellent etki gösterdiklerini, ancak diğer bileşenler olan (+)-camphene, *p*-cymene, *d*-(+)-limonene, linalool, myrcene, β -pinene ve (-)-*trans*-caryophyllene' in hiçbir repellent etki göstermediğini tespit etmişlerdir. Biberiye uçucu yağının repellent özelliğinin içerisindeki ana bileşeni olan ve %48 oranında bulunan 1,8-cineole' den kaynaklandığını, çünkü biberiye uçucu yağının ana bileşenleriyle yapılan repellentlik testlerinde en yüksek repellent etkiye sahip bileşenin 1,8-cineole olduğunu bildirmişlerdir. Hatta afidin tercih ettiği konukçulardan olan ve kokusu afidler için çekici olan *A. tuberosum* bitkisinin uçucu yağıyla 1,8-cineole karışımının bile oldukça yüksek repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Lee vd (1997) *Thujopsis dolabrata* (L.) Sieb. & Zucc. var. *hondai* (Family: Cupressaceae) bıçkı tozlarından elde edilen carvacrol' ün filtre kağıdına emdirme yöntemiyle *Thecodiplosis japonensis* Uchida & Inouye (Diptera: Cecidomyiidae) larvalarına karşı β - thujaplicine, cedrol, α - terpinol, thujone ve thymol' den daha toksik olduğunu, tarla denemelerinde carvacrol ve phosphamidon karışımının (0.15+0.15 ml) phosphamidon ve carvacrol' ün ayrı ayrı kullanımlarından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Carvacrol-phosphamidon karışımındaki toksisite artışının carvacrol' ün sinerjistik etkiye sahip olduğunu bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Lee vd (1997) doğal olarak bulunan 34 monoterpenoidin akut toksisitelerini topikal aplikasyon, yaprak daldırma, toprak biyoesseyi ve serada parsel yöntemiyle 3 önemli arthropod olan mısır kök kurdu (*Diabrotica virgifera virgifera*) larvalarına, iki benekli kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) ve ev sineği (*Musca domestica*) erginlerine karşı test etmişler. Bunlardan Citronellol ve thymol' ün topikal aplikasyon ile ev sineklerine en toksik; citronellol ve thujone' un mısır kök kurdu larvalarına en toksik bileşenler olduğunu tespit etmişlerdir. Bir çok monoterpenoidin *T. urticae*' ye karşı yüksek konsantrasyonlarda toksik olduğunu, özellikle carvomenthenol ve terpinen-4-ol' ün son derece etkili olduğunu saptamışlardır. Bazı monoterpenoidlerin serada parsel testlerinde mısır kök kurdu larvalarına karşı etkili koruma sağladığını özellikle α -terpineol' ün en etkili bileşen olduğunu tespit etmişlerdir. Kullanılan monoterpenoidlerin fitotoksitesisi mısır bitkisinin kök ve yapraklarına karşı test edilmiş, bunlardan bazılarının fitotoksitesite gösterdiğini özellikle *l*-Carvone' nun en fitotoksik, pulegone' un ise en güvenli olduğunu bildirmişlerdir.

Obeng-Ofori vd (1997) 1,8-cineole, eugenol ve camphor' un ambar zararlılarından *S. granarius*, *S. zeamais*, *T. castaneum*, *Prostephanus truncatus* (Horn), *Lasioderma serricornis* (F.) ve *Stegobium paniceum* (L.)' a karşı toksik ve repellent etkilerini test etmişlerdir. Bu bileşenlerden her birinin filtre kağıdına emdirerek, topikal olarak ve ürünün bu bileşenlerle muamelesi yoluyla test edilen tüm böceklere karşı oldukça toksik olduğunu ancak uçucu yağ bileşenleriyle ürün muamelesinin filtre kağıdına emdirme yönteminden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yalnız ürünün uçucu yağ bileşenleriyle muamelesi yoluyla korunmasının depolama süresinin uzunluğuna bağlı olduğunu, etkinin depolama süresi uzadıkça azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca uçucu

yağ bileşenlerinin en düşük dozları (1,8-cineole ve eugenol için 0.5 µl/kg; camphor için 0.5 mg/kg) kullanılarak muamele edilen içerisinde yumurta ve olgunlaşmamış dönemlerin bulunduğu buğday tanelerinin hiç birinden *S. granarius*, *S. zeamais* ve *P. truncatus* ergin çıkışının olmadığını saptamışlardır. Bölge tercih yöntemini kullanarak petri kaplarında kurdukları repellentlik testlerinde eugenol' ün %80-100 arası oranlarla en yüksek repellent etkiye, 1,8-cineole' ün ise en düşük etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu bileşenlerin yerel olarak çıkarılmış büyük Hindistan cevizi yağı, rafine edilmiş ayçiçek, susam ve hardal yağlarıyla farklı dozlardaki karışımlarının toksisiteyi arttırdığını, bu karışımlarla muamele edilen ürüne depo şartlarında 90 gün boyunca bulaşmaların olmadığını bildirmişlerdir.

Obeng-Ofori vd (1997) *Ocimum kenyense* (Ayobangira) bitkisinin uçucu yağının ana bileşeni olan 1,8-cineole' ün ambar zararlılarından *S. granarius*, *S. zeamais*, *T. castaneum* ve *P. truncatus*' a karşı repellent ve kontakt toksisitesini test etmişlerdir. Kontakt toksisitede 1,8-cineole' ü topikal, filtre kağıdına emdirerek ve ürün muamelesi şeklinde uygulamışlar, elde edilen sonuçlara göre 1,8-cineole' ün ürün muamelesi şeklinde uygulanmasının daha toksik olduğunu tane içerisindeki yumurta, larva ve pupaların çıkışının tamamen engellendiğini, repellent etki bakımından *S. granarius* ve *S. zeamais*' a kuvvetli, *T. castaneum* ve *P. truncatus*' a karşı ise orta düzeyde repellent etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Tunç ve Şahinkaya (1998) *Cuminum cyminum* L. *Pimpinella anisum* L. *Origanum syriacum* var *bevanii* (Holmes) Ietswaart *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların fümigant etkisini önemli sera zararlılarından *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) ve *Aphis gossypii* Glov.' ye karşı test etmişlerdir. Tüm uçucu yağların her iki türe karşı da toksik olduğunu, ancak LT₅₀ ve LT₉₉ değerleri dikkate alındığında etkinlik sırasının *C. cyminum*>*P. anisum*>*O. syriacum* var. *bevanii*>*E. camaldulensis* şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. *C. cyminum*, *P. anisum* ve *E. camaldulensis* uçucu yağlarının *A. gossypii*' ye karşı *T. cinnabarinus*' dan daha toksik olduğunu, fakat *O. syriacum* var. *bevanii* uçucu yağının ise *T. cinnabarinus*' a karşı diğer uçucu yağlardan daha yüksek bir etkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca yurtdışında yaptıkları analizlerde *C. cyminum* uçucu yağının ana bileşenlerinin (bulunuş miktarına göre) anethole, pulegone ve carvacrol; *O. syriacum* var *bevanii*

uçuucu yağıının ana bileşenlerinin ise carvacrol, anethole ve pulegone olduğunu bildirmişlerdir.

Tunç vd (2000) *Pimpinella anisum*, *Cuminum cymimum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum syriacum* var *bevanii* ve *Rosmarinus officinalis* bitkilerinden buharlı distilasyon yoluyla elde ettikleri uçucu yağların ovisidal etkisini ambar zararlılarından *Tribolium confusum* ve *Ephestia kuehniella*' ya karşı test etmişlerdir. Bunlardan *P. anisum* ve *C. cymimum* uçucu yağının her iki türde de %100; *O. syriacum* var *bevanii* uçucu yağının *T. confusum* ve *E. kuehniella* yumurtalarında sırasıyla %77 ve %89 ölüme yol açtığını; *E. camaldulensis* ve *R. officinalis* uçucu yağlarının sırasıyla ancak %45 ve %65 oranında ölüm meydana getirebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca uçucu yağ buharlarına hassasiyet bakımından *E. kuehniella*' nın *T. confusum*' dan daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

Denemelerde materyal olarak bazı ambar zararlısı böcekler ile sera zararlısı akar ve böceklerin yanı sıra 8 farklı uçucu yağ bileşeni kullanılmıştır.

3.1. Denemelerde Kullanılan Ambar Zararlısı Böcekler

Denemelerde ambar zararlısı olarak 3 tür kullanılmıştır. Bunlar; *Tribolium confusum* du Val, *Sitophilus oryzae* L. ve *Ephestia kuehniella* Zeller' dir.

Kullanılan ambar zararlısı böcekler Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü böcek kültüründen temin edilmiştir. Böcek kültürleri 26 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 5 oransal neme sahip karanlık iklim odasında yetiştirilmiştir.

3.1.1. *T. confusum*' un yetiştirilmesi

T. confusum' un yetiştirilmesine yumurta ile başlanmıştır. Ortası tülbent kaplı kapaklara sahip 1 l' lik cam kavanozlar kullanılmıştır. Kavanozların 1/3' ünü dolduracak şekilde temiz un konulmuş ve üzerine buldukları besin ortamından değişik çaptaki ayırma elekleri (14 mesh=1.40 mm ve 20 mesh=0.850 mm) ile ayrılmış yaklaşık 500 adet ergin böcek bırakılmıştır. Üç gün sonra değişik gözenek aralıklarına sahip elekler (14 mesh=1.40 mm , 20 mesh=0.850 mm, 25 mesh=0.710, 40 mesh=0.425 ve 60 mesh=0.25 mm) kullanılarak 40 ve 60 mesh' lik eleklerde toplanan 0-72 saatlik yumurtalar içerisinde un, kepek ve maya (pakmaya) karışımından oluşan gıda ortamının bulunduğu ortası tülbent kaplı kapaklara sahip cam kavanozlara ekilmiştir. Bundan yaklaşık 40-45 gün sonra ilk ergin çıkışları gözlenmiş ve kaydedilmiştir. Denemelerde 0-14 günlük genç erginler ve 0-24 saatlik yumurtalar kullanılmıştır.

3.1.2. *S. oryzae*' nin yetiştirilmesi

S. oryzae' nin yetiştirilmesine *T. confusum*' da olduğu gibi yine yumurta ile başlanmıştır ve ortası tülbent kaplı kapaklara sahip 1 l' lik cam kavanozlar kullanılmıştır. Kavanozun 1/3' lük bölümünü dolduracak şekilde 80 °C' de 1 gün süreyle etüvde tutularak steril edilmiş buğday üzerine 20 ve 25 mesh' lik elekler kullanılarak buldukları besin ortamından ayrılan yaklaşık 500 kadar ergin böcek bırakılmış; 4-5

gün sonra ergin böcekler yine aynı elekler kullanılarak ayrılmış, geriye kalan yumurtalı buğdaydan 35-40 gün sonra yeni ergin çıkışları gözlenerek kaydedilmiştir. Denemelerde 0-14 günlük genç erginler kullanılmıştır.

3.1.3. *E. kuehniella*' nın yetiştirilmesi

E. kuehniella' nın yetiştirilmesine yumurta ile başlanmıştır. Yumurta elde etmek için plastik bir küvet içerisine ters çevrilerek yerleştirilmiş 20 mesh' lik elek üzerine vakum pompasıyla toplanmış ve CO₂ kullanılarak geçici olarak bayıltılmış kelebekler konup üzerine orta kısmında nemli pamuğun bulunduğu cam fanus kapatılmıştır. Elde edilen 0-72 saatlik yumurtalar 1/3' lük bölümünü dolduracak şekilde içerisinde besi ortamı olarak buğday ezmesinin bulunduğu ortası tülbentle kaplı kapaklara sahip 1 l' lik cam kavanozlara ekilmiştir. Yaklaşık 30-35 gün sonra kelebek çıkışı gözlenmiştir. Denemelerde 13-16 günlük larvalar ve 0-24 saatlik yumurtalar kullanılmıştır.

3.2. Denemelerde Kullanılan Sera Zararlıları

Denemelerde kullanılan sera zararlıları; kırmızı örümcek *Tetranychus cinnabarinus* Boisd., afid *Aphis gossypii* Glover ve thrips *Frankliniella occidentalis* Pergande' dir. *T. cinnabarinus* ve *F. occidentalis* Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki koruma Bölümü kültüründen temin edilmiştir. *A. gossypii* ise Manavgat' tan pamuktan toplanıp bölümde kültüre alınmıştır.

3.2.1. *T. cinnabarinus*' un yetiştirilmesi

T. cinnabarinus 26±1 °C sıcaklığa, %60±5 nispi neme ve 14 saatlik ışıklandırma periyoduna sahip iklim odasında 8 cm çapındaki plastik saksılarda yetiştirilen taze börülce (*Vigna cinensis* (L.) Savi) bitkileri üzerinde yetiştirilmiştir. Kültürün idamesi için her hafta bir kaç saksı taze börülce bitkisi ilave edilmiştir. Denemelerde dişi erginler ve 0-24 saatlik yumurtalar kullanılmıştır.

3.2.2. *A. gossypii*' nin yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan *A. gossypii* 31.08.1998 tarihinde Manavgat' tan pamuktan alınıp kırmızı örümcekte olduğu gibi yine aynı şartlarda yetiştirilen taze pamuk

(*Gossypium hirsutum* L.) bitkileri üzerinde özel olarak hazırlanmış tül kafesler içinde kültüre alınmıştır. Kültürün devamı için 2 haftalık aralarla bir kaç saksı taze pamuk bitkisi ilave edilmiştir. Denemelerde kanatsız ergin dişiler kullanılmıştır.

3.2.3. *F. occidentalis*' in yetiştirilmesi

F. occidentalis kırmızı örümcek ve afid populasyonlarında olduğu gibi aynı şartlara sahip iklim odasında sık dokunmuş çift katlı tül kafesler içerisinde taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkileri üzerinde yetiştirilmiştir. Kültürün idamesi için 1 haftalık periyotlarla zararlıların yetiştirildiği ortamla aynı şartlara sahip temiz bitki odasında yetiştirilen taze fasulye bitkisi ilave edilmiştir. Denemelerde olgun larvalar kullanılmıştır.

3.3. Uçucu Yağ Bileşenleri

Denemelerde kullanılan uçucu yağ bileşenleri; anethole, carvacrol, 1,8-cineole (=Eucalyptol), *p*-cymene, menthol, γ -terpinene, terpinen-4-ol ve thymol' dür. Bu bileşenler ticari firmalardan satın alınmıştır. Üzerindeki etiketlerde belirtilen talimatlara uygun olarak bunlardan bazıları buzdolabında, bazıları ise oda şartlarında ve ışık almayan bir yerde muhafaza edilmiştir. Testlerde kullanılan uçucu yağ bileşenlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri şöyledir;

Anethole: trans-Anethole (1-Methoxy-4-[1-propenyl]benzene) adı ile Sigma tarafından A-8639 seri numarasıyla üretilmiş olup sıvı haldedir. Işığa duyarlıdır ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Kapalı formülü $C_{10}H_{12}O$, d: 0.98 g/ml, FW: 148.2 ve %99 saflıktadır.

Carvacrol: Testlerde kullanılan carvacrol Fluka tarafından 22051 seri numarasıyla üretilmiş olup %97 saflıkta ve sıvı haldedir. Kapalı formülü $C_{10}H_{14}O$, d: 0.976, mp: 2 °C, bp: 234-236 °C, flpt: 106 °C' dir.

1,8-cineole (=Eucalyptol): %99 saflıkta ve sıvı halde olup Sigma tarafından C-8144 seri numarasıyla üretilmiştir. Yanıcı bir maddedir. Oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Kapalı formülü $C_{10}H_{18}O$, d: 0.92 g/ml ve FW: 154.3' dür.

p-cymene: Aldrich tarafından C12,145-2 seri numarasıyla üretilmiş olup %99 saflıktadır. Yanıcı bir sıvıdır. Kapalı formülü $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}(\text{CH}_3)_2$, d: 0.860 g/ml, FW: 134.22 ve bp: 176-178 °C' dir.

Menthol: Testlerde kullanılan menthol Riedel-de Haën tarafından 15785 seri numarasıyla üretilmiştir ve kristal haldedir. Kapalı formülü $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$, mp: 41-44 °C, M: 156.27 g/mol ve %99.5 saflıktadır. Yüksek ateş alma özelliğine sahiptir. Havalandırılması iyi olan yerlerde muhafaza edilmiştir.

γ -terpinene: Sigma tarafından T-2134 seri numarasıyla üretilen γ -terpinene %97 saflıkta olup sıvı haldedir. d: 0.85 g/ml, FW: 136.2, kapalı formülü $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$, açık formülü 1-Isopropyl-4-methyl-1,4-cyclohexadiene' dir. γ -terpinene 2-8 °C arasındaki sıcaklıklarda muhafaza edilmiştir.

Terpinen-4-ol: Testlerde kullanılan terpinen-4-ol Aldrich tarafından 21,838-3 seri numarasıyla (+)-terpinen-4-ol adı altında üretilmiştir. Sıvı haldedir. Kapalı formülü $\text{CH}_3\text{CHOH}(\text{CH}_3)_2$, d: 0.933, FW: 154.25 olup 29 °C' de muhafaza edilmiştir. Ateş alıcı özelliğe sahiptir.

Thymol: Merck tarafından 8167.0100 seri numarasıyla üretilen thymol kristal haldedir. Kapalı formülü $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$ olan thymol %99 saflıktadır. M: 150.22 olup serin yerde muhafaza edilmiştir.

3.3.1. Uçucu yağ bileşenlerinin ambar zararlılarına olan etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağ bileşenlerinin ambar zararlılarına karşı biyolojik aktivitesi iki şekilde test edilmiştir. İlk olarak *T. confusum* ergin ve yumurtaları, *S. oryzae* erginleri ve *E. kuehniella* larva ve yumurtalarına karşı fümigant; ikinci olarak da *T. confusum* ergin dişileri kullanılarak repellent etkileri test edilmiştir.

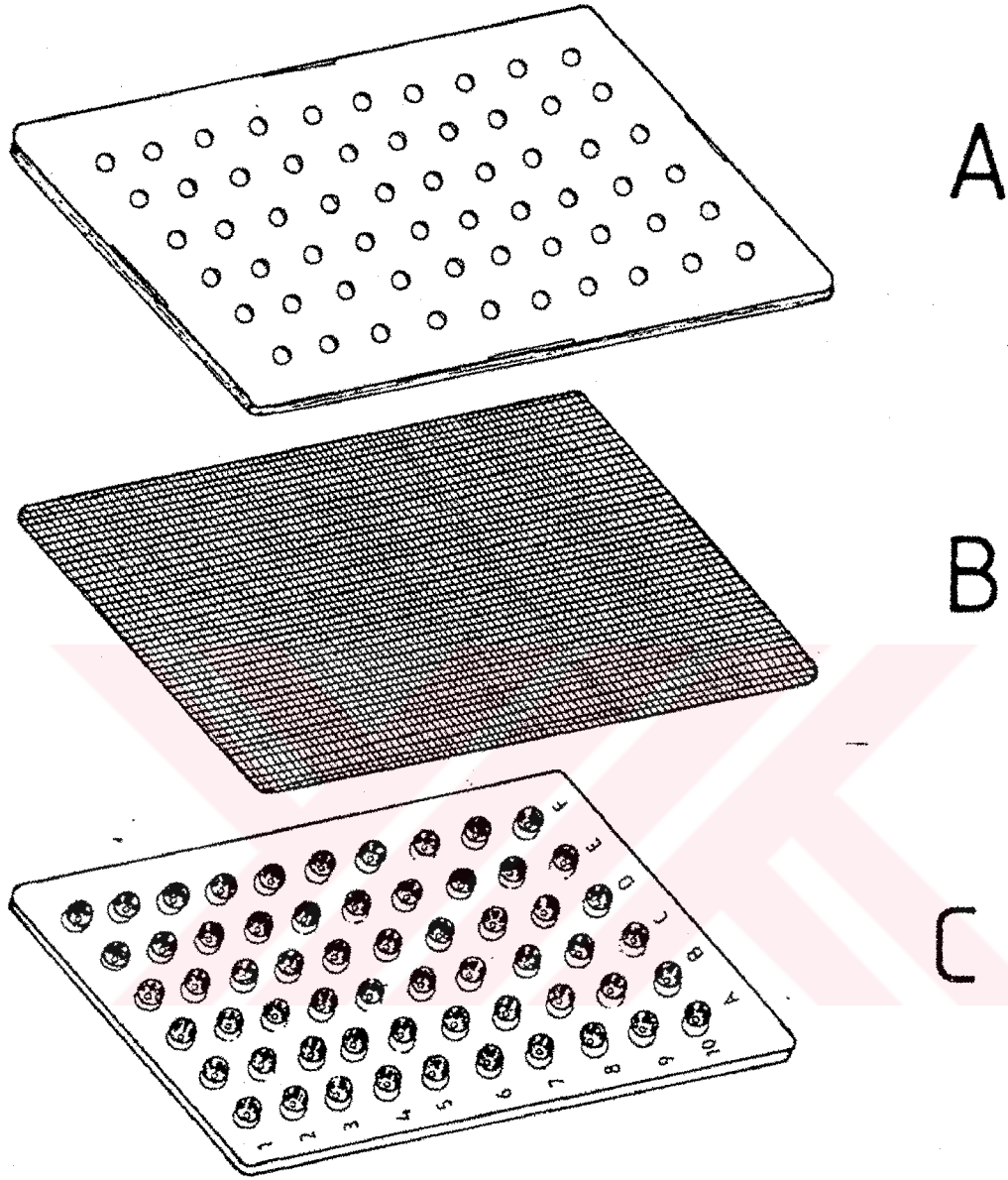
3.3.1.1. Fümigant etki testleri

Uçucu yağ bileşenlerinin ambar zararlılarına karşı fümigant etkilerinin saptanmasında 26 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 5 nispi neme sahip karanlık iklim odası kullanılmıştır.

Fümigant etkinin saptanması Tunç vd (1997) tarafından kullanılan yöntemle benzer şekilde yapılmıştır. *T. confusum* ve *S. oryzae*' nin 0-14 günlük genç erginleri ve *E. kuehniella*' nin 13-16 günlük larvaları içerisinde yaklaşık 3 g besin ortamı (*T. confusum* erginleri için un, kepek ve pakmayadan oluşan karışım; *S. oryzae* erginleri için temiz steril buğday ve *E. kuehniella* larvaları için buğday ezmesi) bulunan küçük tül torbalara her tekerrür için 20 adet olacak şekilde yumuşak pens vasıtasıyla yerleştirilip ağızları ataçla sıkıca kapatıldıktan sonra 650 ml' lik vidalı kapaklı cam kavanozlarda farklı doz ve sürelerle maruz bırakılmıştır. Uygulama sürelerinin sonunda kavanoz kapakları açılarak içerisinde test böceklerinin bulunduğu tül torbalar kavanozlardan alınmıştır. *T. confusum* ve *E. kuehniella*' nin 0-24 saatlik yumurtaları Tunç vd (1997) tarafından kullanılan üzerinde 60 adet çukurcuğun bulunduğu ve bu iş için uygun değişiklikler yapılmış plastik klonlama pleytlerine yerleştirilerek uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır (Şekil 3.1).

Klonlama pleytlere, üzerinde 4 mm çapında ve 3 mm derinliğinde çukurcuklar bulunan bir alt pleyt (5.6 x 8.2 cm) ve bu çukurcukların üzerine isabet eden noktalarında matkapla 3 mm çapında delik açtığımız bir üst pleyt (5.9 x 8.4 cm)' den oluşmaktadır. İki pleyt arasına serigrafik bez (100 mesh) yerleştirilerek iki tarafından lastik bantla bastırılmıştır. Böylece bir taraftan yumurtaların bulunduğu çukurcuğa hava giriş-çıkışı sağlanırken bir taraftan da inficar eden larvaların henüz açılmamış yumurtaları yemesi engellenmiştir. Üzerinde 60 adet çukurcuğun bulunduğu test pleytlerinde her çukurcuğa ince uçlu (00 numara) fırça yardımıyla bir yumurta bırakılmış ve 20 yumurta bir tekerrür sayılmıştır. Hazırlanan yumurtalı pleytlere 650 ml' lik cam kavanozlara çapraz pozisyonda yerleştirilerek uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır. Uygulama sürelerinin sonunda yumurtaların bulunduğu pleytlere kavanozlardan alınmıştır. Denemeler her doz ve süre için 3 tekerrürlü olarak tertip edilmiş ve iki kez tekrarlanmıştır. Denemelerde 24, 48 ve 96 saatlik uygulama süreleri kullanılmıştır.

Uçucu yağ bileşenleri aseton ile seyreltilerek 200 µl' lik çözelti içerisinde 15, 30, 60 ve 120 mg madde olacak şekilde 4 farklı doz halinde 650 ml hacimli kavanozlarda kullanılmıştır. Bu miktarlar 23.1, 46.2, 92.4 ve 184.8 mg madde/l hava dozlarına karşılık gelmektedir. Kontrol dozu olarak 200 µl aseton (Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan uygulama dozları ve kontrol dozu kavanoz kapaklarının alt yüzüne bantla



Şekil 3.1. Uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılan *T. confusum* ve *E. kuehniella*' nin 0-24 saatlik yumurtalarının yerleştirildikleri test pleytleri. A, üst pleyt; B, serigrafik bez; C, alt pleyt (Tunç vd, 1997' den).

yapıştırılmış 3x8 cm boyutundaki kurutma kağıtlarına mikropipet vasıtasıyla emdirilerek uygulanmıştır. Her bileşen için önce en yüksek dozun (120 mg madde) 2000 μ l' lik stok çözeltisi hazırlanıp diğer dozlar için aseton ile yarı yarıya seyreltmeler yapılmıştır. Asetonun böceklerin tüm gelişme dönemlerine karşı buhar etkisinin

bilinmesinden dolayı (Tunç vd 1997) muamele dozlarının seyreltilmesinde ve kontrollerde kullanılan asetonun uçması için kapaklar bir süre (14-22 sn) beklendikten sonra kapatılmıştır. %100 ölümün daha düşük dozlarda meydana geldiği durumlarda dozlarda indirim yapılmıştır. Tüm denemeler böcek kültürlerinin yetiştirildiği aynı şartlarda yürütülmüştür.

Sayımlar *T. confusum* ve *S. oryzae* erginleri ile *E. kuehniella* larvaları için uygulama süresinin bitiminden 3 gün, *E. kuehniella* yumurtaları için 5 gün, *T. confusum* yumurtaları için ise 7 gün sonra yapılmıştır.

3.3.1.2. Repellent (uzaklaştırıcı) etki testleri

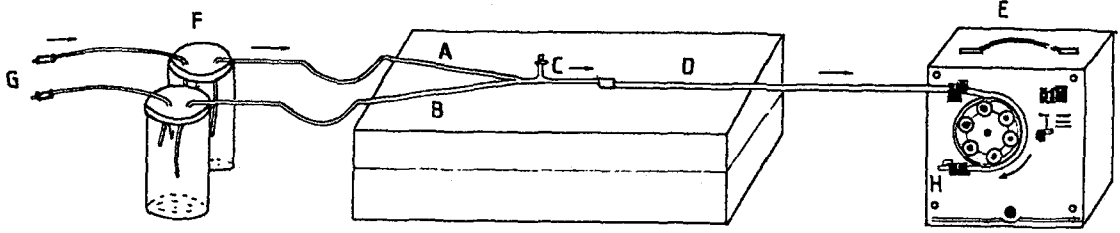
Repellent etki testleri ambar zararlılarının yetiştirildiği 26 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 5 oransal neme sahip iklim odasında 135 lük floresans ışık altında yürütülmüştür. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* erginlerine repellent etkisinde dişiler kullanılmıştır. Yapılan ön denemelerde erkekler ve dişiler ayrı ayrı test edilmiş, fakat aralarında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Yumurta bırakma ve sonraki generasyonların meydana gelmesinde dişi böceklerin rolü dikkate alınarak dişi bireyler tercih edilmiştir. Ayrıca feromonların muhtemel etkisi ortadan kaldırılmıştır.

Repellent etki testlerinde her maddenin *T. confusum* erginlerine karşı fümigant etki testlerinde uygulanan dozları kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin belirtilen dozlarda 1, 2, 4 ve 8 hafta sonraki repellent etkileri test edilmiştir.

Fümigant etki testlerinde kullanılan 650 ml' lik cam kavanozların kapaklarının iki farklı yerine repellent etki testlerinde kullanılan Y-tüp olfaktometre' nin bir ucundan gelen silikon borunun, diğerine ise ucunda aktif kömür filtresinin bulunduğu silikon borunun girdiği iki delik açılmıştır.

Testlerde her doz 3 tekerrür halinde ve iki kez tekrarlanmıştır. Ayrıca her dozun her tekerrürü için kontroller kullanılmıştır. Dolayısıyla Y-tüp olfaktometre' nin bir ucundan gelen silikon boru maddenin bulunduğu kavanoza, diğer ucundan gelen silikon boru ise kontrol kavanozunun kapağında bulunan delikten içeri sokulmuştur. Her iki kavanozun kapağında bulunan diğer deliklerden ise uç taraflarında aktif kömür filtrelerinin

bulunduğu sliikon borular sokulmuştur. Y-tüp olfaktometre' nin ana ucu ise daha geniş çaplı sliikon bir boru vasıtasıyla peristaltik pompaya bağlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Repellent etki testlerinde kullanılan Y-tüp olfaktometre. A, muamele dozunun bulunduğu kavanoza giden kol; B, kontrol kavanozuna giden kol; C, test böceklerinin salındığı açıklık; D, peristaltik pompaya bağlanan ana kol; E, peristaltik pompa; F, kontrol ve uygulama dozlarının uygulandığı kavanozlar, G, aktif kömür filtreleri ve hava girişi; →, hava akımı yönü; H, hava çıkışı

Hazırlanan muamele dozları ve kontrol dozu olarak kullanılan aseton mikropipet vasıtasıyla kavanoz kapaklarının alt taraflarına yapıştırılan 3x8 cm boyutundaki kurutma kağıtlarına emdirilerek uygulanmıştır. Uygulama dozlarının seyreltilmesinde ve kontrollerde kullanılan asetonun uçması için kapaklar bir süre (14-22 sn) beklendikten sonra sıkıca kapatılıp sliikon borular kapaklarda açılan deliklerden sokulduktan sonra düzenek teste hazır hale getirilmiştir. Her tekerrür için kullanılan 10 böcek bir cam tüpe yumuşak pens vasıtasıyla konulup Y-tüp olfaktometre' nin üst tarafında bulunan ve böcekleri salmamızı sağlayan delikten bir huni vasıtasıyla bir defada bırakılmıştır. Peristaltik pompa daha önce ön denemelerle belirlenen çalışma devri olan 8 devir (0.33 ml/sn)' de 90 sn kadar çalıştırıldıktan sonra borunun kontrol ve doz tarafına giden böcek sayıları ayrı ayrı kaydedilmiştir. Peristaltik pompanın 90 saniyelik çalışma periyodunda hiç bir tarafa hareket etmeyen böcekler deneme dışı olarak kabul edilmiştir. Uygulama süresi sonunda kavanoz kapaklarındaki deliklerden çıkarılan sliikon boruların yerine kavanoz içerisindeki maddenin çıkmasını engelleyen plastik tıplar takılmıştır. Her dozun her tekerrürü için aynı işlemler yapıldıktan sonra testler tamamlanmış, aynı kavanozlarla 1, 2, 4 ve 8 hafta sonra olmak üzere toplam 5 kez test yapılmıştır. Test düzeneği her madde için ayrı ayrı aseton ile temizlenerek

maddelerin birbirlerini etkilemesinin önüne geçilmiştir. Ayrıca kavanoz kapaklarının hava çıkış borularının ucunda bulunan aktif kömürler haftalık testlerden önce değiştirilmiştir. Her maddenin 8 hafta sonraki etkisi ayrı ayrı belirlenmeye çalışılmıştır. 8. hafta sonunda açılan kavanozlar yıkanarak ikinci paralel denemelere hazır hale getirilmiştir. Testlerde kullanılan böcekler tekrar kullanılmayıp imha edilmiştir. Ayrıca 8 haftalık testler süresince hep aynı böcek popülasyonu kullanılarak popülasyonlar arasında görülebilecek farklılıkların önüne geçilmiştir.

3.3.2. Uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarına olan etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarına olan etkileri iki şekilde test edilmiştir. İlk olarak *T. cinnabarinus*' un ergin ve yumurtalarına, *A. gossypii*' nin erginlerine ve *F. occidentalis*' in larvalarına karşı fümigant; ikinci olarak da *T. cinnabarinus* kullanılarak çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkileri araştırılmıştır.

3.3.2.1. Fümigant etki testleri

Uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarına fümigant etkisi 26 ± 1 °C sıcaklığa, 60 ± 5 nispi neme ve 14 h' lik ışıklandırma periyoduna sahip iklim odasında test edilmiştir (iklim odalarının aydınlatılmasında gün ışığı floresans lambalar kullanılmıştır). Sera zararlılarından *A. gossypii* ve *T. cinnabarinus*' un erginleri, *F. occidentalis*' in larvaları yetiştirildikleri bitkiler üzerinden ince uçlu (00 numara) fırça yardımıyla zedelemeden alınıp içerisinde besin olarak yaprak diskinin bulunduğu 3 cm çapındaki plastik hücrelere aktarılmışlardır. Her birinin bir tekerrür kabul edildiği plastik hücrelere 10 afid veya 15 thrips larvası veya 25 kırmızı örümcek ergini bırakılmış ve ağızları diskin içerisine sıkıca girebilen plastik hortum şeridiyle serigrafik bez kullanılarak kapatılmıştır. Yaprak diski olarak her 3 zararlı türü için de yeni yetiştirilmiş taze pamuk bitkisi kullanılmıştır. Hazırlanan bu hücreler 3 tanesi bir arada olacak şekilde (3 tekerrür halinde) içerisinde muamele süresi boyunca yaprak disklerinin yeşil kalmasını sağlayacak nemli pamuk katmanının bulunduğu 0.5 kg' lık plastik dondurma kaplarına yerleştirilerek 8 l' lik cam desikatörler içinde uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır. Desikatör içinde meydana gelebilecek aşırı nemlenmenin önlenmesi için plastik kapların tabanındaki ıslak pamuk katmanının nemine dikkat edilmiştir. Uçucu yağ bileşenleri aseton ile seyreltilerek 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l

havaya karşılık gelen 13.6, 27.2, 54.4 ve 108.8 mg/8 l hava olacak şekilde desikatör kapaklarının alt yüzüne yapıştırılan 3x8 cm boyutundaki kurutma kağıtlarına mikropipet yardımıyla 4 farklı doz halinde emdirilerek uygulanmıştır. Kontrol dozu olarak da 25 µl/l hava (200 µl/8 l hava) aseton (Merck) kullanılmıştır. %100 ölümün daha düşük dozlarda meydana geldiği bazı maddeler için dozlarda indirim yapılmıştır. Denemelerde ambar zararlılarında olduğu gibi 24, 48 ve 96 saatlik uygulama süreleri kullanılmış ve her deneme iki kez tekrarlanmıştır. Belirtilen süreler sonunda desikatörler açılıp stereo mikroskop altında sayımlar yapılmıştır. Sayımlarda her disk açılıp içerisindeki zararlılara tek tek ince uçlu fırça yardımıyla dokunularak canlı olup olmadıkları kontrol edilmiş, her hangi bir hareket belirtisi göstermeyenler ölü, az da olsa hareket görülenler canlı olarak kabul edilmişlerdir.

Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un 0-24 saatlik yumurtalarına fümigant etkisini test amacıyla her bir muamele diskinin içerisindeki yaprak diski üzerine 25'er adet ergin dişi bırakılıp 24 saat sonra alınmıştır. Fazla bırakılan yumurtalar ince uçlu fırça yardımıyla alınarak her diskte 25'er adet yumurta bırakılmıştır. Uygulama süreleri sonunda desikatörlerden çıkarılan yumurtaların açılması için 3 gün daha (toplam 7 gün) beklenip sayımlar öyle yapılmıştır.

3.3.2.2. Çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağ bileşenlerinin çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkilerinin belirlenmesinde *T. cinnabarinus*' un henüz ergin olmamış deutonimf dişileri kullanılmıştır. Testlerde her bileşenin daha önce *T. cinnabarinus* erginlerine karşı yapılan fümigant etki testlerindeki en yüksek dozları ve 24 saatlik uygulama süresi kullanılmıştır. Yaklaşık 100 kadar deutonimf dişi içerisinde ıslak pamuk katmanının bulunduğu 0.5 kg' lık plastik tatlı kaplarındaki pamuk yapraklarının üzerinde 8 l' lik desikatörlerde 24 saat süreyle uçucu yağ bileşenlerine maruz bırakılmıştır. Kontrol olarak daha önce fümigant etki testlerinde uygulandığı miktarda aseton kullanılmıştır. Uygulama süresi sonunda desikatörler açılıp canlı kalabilenler (en az 25 birey) daha önce sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinde de kullanılan bu iş için tertip edilmiş muamele disklerinden her birine birer adet konup ergin olduktan sonra yapılan günlük sayımlarla yumurta verimi kaydedilmiştir. Yumurtalı yaprak diskleri

muamele disklerinden alınıp tabanında ıslak pamuk katmanının bulunduğu plastik küvetlere aktararak bu yumurtaların açılma süresi ve açılma oranı stereo mikroskop altında yapılan 24 saatlik gözlemlerle izlenmiştir.

Uçucu yağ bileşenlerinin ergin öncesi gelişme sürelerine ve ömür uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesinde *T. cinnabarinus*' un yumurtadan yeni çıkmış henüz beslenme lekesi oluşmamış 3 çift bacaklı larvalarından yaklaşık 100 kadarı stereomikroskop altında ince uçlu fırça yardımıyla zedelemeyen alınıp ıslak pamuk katmanının bulunduğu plastik kaplarda pamuk yaprakları üzerinde yukarıda bahsedilen doz ve uygulama süresi kullanılarak desikatörler içerisinde uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır. Uygulama süresi sonunda canlı kalabilen bireylerden (en az 25 birey) her biri bir muamele diskinde konup yapılan günlük kontrollerle (ergin olmaya yakın günde 2 kez) ergine kadar olan gelişme süresi ve ergin olduktan sonra da ömür uzunluğu tespit edilmiştir. Tüm testlerde kontrol olarak aseton kullanılmıştır.

3.3.3. Uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkilerinin belirlenmesi

Uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkilerinin saptanmasında Antalya' da seralarda en fazla dikimi yapılan domates, biber, patlıcan ve hıyar bitkileri kullanılmıştır. Bu bitkilerin domates için H 2274, biber için Demre sivrisi, patlıcan için Pala patlıcan ve hıyar için Beith Alpha çeşitleri kullanılmıştır. 26 ± 1 °C sıcaklığa, 60 ± 5 nispi neme ve 14 saatlik ışıklandırma periyoduna sahip iklim odasında 5 cm çapındaki viyollerde yetiştirilen test bitkileri yaklaşık 10 cm büyüklüğe eriştiğinde her bitkiden birer fide olacak şekilde dikili bulunduğu viyol hücresiyle birlikte 8 l' lik desikatörlere yerleştirilerek desikatör kapağının alt yüzüne yapıştırılan 3x8 cm ebatlarındaki kurutma kağıdına mikropipet vasıtasıyla uygulanan uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır. Testler her uçucu yağ bileşeni için en yüksek doz ve bir altı dozda en uzun uygulama süresi kullanılarak 3 kez tekrarlanmıştır. Testlerde her bileşenin sera zararlılarından *T. cinnabarinus* erginlerine karşı kullanılan en yüksek ve en yüksek dozun bir altı olan dozları kullanılmıştır. Kurulan denemeler 96 saatlik uygulama süresi sonunda açılarak her bileşenin 4 farklı bitkiye olan toksisitesi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kontrol dozu olarak aseton kullanılmıştır.

3.4. Testlerden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Hem ambar zararlıları hem de sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen % ölüm değerleri Abbott formülü– $[(A-B)/A] \times 100$; burada: A, kontroldeki % canlı; B, muamele dozundaki % canlı– kullanılarak kontrollerde meydana gelen doğal ölümle düzeltilmiştir. Düzeltilmiş % ölümlerin hesaplanmasından sonra istatistik Minitab paket programı kullanılarak varyans analiziyle ortalama ve standart hataları hesaplanmıştır. Bundan sonra Finney (1964) (Ecevit 1977' den) tarafından tanımlanan probit transformasyon tablosuna göre düzeltilmiş % ölümlerin probit transformasyonu yapılmıştır. Sokal ve Rohlf (1972) tarafından tanımlanan probit analiz metoduna göre de birebir regrasyon ile LT_{50} ve LT_{99} değerleri hesaplanarak değerlendirmeler buna göre yapılmıştır.

Repellent etki testlerinden elde edilen veriler bir çok araştırmacı tarafından (Hassanali vd 1990, Ndungu vd 1995, Ho vd 1997 ve Obeng-Ofori vd 1997) kullanılan % repellentlik formülü– $P.R. = [(Nc-Nt)/(Nc+Nt)] \times 100$; burada Nc: Y-tüp olfaktometre' nin kontrol koluna giden böcek sayısı, Nt: muamele koluna giden böcek sayısı– kullanılarak değerlendirilmiştir. Formül yardımıyla hesaplanan % repellentlikler arasında Duncan's multiple range test kullanılarak $p > 0.05$ ' e göre önemli fark olup olmadığı kontrol edilmiştir. Değerlendirmeler çift taraflı yapılip sıra içi (doz) ve sütun içi (zaman) farklılıklar araştırılmıştır.

Çoğalma ve gelişmeye etki testlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Lundgren (1975) tarafından tanımlanan $O.E.İ. = [(B-A)/(A+B)] \times 100$ (burada; A: muamele diskine bırakılan yumurta sayısı, B: kontrol diskine bırakılan yumurta sayısı) formülü kullanılarak her bileşenin ovipozisyon engelleme indeksi bulunarak değerlendirmeler buna göre yapılmıştır. Ayrıca Rice ve Coats (1994) tarafından kullanılan $100(X-Y)/X$ (burada; X: kontroldeki yumurta açılma yüzdesi, Y: muameledeki yumurta açılma yüzdesi) formülü kullanılarak uçucu yağ bileşenlerinin yumurta açılımını engelleme oranları (%) bulunmuştur. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un ergin öncesi hareketli dönemlerinin gelişme süresine ve ömür uzunluğuna olan etkilerinin değerlendirilmesi; muamele ve kontrollerdeki gelişme süreleri ortalamaları karşılaştırılarak farklılıklar ortaya konmaya çalışılmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin fitotoksik etkilerinin değerlendirilmesinde uygulama süresi sonunda desikatörlerden çıkarılan bitkiler üzerinde toksisite belirtisi olan sararma, solma, beneklenme, yanıklık gibi değişiklikler gözlenip buna göre değerlendirmeler yapılmıştır. Kontrollerle mukayese edilerek uçucu yağ bileşenlerinin yol açtığı ve normal sağlıklı bir bitkide bulunmaması gereken tüm olumsuz gelişmeler fitotoksik olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ambar Zararlılarına Olan Etkileri

4.1.1. Fümigant etki

Uçucu yağ bileşenlerinin ambar zararlılarına olan fümigant etkilerinin belirlenmesinde 15, 30, 60 ve 120 mg/650 ml havaya karşılık gelen 23.1, 46.2, 92.4 ve 184.8 mg/l hava dozları kullanılmıştır. Ancak yapılan ön denemelerde anethole, carvacrol, thymol ve γ -terpinene bazı tür ve gelişme dönemlerinde en yüksek dozun altındaki dozlarda bile %100 ölüm meydana getirmiştir. Bu yüzden dozlarda anethole için 8 kat (2.9, 5.8, 11.6 ve 23.1 mg/l hava) , carvacrol ve thymol için 4 kat (5.8, 11.6, 23.1 ve 46.2 mg/l hava), γ -terpinene için ise 2 kat (11.6, 23.1, 46.2 ve 92.4 mg/l hava) indirim yapılmıştır.

4.1.1. 1. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi

Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* erginlerine karşı fümigant etkisi Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelge 4.1' in incelenmesinden anlaşılacağı üzere uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi uygulanan doz ve süreye bağlı olarak az çok doğru orantılı bir artış eğilimi göstermiştir.

Uygulanan doz ve süreden başka uçucu yağ bileşenleri arasında da *T. confusum* erginlerine fümigant etki bakımından büyük farklılıklar görülmüştür. Örneğin, anethole kullanıldığı en yüksek doz olan 23.1 mg/l havayla 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100 ölüme sebep olurken en kısa uygulama süresi olan 24 saat sonunda da %95' in üzerinde ölüm sağlayabilmiştir. Carvacrol ve thymol her ikisi de kullanıldıkları en yüksek doz olan 46.2 mg/l havayla 96 saatlik en uzun uygulama süresinde sırasıyla %94.1 ve %79.2 oranlarında ölüme sebep olmuşlardır. Ancak carvacrol kullanıldığı en yüksek dozda 24 ve 48 saatlik uygulama süreleri sonunda bile %80' in üzerinde ölüm meydana getirebilmiştir. *p*-cymene uçucu yağ bileşenleri içinde *T. confusum* erginlerine karşı kullanıldığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getiren tek bileşen olmuştur. Hatta en yüksek dozun bir altı olan 92.4 mg/l havada bile 96 saatlik uygulama süresinde %99.1, 48 saatlik uygulama

Çizelge 4.1. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
2.9	8.0±2.1	18.4±2.6	18.0±3.4	988.6	*
5.8	30.4±2.8	35.1±2.4	46.8±4.2	134.9	*
11.6	64.7±3.1	80.9±3.7	86.5±2.7	10.8	875.0
23.1	95.7±2.1	100±0.0	100±0.0	3.4	35.5
Kontrol	3.3±1.7	4.2±1.5	7.5±1.7	-	-
carvacrol					
5.8	22.5±2.1	25.3±3.3	28.4±2.3	*	*
11.6	26.3±1.6	27.3±2.5	32.2±2.5	*	*
23.1	34.7±2.6	32.8±2.3	58.5±2.8	338.8	*
46.2	81.6±3.3	84.4±3.8	94.1±2.8	3.9	562.3
Kontrol	0.0±0.0	2.5±1.7	1.7±1.1	-	-
1,8 cineole					
23.1	9.2±2.7	16.0±2.5	19.1±2.6	*	*
46.2	15.1±2.6	20.3±3.1	22.8±3.1	*	*
92.4	20.3±2.4	32.5±2.8	35.7±2.5	245.5	*
184.8	53.8±4.0	64.7±2.9	80.8±2.8	21.4	*
Kontrol	0.8±0.8	0.8±0.8	4.2±1.5	-	-
p-cymene					
23.1	39.3±3.2	43.7±3.1	49.9±2.6	100.0	*
46.2	57.3±3.5	66.4±3.4	67.3±3.5	7.6	*
92.4	81.9±3.0	96.3±1.9	99.1±0.9	9.2	90.6
184.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	2.5±1.7	5.1±1.8	5.8±2.4	-	-
menthol					
23.1	0.8±0.8	2.3±1.5	4.3±2.0	*	*
46.2	3.1±1.8	5.9±1.6	8.9±2.1	*	*
92.4	6.5±2.4	7.9±2.9	11.7±2.8	*	*
184.8	12.7±2.1	15.1±2.9	27.4±2.4	512.9	*
Kontrol	1.7±1.1	0.8±0.8	2.5±1.1	-	-
γ-terpinene					
11.6	15.2±2.5	18.0±3.2	18.4±2.5	*	*
23.1	33.6±3.1	38.7±3.4	42.5±2.5	281.8	*
46.2	58.8±4.5	67.2±2.9	86.7±2.6	19.1	708.0
92.4	98.3±1.7	100±0.0	100±0.0	0.9	23.4
Kontrol	0.8±0.8	0.8±0.8	5.0±2.2	-	-
terpinen-4-ol					
23.1	6.8±2.2	13.8±1.7	19.1±2.8	660.7	*
46.2	21.4±2.6	33.1±2.8	41.4±3.3	162.2	*
92.4	60.3±2.7	61.8±4.5	76.7±3.4	14.1	*
184.8	97.4±1.8	99.1±0.9	100±0.0	2.3	39.8
Kontrol	2.5±1.1	3.3±1.7	3.3±1.7	-	-
thymol					
5.8	6.3±2.4	8.5±2.0	13.6±2.9	*	*
11.6	12.8±2.8	12.8±2.1	20.5±2.5	*	*
23.1	19.6±3.2	23.9±2.4	51.6±4.8	104.7	*
46.2	58.1±4.1	70.0±3.4	79.2±4.0	15.1	*
Kontrol	2.5±1.7	2.5±1.7	3.3±2.1	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

** : tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana geldiğinden LT değerleri hesaplanamamaktadır

süresinde ise %96.3 gibi oldukça yüksek bir ölüm sağlayabilmiştir. Diğer bir etkili bileşen γ -terpinene ise uygulandığı en yüksek doz olan 92.4 mg/l havayla 96 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik uygulama süresinde ise %98.3 oranında ölüm meydana getirebilmiştir. Terpinen-4-ol en yüksek doz olarak uygulandığı 184.8 mg/l havayla en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda %100, 48 ve 24 saatlik uygulama süreleri sonunda ise sırasıyla %99.1 ve %97.4 gibi oldukça yüksek ölümler sağlayabilmiştir. 1,8-cineole uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda %80' in üzerinde ölüme sebep olmuştur.

T. confusum erginlerine fümigant etki bakımından uçucu yağ bileşenleri içinde en az etkiye sahip bileşen menthol olmuştur. Öyleki, menthol en yüksek doz olarak uygulandığı 184.8 mg/l havayla en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda ancak %27.4 gibi oldukça düşük bir ölüm meydana getirmiştir.

Uçucu yağ bileşenlerinden anethole, γ -terpinene ve terpinen-4-ol en yüksek doz olarak uygulandıkları sırasıyla 23.1, 92.4 ve 184.8 mg/l hava dozlarıyla 168 saat (7 gün) zarfında %99 ölüm meydana getirmişlerdir. Diğer bir etkili bileşen olan *p*-cymene ise uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getirmesinin yanı sıra bir alt doz olan 92.4 mg/l havayla da belirtilen süre içerisinde %99 oranında ölüm sağlayabilmiştir. Diğer bileşenler carvacrol, 1,8-cineole, menthol ve thymol uygulandıkları dozların hiçbirinde bu süre zarfında %99 ölüm sağlayamamışlardır.

Tüm bileşenler için ortak doz olan 23.1 mg/l havada LT₅₀ değerleri dikkate alındığında *T. confusum* erginlerine fümigant etkileri bakımından uçucu yağ bileşenleri şöyle sıralanmıştır; anethole>*p*-cymene>thymol> γ -terpinene>carvacrol>terpinen-4-ol>1,8-cineole>menthol.

4.1.1.2. Uçucu yağ bileşenlerinin *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi

Uçucu yağ bileşenlerinin *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisinin yol açtığı % ölüm (ortalama±standart hata) ve LT değerleri (saat olarak) Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Uçucu yağ bileşenlerinin *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	Uygulama Süresi (saat)				
	24	48	96		
anethole					
2.9	19.2±2.8	25.9±3.5	36.9±3.2	229.6	*
5.8	49.5±3.5	53.2±4.5	70.2±3.7	29.2	*
11.6	83.5±2.1	96.4±2.7	100±0.0	13.5	61.7
23.1	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	4.2±1.5	5.8±1.5	7.6±1.1	-	-
carvacrol					
5.8	10.1±1.6	23.9±3.6	25.2±3.0	354.8	*
11.6	21.9±2.0	31.6±2.8	35.9±2.7	302.0	*
23.1	49.2±2.5	51.7±3.5	65.2±2.7	30.2	*
46.2	84.9±2.3	90.6±2.5	96.4±2.7	4.2	281.8
Kontrol	0.8±0.8	1.7±1.1	4.2±1.5	-	-
1,8 cineole					
23.1	14.5±2.5	18.0±3.5	18.8±2.0	*	*
46.2	18.0±3.1	23.2±3.1	31.9±2.5	416.9	*
92.4	45.3±3.7	56.5±3.5	68.7±3.0	30.9	*
184.8	77.8±4.1	90.5±3.9	94.7±1.9	6.6	288.4
Kontrol	2.5±1.1	3.3±1.7	5.8±2.0	-	-
p-cymene					
23.1	42.2±3.4	62.3±4.5	73.1±4.9	31.6	*
46.2	75.7±5.2	82.8±3.8	87.5±4.5	2.9	*
92.4	91.4±2.6	96.4±3.6	100±0.0	8.9	57.5
184.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	3.3±1.7	6.7±2.1	6.7±1.0	-	-
menthol					
23.1	4.0±2.1	9.5±2.9	23.0±2.5	269.2	*
46.2	8.6±2.2	18.9±2.9	27.5±3.3	223.9	*
92.4	18.8±2.6	24.9±3.3	35.9±2.9	251.2	*
184.8	44.4±3.3	55.2±3.5	60.7±3.2	36.3	*
Kontrol	2.5±1.1	3.3±2.5	2.5±1.1	-	-
γ-terpinene					
11.6	19.6±3.3	23.9±3.2	34.8±2.6	316.2	*
23.1	46.1±2.7	46.3±4.6	69.9±4.3	35.5	*
46.2	83.0±3.7	95.8±2.1	100±0.0	14.1	63.1
92.4	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	1.7±1.7	2.5±1.1	5.8±1.5	-	-
terpinen-4-ol					
23.1	10.3±2.4	11.5±2.9	20.4±2.5	*	*
46.2	36.8±2.6	47.8±3.6	53.5±3.2	72.4	*
92.4	78.7±3.4	95.6±2.5	98.3±1.8	10.0	114.8
184.8	99.1±0.9	100±0.0	100±0.0	*	*
Kontrol	2.5±1.7	5.8±1.5	5.0±2.6	-	-
thymol					
5.8	8.7±2.4	23.9±4.3	28.5±3.9	208.9	*
11.6	11.9±2.1	28.7±3.8	38.7±2.5	138.0	*
23.1	30.7±4.0	45.3±3.5	67.2±3.1	52.5	*
46.2	73.7±3.9	89.8±2.9	99.2±0.9	16.2	97.7
Kontrol	1.7±1.7	2.5±1.1	0.8±0.8	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

** : tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana geldiğinden LT değerleri hesaplanamamaktadır

Çizelge 4.2' den de anlaşılacağı üzere uçucu yağ bileşenlerinin *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisinin *T. confusum* erginlerinde olduğu gibi uygulama dozu ve süresine bağlı olarak arttığı, fakat etki bakımından bileşenler arasında da önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Örneğin, anethole kullanıldığı en yüksek doz olan 23.1 mg/l hava ile tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getirmiştir. *p*-cymene ve γ -terpinene kullandıkları en yüksek doz olan sırasıyla 184.8 ve 92.4 mg/l havayla yine tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getirebilen bileşenler olmuşlardır. Anethole ve *p*-cymene en yüksek dozun bir altı olan sırasıyla 11.6 ve 92.4 mg/l havayla 48 saatlik uygulama süresi sonunda %96.4, en uzun uygulama süre olan 96 saat sonunda ise %100 ölüm sağlayabilmişlerdir. γ -terpinene ise bir alt doz olan 46.2 mg/l havayla 48 saatlik uygulama süresi sonunda %95.8, 96 saatlik uygulama süresi sonunda ise %100 ölüme sebep olmuştur. Test edilen diğer bileşenlerden carvacrol ve thymol kullandıkları en yüksek doz olan 46.2 mg/l havayla en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda sırasıyla %96 ve %99' un üzerinde ölüme sebep olmuşlardır. Terpinen-4-ol en yüksek doz olarak uygulandığı 184.8 mg/l havayla 24 saatlik uygulama süresi sonunda %99.1, 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde ise %100 ölüm meydana getirmiştir. 1,8-cineole ise en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada 48 saat sonunda %90.5, 96 saat sonunda %94.7 oranında ölüme sebep olmuştur. Test edilen diğer bir madde olan menthol ise kullanıldığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada ve en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda ancak %60.7 oranında bir ölüm sağlayabilmiştir.

Uçucu yağ bileşenlerinden anethole, *p*-cymene, γ -terpinene ve terpinen-4-ol uygulandıkları en yüksek dozlarda tüm uygulama sürelerinde %100 (terpinen-4-ol %100' e yakın) ölüm meydana getirmiş olmakla birlikte en yüksek dozun bir altı olan sırasıyla 11.6, 92.4, 46.2 ve 92.4 mg/l hava dozlarıyla da 168 saat zarfında %99 ölüm sağlayabilmişlerdir. Etkili bileşenlerden olan thymol ise sadece en yüksek doz olarak uygulandığı 46.2 mg/l havada %99 ölüm meydana getirmiştir. Diğer bileşenler carvacrol, 1,8-cineole ve menthol uygulandıkları dozların hiçbirinde belirtilen sürede %99 ölüm sağlayamamışlardır.

23.1 mg/l hava dozunda LT₅₀ değerleri dikkate alındığında uçucu yağ bileşenleri *S. oryzae* erginlerine fümigant etkileri bakımından şöyle sıralanmıştır; anethole>carvacrol>*p*-cymene> γ -terpinene>thymol>menthol>terpinen-4-ol>1,8-cineole.

4.1.1.3. Uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi

Test edilen böcek tür ve gelişme dönemleri arasında uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına en dayanıklı olanın *E. kuehniella* larvalarının olduğu yapılan ön denemelerle tespit edilmiştir. Bu nedenle daha önce diğer böcek tür ve dönemleri için doz indirimine gidilen anethole, carvacrol, thymol ve γ -terpinene de dahil olmak üzere tüm uçucu yağ bileşenleri 23.1, 46.2, 92.4 ve 184.8 mg/l hava dozlarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.3' ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere uçucu yağ bileşenlerinden sadece anethole ve carvacrol uygulandıkları en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getirebilmişlerdir. Anethole ve carvacrol ayrıca bir alt doz olan 92.4 mg/l havada 96 saatlik uygulama süresinde sırasıyla %99.1 ve %89.3, 48 saatlik uygulama süresinde %97.4 ve %81.7, 24 saatlik uygulama süresinde %89.7 ve %70.9' luk ölümlere yol açmışlardır. Etkili bileşenlerden olan γ -terpinene ise 184.8 mg/l havalık en yüksek dozda 96 saatlik uygulama süresinde %100, 48 saatlik uygulama süresinde %98.0, 24 saatlik en kısa uygulama süresinde ise %85.0 oranında ölüm sağlamıştır. Diğer bir etkili bileşen olan *p*-cymene 184.8 mg/l havalık en yüksek dozda 96 saatlik uygulama süresi sonunda %87.0, 48 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde %80' in altında kalan ölümler meydana getirmiştir. Thymol ise en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %90' ın üzerinde ölüm sağlayabilmiştir. Diğer bileşenlerden terpinen-4-ol 184.8 mg/l havada en uzun uygulama süresinde %84.6, 48 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde %70' i bulmayan ölümlere yol açmıştır. 1,8-cineole ve menthol ise 184.8 mg/l havalık en yüksek doz ve en uzun uygulama süresi olan 96 saatte bile %50' yi bulmayan ölümler meydana getirebilmişlerdir. Hatta menthol' de bu oran %26.3' den daha fazla olmamıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinden anethole en yüksek dozun bir altı olan 92.4, γ -terpinene ve thymol ise uygulandıkları en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla 168 saat içerisinde %99 ölüm meydana getirebilmişlerdir. Etkili bileşenlerden carvacrol en yüksek dozda tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm sağlamasına rağmen uygulandığı diğer dozların hiçbirinde belirtilen süre zarfında %99 ölüm meydana getirememiştir. Diğer bileşenler 1,8-cineole, *p*-cymene, menthol ve terpinen-4-ol ise uygulandıkları dozların hiçbirinde bu süre içerisinde %99 ölüm sağlayamamışlardır.

Çizelge 4.3. Uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
23.1	23.3±2.9	27.2±3.2	36.9±2.5	323.6	*
46.2	52.2±4.2	59.6±4.6	72.1±3.8	22.0	*
92.4	89.7±3.0	97.4±1.8	99.1±0.9	4.3	89.1
184.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	2.6±1.1	5.1±1.9	4.2±1.5	-	-
carvacrol					
23.1	15.4±2.5	19.1±3.1	32.2±3.5	457.1	*
46.2	26.8±2.7	39.2±3.6	59.5±4.1	67.6	*
92.4	70.9±4.1	81.7±3.7	89.3±5.0	7.9	831.8
184.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	1.7±1.1	4.2±1.5	4.2±2.4	-	-
1,8 cineole					
23.1	6.3±2.5	3.9±1.6	9.5±3.1	*	*
46.2	13.8±2.0	14.7±2.6	13.0±2.7	*	*
92.4	17.1±2.8	19.0±3.1	17.4±2.5	*	*
184.8	26.5±3.4	33.6±3.5	48.6±5.2	107.2	*
Kontrol	2.5±1.1	2.7±1.7	2.5±1.1	-	-
p-cymene					
23.1	13.0±2.8	14.1±2.1	18.4±2.8	*	*
46.2	12.6±2.7	21.5±2.3	26.6±3.4	446.7	*
92.4	34.5±3.6	40.6±3.2	60.8±5.3	61.7	*
184.8	66.9±3.1	79.4±4.4	87.0±2.9	9.3	*
Kontrol	0.8±0.8	2.5±1.7	4.2±1.5	-	-
menthol					
23.1	0.8±0.8	4.3±1.1	7.1±2.3	912.0	*
46.2	5.8±2.7	9.3±1.9	11.0±2.5	*	*
92.4	16.7±2.1	12.7±2.0	18.1±2.4	*	*
184.8	20.8±2.0	23.5±2.6	26.3±2.2	*	*
Kontrol	0.0±0.0	0.8±0.8	1.7±1.1	-	-
γ-terpinene					
23.1	6.4±2.2	7.0±2.0	17.1±2.7	*	*
46.2	17.9±2.3	26.0±4.1	31.2±4.5	478.6	*
92.4	52.9±4.6	45.4±3.0	69.6±4.1	28.2	*
184.8	85.0±5.3	98.0±2.0	100±0.0	11.5	56.2
Kontrol	5.8±2.4	7.6±2.8	6.7±1.0	-	-
terpinen-4-ol					
23.1	5.4±2.1	9.7±2.4	12.8±3.6	*	*
46.2	11.5±2.8	15.3±3.5	16.0±3.6	*	*
92.4	26.4±4.7	27.2±3.1	33.9±2.7	*	*
184.8	59.8±5.8	67.5±4.0	84.6±4.0	17.0	*
Kontrol	4.2±1.5	4.2±2.4	6.8±1.7	-	-
thymol					
23.1	7.0±2.0	12.9±2.6	16.2±2.8	*	*
46.2	24.8±3.1	30.1±3.7	35.1±3.2	588.8	*
92.4	55.6±3.4	50.8±5.4	73.7±3.3	22.4	*
184.8	91.5±3.9	93.9±3.1	98.3±1.8	2.4	147.9
Kontrol	2.5±1.7	3.3±1.7	5.0±2.6	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

** : tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana geldiğinden LT değerleri hesaplanamamaktadır

T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Aynı dozlarda kullanıldıkları *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkileri bakımından uçucu yağ bileşenleri en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada LT₅₀ değerleri dikkate alındığında şöyle sıralanmıştır; anethole>carvacrol>thymol>p-cymene>γ-terpinene>terpinen-4-ol>1,8-cineole>menthol.

4.1.1.4. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi

Çizelge 4.4' de görüldüğü gibi uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisinin daha önce *T. confusum* ve *S. oryzae* erginlerinde olduğu gibi uygulama dozu ve süresine ve test edilen uçucu yağ bileşenlerine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Uygulama doz ve süresine bağlı olarak fümigant etkide tüm uçucu yağ bileşenleri için geçerli olmak kaydıyla doğru orantılı bir artış trendi görülmüştür. Özellikle düşük dozlarda uygulama süresinin artışıyla % ölümlerde yaklaşık iki katına varan artışlar olduğu tespit edilmiştir.

Uçucu yağ bileşenlerinin etkinliğine bakıldığında, yine anethole' ün en yüksek doz olan 23.1 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm sağladığı, bir alt doz olan 11.6 mg/l havada en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda %97.2, 48 saatlik uygulama süresinde %92.9, en kısa uygulama süresi olan 24 saat sonunda ise %87.8' lik ölümler meydana getirdiği görülmüştür. Hatta 5.8 mg/l havalık çok daha düşük bir dozda bile en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda %75' in üzerinde bir ölüm meydana getirebilmiştir. Anethole' den başka uçucu yağ bileşenleri içinde uygulandığı en yüksek doz olan 92.4 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüme sebep olan diğer bir etkili bileşen γ-terpinene olmuştur. Ayrıca γ-terpinene en yüksek dozun bir altı olan 46.2 mg/l havayla 96 saatlik uygulama süresinde %100, 48 saatlik uygulama süresinde %96.5, en kısa uygulama süresi olan 24 saat sonunda bile %92.0' lik bir ölüm oranı sağlayabilmiştir. Bir diğer etkili bileşen olan p-cymene uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla 96 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik uygulama süresi sonunda ise %99.2' lik bir ölüme sebep olmuştur. Aynı bileşen daha düşük bir doz olan 92.4 mg/l havada ve 96 saatlik uygulama süresinde %90' in üzerinde ölüm sağlayabilmiştir. Carvacrol ve thymol her ikisi de en yüksek doz olarak uygulandıkları 46.2 mg/l havada en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda sırasıyla %97.3 ve %92.8, 48 saatlik uygulama süresi sonunda %90.2 ve %80.7, 24 saatlik en

Çizelge 4.4. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
2.9	24.4±2.4	40.7±2.7	37.8±4.4	208.9	*
5.8	44.4±2.4	61.9±2.7	77.1±4.6	29.8	*
11.6	87.8±2.6	92.9±3.0	97.2±1.9	2.8	218.8
23.1	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	3.3±1.7	5.9±2.0	5.0±1.8	-	-
carvacrol					
5.8	17.4±1.7	23.2±2.5	34.5±2.8	288.4	*
11.6	22.8±2.4	25.7±2.0	44.5±3.9	154.9	*
23.1	29.6±3.1	46.9±3.5	57.3±3.3	64.6	*
46.2	72.1±4.3	90.2±4.7	97.3±1.9	13.2	141.3
Kontrol	6.7±2.1	5.8±2.0	8.3±1.7	-	-
1,8 cineole					
23.1	16.8±2.3	14.0±3.3	21.2±2.9	*	*
46.2	20.3±2.8	30.0±2.8	47.3±2.5	107.2	*
92.4	52.1±3.9	62.3±2.2	69.3±3.7	20.0	*
184.8	73.1±3.6	87.8±4.4	86.8±4.1	3.5	*
Kontrol	0.8±0.8	4.2±2.7	5.0±2.6	-	-
p-cymene					
23.1	7.0±1.5	10.8±2.1	24.4±3.8	363.1	*
46.2	41.9±4.0	47.7±2.7	57.4±3.2	52.5	*
92.4	66.4±2.2	76.4±6.2	90.5±4.1	13.4	501.2
184.8	99.2±0.9	100±0.0	100±0.0	3.9	18.7
Kontrol	2.5±1.7	5.1±1.8	4.2±2.0	-	-
menthol					
23.1	5.2±1.7	9.3±1.5	12.6±2.5	*	*
46.2	8.7±1.3	12.5±2.6	12.5±2.7	*	*
92.4	13.9±1.3	17.9±1.8	17.9±2.7	*	*
184.8	20.0±1.8	27.5±3.0	45.9±2.9	125.9	*
Kontrol	4.2±0.8	6.7±1.7	7.6±1.7	-	-
γ-terpinene					
11.6	22.1±2.4	27.2±3.1	35.4±3.2	380.2	*
23.1	43.9±4.0	63.1±2.9	79.5±2.9	29.5	758.6
46.2	92.0±2.3	96.5±1.8	100±0.0	8.5	57.5
92.4	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	5.0±1.3	4.2±2.0	6.7±1.7	-	-
terpinen-4-ol					
23.1	3.7±1.7	12.2±2.3	17.7±2.1	398.1	*
46.2	23.8±2.9	25.2±2.9	37.1±4.8	398.1	*
92.4	47.5±4.3	55.6±3.3	62.8±3.4	30.2	*
184.8	69.0±4.1	69.8±3.4	87.6±3.2	10.0	*
Kontrol	5.1±1.8	3.3±2.1	5.8±2.4	-	-
thymol					
5.8	7.9±2.1	10.6±1.9	14.1±2.2	*	*
11.6	15.9±2.6	16.7±2.5	19.5±3.1	*	*
23.1	21.8±2.8	35.1±3.8	45.6±4.1	338.8	*
46.2	74.8±3.4	80.7±6.2	92.8±3.0	8.7	467.7
Kontrol	4.2±1.5	5.0±1.8	5.8±1.5	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

** : tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana geldiğinden LT değerleri hesaplanamamaktadır

kısa uygulama süresinde ise %72.1 ve %74.8' lik ölümler meydana getirmişlerdir. En yüksek uygulama dozları olan 184.8 mg/l havada 1,8-cineole ve terpinen-4-ol sırasıyla 96 saat sonunda %86.8 ve %87.6, 48 saat sonunda %87.8 ve %69.8, en kısa uygulama süresi olan 24 saat sonunda ise %73.1 ve %69.0 oranında ölüm meydana getirmişlerdir. *T. confusum* ve *S. oryzae* erginlerinde olduğu gibi *T. confusum* yumurtalarına fümigant etki bakımından en düşük düzeyde kalan bileşen yine menthol olmuştur. Menthol uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda bile %50' yi bulmayan bir ölüm sağlayabilmiştir.

Carvacrol ve *p*-cymene en yüksek doz olarak uygulandıkları sırasıyla 46.2 ve 184.8 mg/l hava dozlarıyla 168 saatlik süre zarfında %99 ölüm sağlarken γ -terpinene en yüksek dozun bir altı olan 46.2 mg/l havayla aynı süre zarfında % 99 ölüm meydana getirebilmiştir. Anethole ise en yüksek doz olan 23.1 mg/l havada sağladığı %100 ölüm dışında uygulandığı diğer dozların hiçbirinde belirtilen sürede %99 ölüm meydana getirememiştir. 1,8-cineole, menthol, terpinen-4-ol ve thymol' den hiçbiri uygulandıkları dozların hiçbirinde bu süre içerisinde %99 ölüm sağlayamamışlardır.

Uçucu yağ bileşenleri 23.1 mg/l hava dozunda LT_{50} değerleri dikkate alındığında *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkileri bakımından şöyle sıralanmışlardır; anethole > γ -terpinene > carvacrol > thymol > *p*-cymene > terpinen-4-ol > 1,8-cineole > menthol.

4.1.1.5. Uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi

Uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi Çizelge 4.5' de verilmiştir. Çizelge 4.5' den de anlaşılacağı üzere uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi uygulama dozu ve süresine bağlı olarak doğrusal bir biçimde artmıştır. Uçucu yağ bileşenleri tek tek irdelendiğinde anethole' ün yine son derece etkili olduğu, uygulandığı en yüksek doz olan 23.1 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüme yol açtığı, en yüksek dozun bir altı olan 11.6 mg/l havayla 96 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde %98.2, en kısa uygulama süresi olan 24 saat sonunda ise %92.2, hatta daha düşük bir doz olan 5.8 mg/l havayla 96 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde bile %80' in üzerinde ölümler meydana getirebildiği görülmüştür. Etkili bileşenlerden biri olan *p*-cymene ise uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla tüm uygulama sürelerinde %100 ölüme sebep olurken, bir alt doz olan 92.4

Çizelge 4.5. Uçucu yağ bileşenlerinin *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
2.9	40.5±2.2	54.4±4.0	63.4±4.6	40.7	*
5.8	76.6±4.0	81.5±3.5	87.4±3.9	2.5	*
11.6	92.2±3.3	98.2±1.1	98.2±1.8	1.1	117.5
23.1	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	3.3±1.7	5.0±1.3	3.3±1.7	-	-
carvacrol					
5.8	13.3±2.8	18.8±2.2	20.7±2.8	*	*
11.6	24.5±2.9	33.1±2.3	50.1±2.9	100.0	*
23.1	62.3±3.4	75.9±2.3	76.6±3.3	7.2	*
46.2	96.5±1.8	99.1±0.9	100±0.0	3.4	42.7
Kontrol	5.0±1.3	6.7±1.7	7.5±2.8	-	-
1,8 cineole					
23.1	6.1±1.8	5.2±1.3	15.0±2.8	*	*
46.2	21.9±2.5	40.5±2.7	46.5±2.5	109.7	*
92.4	53.9±3.3	60.0±2.6	67.2±3.3	16.2	*
184.8	61.8±3.9	80.0±6.0	92.0±3.0	17.4	316.2
Kontrol	4.2±2.0	3.3±1.7	5.0±1.3	-	-
p-cymene					
23.1	9.7±2.5	10.4±2.1	31.3±3.1	*	*
46.2	46.9±2.1	52.1±4.2	61.6±3.7	34.7	*
92.4	92.2±2.2	97.4±1.8	98.2±1.1	1.3	125.9
184.8	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	4.2±1.5	4.2±2.0	6.7±1.7	-	-
menthol					
23.1	6.0±1.6	8.8±2.6	17.0±2.6	933.3	*
46.2	12.9±2.1	15.8±3.0	18.8±2.4	*	*
92.4	19.0±2.2	20.2±2.5	22.4±2.0	*	*
184.8	23.3±3.6	34.2±2.3	46.4±2.7	117.5	*
Kontrol	3.3±1.1	5.0±1.8	6.7±1.7	-	-
γ-terpinene					
11.6	17.3±2.6	23.9±2.5	28.2±3.5	812.8	*
23.1	64.3±4.0	84.3±3.2	87.5±2.6	11.5	676.1
46.2	96.5±1.8	98.3±1.1	100±0.0	3.7	46.8
92.4	100±0.0	100±0.0	100±0.0	**	**
Kontrol	4.2±1.5	2.5±1.1	5.9±1.6	-	-
terpinen-4-ol					
23.1	4.9±1.9	9.6±2.4	15.7±2.8	776.3	*
46.2	22.4±2.7	26.7±2.5	36.5±4.8	371.5	*
92.4	49.1±3.5	54.4±3.5	59.3±3.5	25.1	*
184.8	67.0±2.5	70.7±3.5	87.6±3.2	12.0	*
Kontrol	3.3±2.1	3.4±1.1	5.1±2.2	-	-
thymol					
5.8	12.9±2.3	16.5±2.9	23.9±2.8	*	*
11.6	17.2±3.1	25.2±2.8	34.6±2.5	251.2	*
23.1	43.1±3.1	73.8±4.5	96.5±1.8	28.2	141.3
46.2	97.4±1.8	100±0.0	100±0.0	1.7	30.2
Kontrol	3.3±1.7	4.2±1.5	5.8±1.5	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

** : tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana geldiğinden LT değerleri hesaplanamamaktadır

mg/l havayla 96 saatlik uygulama süresi sonunda %98.2, 48 ve 24 saatlik uygulama süreleri sonunda ise sırasıyla %97.4 ve %92.2' lik ölümler sağlayabilmiştir. Diğer bir etkili bileşen olan γ -terpinene ise 92.4 mg/l havalık en yüksek dozda tüm sürelerde %100; bir alt doz olan 46.2 mg/l havada en uzun uygulama süresi olan 96 saatte %100, 48 saatlik uygulama süresinde %98.3 ve 24 saatlik uygulama süresinde %96.5' lik ölümler meydana getirmiştir. Carvacrol ve thymol uygulandıkları en yüksek doz olan 46.2 mg/l havayla 96 saatlik uygulama süresinde her ikisi de %100, 48 saatlik uygulama süresinde sırasıyla %99.1 ve %100, 24 saatlik uygulama süresinde ise %96.5 ve %97.4 oranlarında ölümler meydana getirmişlerdir. Ayrıca thymol en yüksek dozun bir altı olan 23.1 mg/l havada ve en uzun uygulama süresi olan 96 saatte %96.5' lik bir ölüm sağlayabilmiştir. 1,8-cineole ve terpinen-4-ol uygulandıkları en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada 96 saatlik uygulama süresinde sırasıyla %92.0 ve %87.6, 48 saatlik uygulama süresinde %80.0 ve %70.7, 24 saatlik uygulama süresinde ise %61.8 ve %67.0 oranında ölüme yol açmışlardır. *T. confusum* ve *S. oryzae* erginleri ve *T. confusum* yumurtalarında olduğu gibi *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etki bakımından menthol diğer tüm bileşenlerden daha düşük düzeyde kalmıştır. Öyleki, uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada ve en uzun uygulama süresinde bile %50' ye dahi ulaşmayan bir ölüm sağlayabilmiştir.

Uçucu yağ bileşenlerinden anethole, *p*-cymene ve γ -terpinene uygulandıkları en yüksek dozlarda tüm uygulama sürelerinde %100 ölüme yol açmalarının yanı sıra bir alt dozları olan sırasıyla 11.6, 92.4 ve 46.2 mg/l hava dozlarıyla da 168 saat zarfında %99 ölüm sağlayabilmişlerdir. Etkili bileşenlerden carvacrol sadece en yüksek doz olarak uygulandığı 46.2 mg/l havada, thymol ise hem en yüksek doz olan 46.2 hem de bir alt doz olan 23.1 mg/l havada belirtilen süre içerisinde %99 ölüme yol açmıştır. Diğer bileşenler 1,8-cineole, menthol ve terpinen-4-ol uygulandıkları dozların hiçbirinde belirtilen süre içerisinde %99 ölüm sağlayamamışlardır.

23.1 mg/l hava dozunda LT₅₀ değerleri dikkate alındığında *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkileri bakımından uçucu yağ bileşenleri şöyle sıralanmıştır; anethole> carvacrol> γ -terpinene> thymol> terpinen-4-ol> menthol> *p*-cymene> 1,8-cineole.

4.1.2. Repellent etki

Uçucu yağ bileşenlerinden anethole' ün repellent etkisi Çizelge 4.6' da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı üzere repellentliğin doza ve süreye bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Başlangıç haftasında 11.6 ve 23.1 mg/l hava dozları oldukça yüksek repellentlikler sağlarken 5.8 mg/l hava dozu orta düzeyde bir repellent etki göstermiştir. En yüksek doz olan 23.1 mg/l havadaki yüksek repellentliğin 1. ve 2. haftalarda da devam ettiği 4. ve 8. haftalarda ise orta düzeye indiği görülmüştür. Bir alt doz olan 11.6 mg/l hava dozunun başlangıç haftasında sağladığı yüksek repellentlik 1., 2. ve 4. haftalarda orta düzeyde kalmıştır. En düşük doz olan 2.9 mg/l hava dozunun ise başlangıç haftası da dahil olmak üzere düşük düzeyde bir repellentlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Fümigant etki testlerinde etkili bileşenlerden biri olan carvacrol en yüksek doz olarak uygulandığı 46.2 mg/l havada başlangıç haftasında %80.0 gibi oldukça yüksek bir repellentlik gösterirken 1. haftada bu etkinin %63.9' a inmesine rağmen yine de yüksek kaldığı, 2. haftada ise orta düzeye indiği, 4. ve 8. haftalarda ise tamamen düştüğü görülmüştür. Carvacrol daha düşük dozlar olan 23.1 ve 11.6 mg/l havada başlangıç haftasında sırasıyla %67.5 ve %56.6 gibi yüksek ve orta düzeyde repellentlikler sergilerken aynı dozların 1., 2., 4. ve 8. haftalarında düşük repellentlik düzeyleri elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Fümigant etki testlerinde fazla etkili bulunmayan 1,8-cineole uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada başlangıç haftasında %82.2 gibi hayli yüksek bir repellent etki göstermiştir. Bu etkinin 1. ve 2. haftalarda da düşmesine rağmen devam ettiği, 4. haftada %59.1 ile orta düzeye indiği, fakat 8. haftada tamamen düştüğü görülmüştür. Bir alt doz olan 92.4 mg/l havada görülen orta ve yüksek düzey arasındaki repellentliğin 4. haftaya kadar devam ettiği tespit edilmiştir. Daha düşük doz olan 46.2 mg/l havada başlangıç haftası da dahil olmak üzere tüm sürelerde düşük repellentlikler görülmesine rağmen en düşük doz olan 23.1 mg/l havada sadece başlangıç haftasında görülen orta düzeydeki repellentliğin sonraki haftalarda iyice düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.6. Anethole' ün *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	2.9				5.8				11.6				23.1			
	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	8.0	65.0	27.0	41.3 C* a**	8.0	68.0	22.0	51.1 BC ab	12.0	75.0	13.0	70.5 AB a	9.0	83.0	8.0	82.4 A a
1. hafta	10.0	57.0	33.0	26.7 B ab	13.0	67.0	24.0	47.3 AB a	15.0	67.0	18.0	57.6 AB a	10.0	77.0	13.0	71.1 A ab
2.hafta	13.0	60.0	27.0	37.9 B a	12.0	65.0	23.0	47.7 AB ab	10.0	68.0	22.0	51.1 AB a	13.0	72.0	15.0	65.5 A ab
4. hafta	13.0	55.0	32.0	26.4 B ab	10.0	60.0	30.0	33.3 AB bc	15.0	65.0	20.0	52.9 A a	15.0	67.0	18.0	57.6 A ab
8. hafta	8.0	52.0	40.0	13.0 A b	7.0	55.0	38.0	18.3 A c	15.0	60.0	25.0	41.2 A a	15.0	62.0	23.0	45.9 A b

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.7. Carvacrol' ün *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	5.8				11.6				23.1				46.2			
	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Test Zamanı	8.0	67.0	25.0	45.7 B* a**	17.0	65.0	18.0	56.6 B a	20.0	67.0	13.0	67.5 AB a	20.0	72.0	8.0	80.0 A a
Başlangıç																
1. hafta	13.0	60.0	27.0	37.9 B a	18.0	57.0	25.0	39.0 B a	10.0	65.0	25.0	44.0 AB ab	17.0	68.0	15.0	63.9 A ab
2. hafta	20.0	55.0	25.0	37.5 A a	15.0	62.0	23.0	45.9 A a	7.0	65.0	28.0	39.8 A ab	17.0	65.0	18.0	56.6 A ab
4. hafta	15.0	57.0	28.0	34.1 A a	12.0	58.0	30.0	31.8 A a	10.0	65.0	25.0	44.4 A ab	5.0	67.0	28.0	41.1 A b
8. hafta	8.0	55.0	35.0	22.2 A a	13.0	57.0	30.0	31.0 A a	19.0	53.0	28.0	30.9 A b	10.0	62.0	28.0	37.8 A b

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.8. 1,8-cineole (=Eucalyptol)' ün *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	23.1				46.2				92.4				184.8			
	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	17.0	65.0	18.0	56.6 AB* a**	13.0	65.0	22.0	49.4 B a	9.0	73.0	18.0	60.4 AB a	10.0	82.0	8.0	82.2 A a
1. hafta	11.0	62.0	27.0	39.2 A a	12.0	63.0	25.0	43.2 A a	8.0	72.0	20.0	56.5 A a	15.0	70.0	15.0	64.7 A ab
2. hafta	18.0	57.0	25.0	39.0 A a	14.0	63.0	23.0	46.5 A a	17.0	63.0	20.0	51.8 A a	8.0	75.0	17.0	63.0 A ab
4. hafta	17.0	55.0	25.0	33.3 A a	12.0	60.0	28.0	36.4 A a	16.0	62.0	22.0	47.6 A a	12.0	70.0	18.0	59.1 A ab
8. hafta	20.0	52.0	28.0	30.0 A a	17.0	53.0	30.0	27.7 A a	15.0	55.0	30.0	29.4 A a	20.0	57.0	23.0	42.5 A b

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı kolon içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Daha önceki fümigant etki testlerinde etkili bileşenlerden olan *p*-cymene' in en yüksek doz ve başlangıç haftası da dahil olmak üzere repellent etkisinin orta düzeyde kaldığı ve bu etkinin 2 hafta kadar devam ettiği bundan sonrada çok düşük düzeylere indiği görülmüştür. Bir alt doz olan 92.4 mg/l havada başlangıç haftasında görülen orta düzey repellentliğin 1 hafta sonra düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Fümigant etki testlerinin en düşük etkiye sahip bileşeni olan menthol en yüksek doz olarak uygulandığı 184.8 mg/l havayla başlangıç, 1. ve 2. haftalarda orta düzeyde repellentlikler gösterirken 4. ve 8. haftalardaki etkisi düşük düzeylerde kalmıştır. Bir alt doz olan 92.4 mg/l havada başlangıç haftasında görülen orta düzey repellentliğin diğer haftalarda düşük düzeylerde kaldığı tespit edilmiştir. Diğer dozlardaki repellentlik tüm haftalarda düşük düzeylerde kalmıştır (Çizelge 4.10).

Etkili bileşenler grubundan olan γ -terpinene ise en yüksek doz olan 92.4 ve bir altı 46.2 mg/l havada sadece başlangıç haftasında sırasıyla %60.0 ve %55.6 gibi orta düzey repellent etkiler gösterebilmiştir. Diğer tüm süre ve dozlarda düşük düzeyde kalan repellentlikler sergilemiştir (Çizelge 4.11).

Fümigant etki testlerinin orta düzey etkili bileşeni olan terpinen-4-ol uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada başlangıç haftasında %71.1 ile yüksek bir repellentlik özelliği sergilerken 1. ve 2. haftalarda bu etki orta seviyelere inmiştir. Bir alt doz olan 92.4 mg/l havada başlangıç ve 1. haftalarda görülen orta düzeydeki repellentlik sonraki haftalarda düşmüştür. Aynı şekilde daha düşük bir doz olan 46.2 mg/l havada başlangıç haftasında görülen orta düzey repellentlik sonraki haftalarda düşmüştür (Çizelge 4.12).

Fümigant etki testlerinde en etkili bileşenlerden biri olan thymol kullanıldığı en yüksek doz olan 46.2 mg/l havada başlangıç ve 1. haftalarda sırasıyla %78.3 ve %66.7' lik yüksek replentlikler gösterirken 2. haftada orta düzeyde kalan repellent etkiler sağlayabilmiştir. Bir alt doz olan 23.1 mg/l havayla sadece başlangıç haftasında sağladığı yüksek repellentlik 1. ve 2. haftalarda orta düzeyde kalmıştır. Diğer dozlarda başlangıç haftası da dahil tüm sürelerde düşük düzeyde kalan repellentlikler sergilemiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.9. *p-cymene*' in *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	23.1				46.2				92.4				184.8			
	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	12.0	58.0	30.0	31.8 A*a**	8.0	65.0	27.0	41.3 A a	15.0	65.0	20.0	52.9 A a	8.0	75.0	17.0	63.0 A a
1. hafta	13.0	57.0	30.0	31.0 AB a	7.0	58.0	35.0	24.7 B a	9.0	63.0	28.0	38.5 AB a	15.0	68.0	17.0	60.0 A a
2. hafta	14.0	58.0	28.0	34.9 A a	6.0	62.0	32.0	31.9 A a	15.0	58.0	27.0	36.5 A a	13.0	60.0	27.0	37.9 A a
4. hafta	15.0	52.0	33.0	22.4 A a	10.0	60.0	30.0	33.3 A a	10.0	63.0	27.0	40.0 A a	9.0	63.0	28.0	38.5 A a
8. hafta	13.0	52.0	35.0	19.5 B a	9.0	58.0	33.0	27.5 AB a	8.0	60.0	32.0	30.4 AB a	12.0	63.0	25.0	43.2 A a

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan's multiple range test' e göre önemli fark yoktur.
 ** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan's multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.10. Menthol'ün *T. confusus*'a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	23.1				46.2				92.4				184.8			
	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısiz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	23.0	57.0	20.0	48.1 A*a**	12.0	65.0	23.0	47.7 A a	12.0	68.0	20.0	54.5 A a	13.0	70.0	17.0	60.9 A a
1. hafta	19.0	58.0	23.0	43.2 A a	23.0	55.0	22.0	42.9 A a	13.0	65.0	22.0	49.4 A a	19.0	63.0	18.0	55.6 A a
2. hafta	16.0	57.0	27.0	35.7 A a	11.0	62.0	27.0	39.3 A a	17.0	60.0	23.0	44.7 A a	17.0	63.0	20.0	51.8 A a
4. hafta	13.0	52.0	35.0	19.5 A a	15.0	62.0	23.0	45.9 A a	15.0	58.0	27.0	36.5 A a	20.0	58.0	22.0	45.0 A a
8. hafta	24.0	45.0	31.0	18.4 A a	15.0	52.0	33.0	22.4 A a	9.0	58.0	33.0	27.5 A a	12.0	58.0	30.0	31.8 A a

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan'ın multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan'ın multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.11. γ -terpinene' in *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	11.6				23.1				46.2				92.4			
	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkisziz %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	17.0	58.0	25.0	39.8 A* a**	10.0	62.0	28.0	37.8 A a	19.0	63.0	18.0	55.6 A a	10.0	72.0	18.0	60.0 A a
1. hafta	19.0	58.0	23.0	43.2 A a	15.0	55.0	30.0	29.4 A a	6.0	67.0	27.0	42.6 A a	15.0	63.0	22.0	48.2 A a
2. hafta	13.0	57.0	30.0	31.0 A a	7.0	63.0	30.0	35.5 A a	7.0	63.0	30.0	35.5 A a	15.0	62.0	23.0	45.9 A a
4. hafta	17.0	58.0	25.0	39.8 A a	13.0	57.0	30.0	31.0 A a	10.0	62.0	28.0	37.8 A a	10.0	63.0	27.0	40.0 A a
8. hafta	8.0	57.0	35.0	23.9 A a	9.0	58.0	33.0	27.5 A a	11.0	57.0	32.0	28.1 A a	7.0	63.0	30.0	35.5 A a

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı kolon içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.12. Terpinen-4-ol' ün *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	23.1				46.2				92.4				184.8			
	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	18.0	57.0	25.0	39.0 B* a**	14.0	68.0	18.0	58.1 AB a	10.0	72.0	18.0	60.0 AB a	10.0	77.0	13.0	71.1 A a
1. hafta	15.0	62.0	23.0	45.9 A a	15.0	58.0	27.0	36.5 A a	6.0	72.0	22.0	53.2 A a	13.0	70.0	17.0	60.9 A ab
2. hafta	15.0	58.0	27.0	36.5 A a	13.0	65.0	22.0	49.4 A a	9.0	68.0	23.0	49.5 A ab	12.0	68.0	20.0	54.5 A ab
4. hafta	14.0	58.0	28.0	34.9 A a	11.0	62.0	27.0	39.3 A a	12.0	63.0	25.0	43.2 A ab	10.0	65.0	25.0	44.4 A ab
8. hafta	14.0	53.0	33.0	23.3 A a	13.0	57.0	30.0	31.0 A a	12.0	58.0	30.0	31.8 A b	9.0	63.0	28.0	38.5 A b

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

Çizelge 4.13. Thymol' ün *T. confusum*' a olan repellent etkisi

Test Zamanı	Doz (mg/l hava)															
	5.8				11.6				23.1				46.2			
	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %	Tepkısız %	Kontrol %	Bileşen %	Repellentlik %
Başlangıç	14.0	63.0	23.0	46.5 B* a**	7.0	68.0	25.0	46.2 B a	7.0	78.0	15.0	67.7 AB a	8.0	82.0	10.0	78.3 A a
1. hafta	17.0	60.0	23.0	44.6 B a	15.0	62.0	23.0	45.9 B a	8.0	72.0	20.0	56.5 AB ab	10.0	75.0	15.0	66.7 A ab
2. hafta	15.0	58.0	27.0	36.5 A a	17.0	63.0	20.0	51.8 A a	13.0	67.0	20.0	54.0 A ab	15.0	68.0	17.0	60.0 A ab
4. hafta	18.0	50.0	23.0	37.0 A a	10.0	63.0	27.0	40.0 A a	10.0	65.0	25.0	44.4 A ab	10.0	67.0	23.0	48.9 A b
8. hafta	12.0	55.0	33.0	25.0 A a	15.0	57.0	28.0	29.0 A a	9.0	63.0	28.0	38.5 A b	13.0	62.0	25.0	42.5 A b

* : Aynı sıra içinde aynı büyük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

** : Aynı sütun içinde aynı küçük harfe sahip % repellentlikler arasında $p > 0.05$; Duncan' s multiple range test' e göre önemli fark yoktur.

4.2. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Sera Zararlılarına Olan Etkileri

4.2.1. Fümigant etki

Sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinde zararlı tür ve dönemine bağlı olarak bazı uçucu yağ bileşenleri için dozlarda ayarlamalar yapılmıştır. Ancak bir çok bileşen için 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozları kullanılmıştır.

4.2.1.1. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi

Sera zararlıları için belirlenen 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozlarıyla *T. cinnabarinus* erginlerine karşı yapılan ön denemelerde uçucu yağ bileşenlerinden anethole, carvacrol ve thymol' ün en düşük doz olan 1.7 mg/l havada bile son derece toksik olduğu görülmüştür. Bu bileşenler için dozlarda 8 kat indirim yapılarak 0.2, 0.4, 0.8 ve 1.7 mg/l hava dozları kullanılmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* erginlerinde yol açtığı ölüm oranları ve LT değerleri Çizelge 4.14' de verilmiştir. Anethole, carvacrol ve thymol' ün uygulandıkları 8 kat indirimli dozlarına rağmen yine de *T. cinnabarinus* erginlerine hayli toksik olduğu belirlenmiştir. Özellikle anethole' ün en yüksek doz olarak uygulandığı 1.7 mg/l havayla 96 saatlik uygulama süresinde %100, 48 saatlik uygulama süresinde %85.6, en kısa uygulama süresi olan 24 saatte ise %63.5' lik ölümler meydana getirebildiği görülmüştür. Ayrıca anethole bir alt doz olan 0.8 mg/l havada en uzun uygulama süresinde %61.6' lık bir ölüm sağlamıştır. Carvacrol ve thymol ise uygulandıkları en yüksek doz olan 1.7 mg/l havada sırasıyla; 96 saatte %86.3 ve %79.4, 48 saatte %81.9 ve %57.2, 24 saatlik en kısa uygulama süresinde ise %46.5 ve %36.1' lik ölümlere yol açmışlardır. Burada dikkati çeken önemli bir nokta ise her 3 bileşenin de uygulama süresine bağlı olarak etkinliğinin son derece arttığı, örneğin; 1.7 mg/l havalık en yüksek dozda 24 saatlik uygulama süresinde anethole, carvacrol ve thymol sırasıyla %63.5, %46.5 ve %36.1' lik ölümler meydana getirirken 0.8 mg/l havalık bir alt dozda 96 saatlik uygulama süresinde sırasıyla %61.6, %81.0 ve %60.8' lik ölümler sağlayabilmiş olmalarıdır. Etkili bileşenlerden *p*-cymene ise uygulandığı en yüksek doz olan 13.6 mg/l havada 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik en kısa sürede ise %85.8' lik ölümlere yol açmıştır. Yine aynı bileşen bir alt doz olan 6.8 mg/l havada en uzun

Çizelge 4.14. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi (ortalama± standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
0.2	14.7±6.1	13.8±3.0	12.8±4.3	*	*
0.4	23.7±3.7	34.5±4.0	21.1±6.6	*	*
0.8	41.5±6.7	39.2±8.2	61.6±7.0	63.1	*
1.7	63.5±6.5	85.6±6.4	100±0.0	20.0	79.4
Kontrol	3.2±2.0	3.7±1.9	1.7±1.0	-	-
carvacrol					
0.2	4.4±2.4	7.8±3.5	14.5±6.0	794.3	*
0.4	16.6±4.8	20.8±5.6	46.6±10.7	125.9	*
0.8	19.8±5.9	41.0±6.2	81.0±4.6	63.1	*
1.7	46.5±7.8	81.9±4.6	86.3±7.3	25.1	398.1
Kontrol	2.1±1.0	1.7±1.1	4.7±2.8	-	-
1,8 cineole					
1.7	7.8±3.5	16.6±7.1	14.2±7.0	*	*
3.4	10.6±1.7	14.7±4.3	24.2±4.8	631.0	*
6.8	21.2±5.0	22.7±6.6	26.1±6.7	*	*
13.6	23.2±6.2	32.6±5.0	43.1±5.5	158.5	*
Kontrol	3.0±1.3	2.8±1.1	3.0±1.6	-	-
p-cymene					
1.7	14.0±2.5	26.2±6.6	33.4±6.9	199.5	*
3.4	20.5±6.0	37.4±5.9	40.2±6.5	158.5	*
6.8	33.3±4.4	47.3±7.3	84.5±7.5	39.8	398.1
13.6	85.8±2.4	100±0.0	100±0.0	10.0	50.1
Kontrol	2.7±1.3	3.7±2.7	2.5±1.2	-	-
menthol					
1.7	16.7±4.4	14.1±6.5	10.6±5.2	*	*
3.4	18.8±5.4	20.6±5.3	25.6±4.2	*	*
6.8	22.2±5.0	26.7±8.4	29.6±8.3	*	*
13.6	36.9±4.6	34.9±4.8	48.6±5.0	158.5	*
Kontrol	3.9±1.4	4.3±2.4	2.5±1.3	-	-
γ-terpinene					
1.7	7.7±3.9	15.6±5.6	16.4±5.2	*	*
3.4	10.5±4.5	32.3±6.0	34.6±9.6	158.5	*
6.8	38.0±5.2	45.1±6.6	80.2±5.3	39.8	794.3
13.6	36.9±6.0	71.5±4.9	95.6±3.3	31.6	158.5
Kontrol	2.7±1.4	3.0±1.5	4.7±3.0	-	-
terpinen-4-ol					
1.7	15.0±4.5	20.3±6.2	17.9±5.5	*	*
3.4	21.8±7.7	33.4±3.8	22.1±5.6	*	*
6.8	40.8±9.4	45.8±5.6	56.1±5.3	63.1	*
13.6	49.1±11.1	61.5±9.4	76.3±6.4	31.6	*
Kontrol	1.9±1.5	3.2±1.8	2.6±1.7	-	-
thymol					
0.2	6.2±1.9	13.9±4.6	17.7±6.7	794.3	*
0.4	8.0±3.1	31.0±6.2	37.6±6.8	125.9	*
0.8	31.6±4.9	39.8±6.9	60.8±9.9	63.1	*
1.7	36.1±8.8	57.2±5.6	79.4±5.9	39.8	631.0
Kontrol	4.6±2.8	3.1±1.6	3.2±2.0	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

uygulama süresinde %85' e yakın ölüm meydana getirebilmiştir. Diğer bir etkili bileşen olan γ -terpinene 13.6 mg/l havalık en yüksek dozda 96 saatte %95.6 ve 48 saatte %71.5' lik ölümler sağlarken en kısa uygulama süresi olan 24 saatte %36.9 gibi düşük bir ölüm meydana getirmiştir. Terpinen-4-ol ise en yüksek doz olan 13.6 mg/l havada ve en uzun uygulama süresinde %80' in altında kalan bir ölüm sağlamıştır. Diğer bileşenler olan 1,8-cineole ve menthol uygulandıkları en yüksek doz olan 13.6 mg/l havada ve en uzun uygulama süresinde bile %50' yi bulmayan ölüm meydana getirebilmişlerdir.

Uçucu yağ bileşenlerinden sadece anethole ve *p*-cymene en yüksek doz olarak uygulandıkları sırasıyla 1.7 ve 13.6 mg/l hava dozlarıyla 96 saatlik (4 gün) süre zarfında %99 ölüm meydana getirebilmiştir. Carvacrol ve thymol gibi etkili bileşenler de dahil diğer 6 bileşen uygulandıkları dozların hiçbirinde belirtilen süre zarfında %99 ölüm sağlayamamışlardır.

Tüm uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* erginlerine karşı uygulandıkları ortak doz olan 1.7 mg/l havada LT_{50} değerleri göz önüne alındığında en etkiliden daha aza doğru şöyle sıralandığı görülmüştür; anethole>carvacrol>thymol>*p*-cymene>terpinen-4-ol> γ -terpinene>1,8-cineole>menthol.

4.2.1.2. Uçucu yağ bileşenlerinin *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi

Uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarından *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisinin yol açtığı % ölüm ve LT değerleri Çizelge 4.15' de verilmiştir.

Yapılan ön denemelerde uçucu yağ bileşenlerinden anethole, carvacrol ve thymol' ün uygulandıkları 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozlarıyla *A. gossypii* erginlerine karşı son derece toksik olduğu görülmüş ve bu bileşenler için dozlarda 8 kat indirime gidilerek 0.2, 0.4, 0.8 ve 1.7 mg/l hava dozları kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenleri tek tek irdelendiğinde 1.7 mg/l hava dozunun en yüksek doz olarak kullanıldığı anethole, carvacrol ve thymol' den ilkinin 96 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde %100 ölüme yol açtığı, carvacrol' ün ise sadece 96 saatlik uygulama süresinde %100 ölüm meydana getirebildiği, sonuncu bileşen olan thymol' ün ise hiçbir uygulama süresinde %100 ölüm meydana getiremediği, en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda %92.2' lik bir ölüm sağladığı görülmüştür. Carvacrol ve thymol 48 saatlik uygulama süresinde

Çizelge 4.15. Uçucu yağ bileşenlerinin *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
0.2	10.3±4.6	13.3±5.9	32.9±6.6	251.2	*
0.4	28.1±3.4	40.6±9.4	67.3±8.2	63.1	*
0.8	31.4±9.8	49.2±13.7	95.8±4.2	39.8	158.5
1.7	80.5±7.2	100±0.0	100±0.0	12.6	50.1
Kontrol	6.6±3.6	5.0±3.5	5.4±2.9	-	-
carvacrol					
0.2	7.9±3.9	21.4±4.2	38.6±7.3	125.9	*
0.4	24.1±6.5	38.0±8.1	51.7±5.4	79.4	*
0.8	21.5±5.4	48.9±9.3	80.0±5.2	50.1	316.2
1.7	48.2±5.9	79.9±8.8	100±0.0	25.1	79.4
Kontrol	3.0±2.0	3.2±2.0	3.7±2.3	-	-
1,8 cineole					
1.7	10.7±5.0	15.0±7.6	19.0±6.9	*	*
3.4	11.4±3.9	26.4±3.7	31.3±8.1	199.5	*
6.8	25.4±5.4	33.9±8.6	41.7±10.3	125.9	*
13.6	38.0±6.3	41.7±8.8	50.5±10.0	100.0	*
Kontrol	4.4±3.2	5.1±3.4	3.9±2.5	-	-
p-cymene					
1.7	28.4±6.9	25.8±10.2	63.5±6.9	79.4	*
3.4	27.5±7.0	47.3±8.9	69.3±9.3	50.1	*
6.8	42.1±7.2	46.5±8.2	96.2±3.9	31.6	158.5
13.6	82.3±4.9	100±0.0	100±0.0	12.6	39.8
Kontrol	2.6±1.3	5.9±2.7	5.8±3.1	-	-
menthol					
1.7	5.0±4.2	10.4±4.5	10.8±4.5	*	*
3.4	9.0±4.1	18.9±6.8	23.3±8.0	501.2	*
6.8	25.0±4.9	30.0±10.5	41.7±9.2	199.5	*
13.6	32.8±8.9	40.0±9.3	44.7±11.9	158.5	*
Kontrol	5.0±3.5	6.0±3.2	5.5±2.7	-	-
γ-terpinene					
1.7	5.0±3.4	4.6±2.0	21.8±7.1	501.2	*
3.4	15.1±7.4	31.1±6.7	46.9±8.9	100.0	*
6.8	20.7±5.6	45.3±6.7	88.2±4.3	39.8	199.5
13.6	39.5±7.6	90.8±6.0	100±0.0	25.1	63.1
Kontrol	5.0±3.4	3.1±2.0	5.1±3.6	-	-
terpinen-4-ol					
1.7	10.5±6.6	9.6±4.9	16.9±4.9	*	*
3.4	17.8±7.5	16.8±5.8	26.4±6.2	*	*
6.8	29.1±6.3	31.2±8.8	43.3±7.7	199.5	*
13.6	41.8±8.2	44.7±11.8	64.0±11.2	50.1	*
Kontrol	3.9±2.7	3.7±1.4	4.0±2.5	-	-
thymol					
0.2	7.0±3.3	6.1±3.2	10.5±5.5	*	*
0.4	6.1±3.8	24.2±8.3	42.7±10.3	100.0	*
0.8	34.0±9.9	32.5±10.3	76.7±12.8	50.1	794.3
1.7	53.4±8.0	74.2±7.2	92.2±5.8	25.1	251.2
Kontrol	3.2±2.1	6.8±4.3	6.4±4.5	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

%80' in altında ölümler meydana getirirken, anethole 24 saatlik en kısa uygulama süresinde bile %80.5' lik bir ölüm sağlayabilmiştir. Etkili bileşenlerden *p*-cymene kullanıldığı en yüksek doz olan 13.6 mg/l havayla 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100 ölüm sağlarken, 24 saatlik en kısa uygulama süresinde %82.3' lük ölüm meydana getirmiştir. Aynı bileşen bir alt doz olan 6.8 mg/l havada 96 saatte %96.2 gibi oldukça yüksek bir ölüm sağlarken 24 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde %50' nin altında kalan ölümler meydana getirmiştir. Diğer bir etkili bileşen olan γ -terpinene ise 13.6 mg/l havalık en yüksek dozda 96 saatlik uygulama süresinde %100, 48 saatte %90.8, 24 saatlik en kısa sürede ise %39.5' lik ölümlere yol açmıştır. Ancak γ -terpinene bir alt doz olan 6.8 mg/l havada 96 saatlik uygulama süresinde %88.2 gibi hayli yüksek bir ölüm sağlayabilmiştir. Diğer bileşenlerden 1,8-cineole ve terpinen-4-ol uygulandıkları dozların en yükseği olan 13.6 mg/l havada 96 saatlik uygulama süresinde sırasıyla; %50.5 ve %64.0, 48 saatlik uygulama süresinde %41.7 ve %44.7, 24 saatlik en kısa sürede %38.0 ve %41.8' lik ölümlere yol açmışlardır. Uçucu yağ bileşenlerinden menthol ise ambar zararlılarında olduğu gibi etkisi en düşük düzeyde kalan bileşen olmuştur. Öyleki, en yüksek doz ve en uzun uygulama süresinde bile %45' in altında kalan bir ölüm meydana getirebilmiştir.

Çizelge 4.15 dikkatle incelendiğinde uçucu yağ bileşenlerinin *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisinde uygulama süresinin uygulama dozundan daha etkin rol oynadığı anlaşılmaktadır. Örneğin, anethole en yüksek doz olan 1.7 mg/l havada 24 saatlik uygulama süresinde %80.5' lik bir ölüm sağlarken, bir alt doz olan 0.8 mg/l havada 96 saatlik uygulama süresinde %95.8' lik ölüm meydana getirebilmiştir. Aynı şekilde carvacrol, *p*-cymene, γ -terpinene ve thymol kullanıldıkları en yüksek dozlarda 24 saatlik uygulama süresinde sırasıyla; %48.2, %82.3, %39.5 ve %53.4' lük ölümlere yol açarlarken, en yüksek dozun bir altı dozlarda 96 saatlik uygulama süresinde sırasıyla; %80.0, %96.2, %88.2 ve %76.7 gibi hayli yüksek ölümler meydana getirebilmişlerdir.

Anethole, carvacrol, *p*-cymene ve γ -terpinene sadece uygulandıkları en yüksek dozlarda (anethole ve carvacrol 1.7; *p*-cymene ve γ -terpinene 13.6 mg/l hava) 96 saatlik süre zarfında %99 ölüm sağlayabilmişlerdir. Diğer hiçbir bileşen uygulandıkları dozların hiçbirinde belirtilen süre içerisinde %99 ölüm meydana getirememiştir.

Uçucu yağ bileşenleri 1.7 mg/l hava dozunda LT₅₀ değerleri dikkate alındığında *A. gossypii* erginlerine fümigant etkileri bakımından en etkiliden daha aza doğru şöyle sıralanmıştır: anethole>carvacrol>thymol>*p*-cymene> γ -terpinene>1,8-cineole>terpinen-4-ol>menthol.

4.2.1.3. Uçucu yağ bileşenlerinin *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi

Yapılan ön denemelerde etkili bileşenlerden anethole, carvacrol ve thymol de dahil olmak kaydıyla uçucu yağ bileşenlerinin tümünün *F. occidentalis* larvalarına karşı *T. cinnabarinus* ve *A. gossypii* erginlerine uygulandığı dozlarda, hatta bu dozların 2 katına çıkıldığı halde fazla etkin olmadığı görülmüştür. Bu yüzden tüm bileşenler fitotoksisite problemi de dikkate alınarak daha önce sera zararlıları için belirlenen 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozlarında kullanılmıştır.

Uygulandıkları bu dozlarda uçucu yağ bileşenlerinin *F. occidentalis* larvalarına fümigant toksisitesi Çizelge 4.16' da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere daha önce ambar zararlılarına ve sera zararlılarından *A. gossypii* erginlerine karşı son derece etkili bileşenler olan anethole, carvacrol, thymol, *p*-cymene ve γ -terpinene de dahil olmak üzere uçucu yağ bileşenlerinden hiçbiri en yüksek doz ve en uzun uygulama süresi de dahil tüm doz ve sürelerde % 50' yi aşan ölüm meydana getirememiştir. Etkili bileşenler olan anethole, carvacrol, thymol, γ -terpinene ve *p*-cymene en yüksek doz olarak uygulandıkları 13.6 mg/l havayla 96 saatlik en uzun uygulama süresinde sırasıyla; %44.8, %42.6, %48.4, %48.5 ve %40.7' lik ölümler meydana getirebilmişlerdir.

Uçucu yağ bileşenlerinden hiçbiri en yüksek doz da dahil olmak kaydıyla uygulandıkları dozların hiçbirinde 96 saatlik süre zarfında *F. occidentalis* larvalarında %99 ölüm sağlayamamıştır. Hatta tüm uçucu yağ bileşenlerinin en yüksek uygulama dozlarındaki LT₉₉ değerleri çok yüksek olduğundan bu değerler dikkate alınarak bileşenlerin etkililik sırası çıkarılamamıştır. Ancak tüm bileşenlerin en yüksek doz olarak uygulandıkları 13.6 mg/l havada LT₅₀ değerleri dikkate alınarak yapılan bir karşılaştırmada uçucu yağ bileşenleri en etkiliden daha aza doğru şöyle bir sıra oluşturmuşlardır: thymol> γ -terpinene> anethole> *p*-cymene> carvacrol> terpinen-4-ol> 1,8-cineole> menthol.

Çizelge 4.16. Uçucu yağ bileşenlerinin *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi (ortalama±standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
1.7	6.5±3.0	2.4±1.3	13.1±5.9	*	*
3.4	9.6±3.5	9.4±5.2	14.8±6.5	*	*
6.8	17.8±5.6	8.5±3.8	17.8±7.8	*	*
13.6	17.0±4.6	23.1±6.9	44.8±7.5	125.9	*
Kontrol	2.1±2.1	2.3±1.1	1.3±0.9	-	-
carvacrol					
1.7	7.5±4.8	9.7±2.8	7.4±3.9	*	*
3.4	8.7±3.3	15.4±5.0	19.3±7.4	*	*
6.8	20.0±5.8	15.9±5.8	26.2±4.6	*	*
13.6	26.9±3.5	27.2±4.0	42.6±7.0	251.2	*
Kontrol	2.4±1.5	2.0±1.1	2.2±0.9	-	-
1,8 cineole					
1.7	2.5±2.1	4.3±2.3	3.9±2.5	*	*
3.4	9.3±4.7	11.6±3.7	14.2±4.3	*	*
6.8	15.0±6.2	26.5±6.9	24.3±5.6	*	*
13.6	27.5±6.5	30.3±5.9	34.4±7.7	*	*
Kontrol	2.7±2.0	2.8±1.8	2.0±2.0	-	-
p-cymene					
1.7	3.7±2.7	13.5±6.3	10.5±5.5	*	*
3.4	10.0±3.8	19.5±5.3	21.0±7.7	794.3	*
6.8	23.8±4.8	31.9±8.4	34.7±6.5	398.1	*
13.6	34.9±9.3	46.8±5.4	40.7±8.3	199.5	*
Kontrol	2.7±1.7	2.4±1.5	6.2±3.7	-	-
menthol					
1.7	2.4±2.4	1.5±1.5	0.0±0.0	*	*
3.4	2.0±1.2	8.2±3.7	7.4±4.0	*	*
6.8	7.2±3.7	6.8±5.0	8.9±2.6	*	*
13.6	8.3±2.7	13.2±4.2	16.8±4.8	*	*
Kontrol	1.8±1.8	3.0±1.6	3.4±2.1	-	-
γ-terpinene					
1.7	7.2±4.3	6.3±2.9	5.9±3.4	*	*
3.4	12.4±5.2	14.4±5.4	11.4±6.2	*	*
6.8	11.0±4.3	23.8±5.9	16.9±5.0	*	*
13.6	18.8±4.0	31.6±6.7	48.5±5.4	125.9	*
Kontrol	1.7±1.7	2.3±1.1	1.8±0.9	-	-
terpinen-4-ol					
1.7	2.3±1.4	4.4±2.3	7.3±3.2	*	*
3.4	7.0±3.7	11.2±4.5	13.8±4.7	*	*
6.8	9.7±4.0	18.9±3.4	24.4±3.5	501.2	*
13.6	19.2±4.9	30.8±6.5	34.8±5.7	251.2	*
Kontrol	2.6±1.4	3.2±2.0	4.5±3.1	-	-
thymol					
1.7	3.4±2.2	12.5±4.5	6.4±2.3	*	*
3.4	8.3±5.7	9.1±4.3	17.4±6.5	*	*
6.8	8.7±4.1	11.1±4.6	27.4±7.4	316.2	*
13.6	19.0±5.5	33.7±7.9	48.4±9.2	100.0	*
Kontrol	2.4±1.5	1.7±1.7	3.5±1.9	-	-

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

4.2.1.4. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi

Sera zararlılarından *T. cinnabarinus* erginlerine karşı yapılan testlerde uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un yumurtalarına karşı da etkili olduğu saptanmış ve bu yüzden uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* yumurtalarına olan etkileri ayrı ayrı test edilmiştir.

Çizelge 4.17' nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere anethole, carvacrol ve thymol yapılan ön denemelerde sera zararlıları için belirlenen dozlar olan 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l havada aşırı toksik bulunmuş ve bu 3 madde için dozlar 0.4, 0.8, 1.7 ve 3.4 mg/l hava olarak uygulanmıştır. Ancak anethole, carvacrol ve thymol de dahil uçucu yağ bileşenlerinden hiç biri uygulandıkları dozlarla *T. cinnabarinus* yumurtalarında %80' i aşabilen ölüm meydana getirememiştir. Bunlardan anethole uygulandığı en yüksek doz olan 3.4 mg/l havada 96 saatlik en uzun uygulama süresi sonunda %77.7' lik bir ölüm sağlarken, carvacrol ve thymol sırasıyla %61.2 ve %57.8' lik ölümler meydana getirebilmişlerdir. Ancak thymol bir alt doz olan 1.7 mg/l havada en uzun uygulama süresinde %58.2' lik ölüm oranıyla en yüksek dozdaki ölümden daha yüksek bir ölüm gerçekleştirmiştir. Daha önceki zararlı tür ve dönemlerinde etkili bileşenlerden olan *p*-cymene ve γ -terpinene uygulandıkları en yüksek doz olan 13.6 mg/l havayla sırasıyla %45.2 ve %51.0 gibi oldukça düşük ölümler meydana getirmişlerdir. Diğer bileşenler olan 1,8-cineole, menthol ve terpinen-4-ol en yüksek doz ve en uzun uygulama süresinde bile %50' nin altında kalan ölümler sağlayabilmişlerdir.

Anethole, carvacrol ve thymol gibi etkili bileşenler de dahil *T. cinnabarinus* yumurtalarına karşı test edilen uçucu yağ bileşenlerinin tümü uygulandıkları dozların hiçbirinde 96 saat içerisinde %99 ölüm sağlayamamışlardır.

Ancak uçucu yağ bileşenleri uygulandıkları ortak doz olan 3.4 mg/l havada LT_{50} değerleri dikkate alındığında *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkileri bakımından şöyle sıralanmışlardır: thymol>anethole>carvacrol> γ -terpinene>terpinen-4-ol>*p*-cymene>1,8-cineole>menthol.

Çizelge 4.17. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi (ortalama± standart hata ve LT değerleri).

Doz (mg/l hava)	% Ölüm (ortalama±standart hata) Uygulama Süresi (saat)			LT ₅₀ (saat)	LT ₉₉ (saat)
	24	48	96		
anethole					
0.4	25.4±5.1	22.9±5.2	28.8±7.0	*	*
0.8	30.9±6.1	31.1±7.1	44.8±4.3	199.5	*
1.7	42.4±8.0	42.1±4.8	54.5±6.0	63.1	*
3.4	61.2±6.2	57.1±5.2	77.7±4.6	12.6	*
Kontrol	3.4±1.8	4.1±2.2	4.3±2.0	—	—
carvacrol					
0.4	20.3±3.3	28.7±7.3	31.6±5.5	501.2	*
0.8	29.4±4.2	42.5±6.0	43.0±4.7	158.5	*
1.7	39.1±5.6	49.3±5.0	49.5±7.6	63.1	*
3.4	47.8±4.1	54.6±4.7	61.2±6.1	31.6	*
Kontrol	4.6±2.9	2.3±1.5	4.2±2.4	—	—
1,8 cineole					
1.7	15.9±3.2	24.3±4.9	31.3±4.2	316.2	*
3.4	26.9±2.7	25.5±3.6	30.3±4.3	*	*
6.8	35.9±3.9	32.7±4.0	31.7±2.9	*	*
13.6	30.1±4.2	36.3±2.6	36.9±3.7	*	*
Kontrol	1.5±0.8	1.1±0.7	2.0±0.8	—	—
p-cymene					
1.7	18.9±3.6	28.6±4.3	26.0±4.3	*	*
3.4	25.3±4.7	26.6±6.1	32.9±4.3	*	*
6.8	36.6±4.2	33.4±3.5	43.7±4.6	501.2	*
13.6	38.6±5.1	44.1±4.9	45.2±3.3	199.5	*
Kontrol	1.5±1.0	3.3±2.0	2.7±1.3	—	—
menthol					
1.7	15.1±3.5	20.6±4.8	28.5±5.0	398.1	*
3.4	20.2±5.4	26.3±4.5	23.9±4.9	*	*
6.8	24.7±4.9	22.0±3.7	29.5±1.0	*	*
13.6	23.0±4.7	32.9±5.1	33.2±4.2	398.1	*
Kontrol	2.1±1.3	2.1±1.5	2.9±2.3	—	—
γ-terpinene					
1.7	28.6±2.5	26.5±4.3	36.8±3.5	*	*
3.4	29.4±5.5	34.7±5.2	40.0±3.7	251.2	*
6.8	34.3±4.1	36.9±5.5	43.7±3.4	316.2	*
13.6	39.2±4.0	35.9±3.4	51.0±3.4	100.0	*
Kontrol	2.1±1.7	0.9±0.5	3.3±2.2	—	—
terpinen-4-ol					
1.7	19.9±4.1	28.4±3.5	28.4±3.3	*	*
3.4	26.5±2.9	36.5±2.7	36.3±3.5	251.2	*
6.8	35.3±4.9	36.9±4.1	38.7±2.2	*	*
13.6	36.9±2.8	38.2±6.5	46.6±4.2	199.5	*
Kontrol	0.9±0.6	0.7±0.5	2.7±1.7	—	—
thymol					
0.4	22.7±6.1	38.7±3.8	38.9±4.3	125.9	*
0.8	36.0±4.1	48.9±3.8	47.4±5.7	100.0	*
1.7	53.4±6.2	56.1±5.6	58.2±6.4	3.2	*
3.4	55.4±6.4	57.8±5.2	57.8±5.5	0.05	*
Kontrol	3.6±1.9	3.5±1.5	3.3±2.2	—	—

*: hesaplanan LT değerleri çok yüksek

4.2.2. Çoğalma ve gelişmeye etki

Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un çoğalması üzerine olan etkileri Çizelge 4.18' de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un çoğalmasına olan etkileri

Bileşenler	n	Yumurta/dişi	O.E.İ. %	Yumurta açılma oranı %	Yumurta açılımını engelleme oranı %	Birey/dişi
kontrol	45	29.6	-	78.2	-	23.2
anethole	10	1.5	90.4	26.7	65.9	0.4
carvacrol	14	5.9	66.8	52.5	32.9	3.1
1,8-cineole	10	11.6	43.7	70.7	9.6	8.2
p-cymene	12	11.3	44.7	71.3	8.8	8.1
menthol	11	12.1	42.0	72.2	7.7	8.7
γ-terpinene	10	10.0	49.5	67.0	14.3	6.7
terpinen-4-ol	11	8.5	55.4	69.9	10.6	5.9
thymol	11	5.5	68.7	62.3	20.3	3.5

n: birey sayısı

O.E.İ. : ovipozisyon engelleme indeksi

Çizelge 4.18' in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un yumurta verimi üzerine olan etkileri bakımından %90.4' lük O.E.İ. (ovipozisyon engelleme indeksi) değeriyle en etkili bileşenin anethole olduğu görülmüştür. Anethole' den sonra %68.7 ve %66.8' lik O.E.İ. değerleriyle etkili diğer iki bileşen sırasıyla thymol ve carvacrol olmuştur. Fümigant etki testlerinde orta düzeyde etkili bileşenlerden biri olan terpinen-4-ol yumurta verimine etki bakımından dördüncü sırayı almıştır (O.E.İ. %55.4). Menthol ve 1,8-cineole fümigant etki

testlerinde olduğu gibi sırasıyla sağladıkları %43.7 ve %42.0' lik O.E.İ. değerleriyle en düşük etkiye sahip iki bileşen olmuştur.

Ancak bileşenlerin yumurta açılma oranına etkilerine bakıldığında anethole' ün %65.9' luk yumurta açılımını engelleme oranıyla yine en etkili bileşen olduğu; yumurta verimine etki bakımından üçüncü sırada olan carvacrol' ün ise %32.9' luk yumurta açılımını engelleme oranıyla thymol' den daha etkin ve en etkili ikinci bileşen olduğu görülmüştür. Carvacrol ve thymol arasındaki farklılığa benzer bir durum da γ -terpinene ve terpinen-4-ol arasında meydana gelmiştir. Yumurta verimine etki bakımından %55.4' lük O.E.İ. değeriyle γ -terpinene (O.E.İ. %49.5)' den daha etkili gözükten terpinen-4-ol, %10.6' lük yumurta açılımını engelleme oranıyla %14.3' lük yumurta açılımını engelleme oranına sahip γ -terpinene' in arkasında kalmıştır. %7.7 ve %8.8' lik yumurta açılımını engelleme oranlarıyla menthol ve *p*-cymene sırasıyla yumurta açılımını engelleme bakımından en düşük etkiye sahip bileşenler olmuşlardır.

Çizelge 4.19' dan da anlaşılacağı üzere *T. cinnabarinus*' un gelişme sürelerine (larvadan ergine gelişme süresi ve ömür uzunluğu) etkileri bakımından uçucu yağ bileşenleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığı, ancak kontrol (4.3 gün) ile karşılaştırıldığında *p*-cymene, menthol ve thymol' ün 4.9 günlük ortalama gelişme süreleriyle larvadan ergine kadar olan gelişme periyodunu biraz uzattığı saptanmıştır. Ayrıca ergin hale geçebilen bireylerin ömür uzunluğunda kontrol (5.7 gün) ile mukayese edildiğinde az da olsa bir kısalma olduğu, ömür uzunluğundaki bu kısalmanın carvacrol, *p*-cymene (her ikisinde de 5.0 gün) ve thymol (5.1 gün)' de daha belirgin olduğu görülmüştür. Bununla birlikte ergin hale geçebilen dişi bireylerin yumurta bırakabildiği fakat kontrolde bırakılan yumurta sayısına göre hayli düşük olduğu saptanmıştır.

4.3. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Fitotoksik Etkisi

Antalya' da seralarda yaygın olarak ekimi yapılan domates, biber, patlıcan ve hıyar bitkileri kullanılarak yapılan fitotoksisite testlerinde 8 uçucu yağ bileşeni 4' erli gruplar halinde test edilmiştir. Testlerde daha önce *T. cinnabarinus* erginlerine karşı yapılan fümigant etki testlerindeki en yüksek ve bir altı dozlar kullanılmıştır. Her bileşen en uzun uygulama süresinde (96 saat) 3 kez test edilmiştir. Uygulama süreleri sonunda her

Çizelge 4.19. Uçucu yağ bileşenlerinin *T. cinnabarinus*' un gelişmesine etkisi

Bileşenler	n	Larvadan ergine kadar olan gelişme süresi (ort.±s.h.)	Ömür uzunluğu (ort.±s.h.)
kontrol	30	4.3±0.1	5.7±0.2
anethole	11	4.5±0.1	5.4±0.3
carvacrol	12	4.5±0.1	5.0±0.3
1,8-cineole	14	4.8±0.1	5.4±0.3
<i>p</i> -cymene	11	4.9±0.1	5.0±0.2
menthol	13	4.9±0.1	5.5±0.4
γ -terpinene	14	4.6±0.1	5.4±0.3
terpinen-4-ol	12	4.8±0.2	5.2±0.3
thymol	11	4.9±0.2	5.1±0.3

n: birey sayısı

bir uçucu yağ bileşeninin 4 bitkide meydana getirdiği toksisite belirtileri izlenip ayrı ayrı kaydedilmiştir (Çizelge 4.20). Tüm testlerde kontrol olarak aseton kullanılmıştır.

En yüksek doz ve en uzun uygulama süresi (96 saat) kullanılarak uçucu yağ bileşenlerinden anethole, carvacrol, *p*-cymene ve thymol ile kurulan testlerden elde edilen sonuçlara göre; carvacrol ve thymol uygulaması yapılan desikatörlerden çıkarılan bitkilerden domates, patlıcan, biber ve hıyar bitkilerinin tümünde don vuruğu benzeri pörsümelerin olduğu ve kurumaların başladığı, pörsüyen yaprakların iki parmak arasında kolayca ezilip dağıldığı fakat her hangi bir fungal gelişmenin olmadığı saptanmıştır. *p*-cymene ve anethole' deki bitkilerle kontroldekilerin tümünün 96 saat sonunda da sağlıklı kaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.20. Uçucu yağ bileşenlerinin 96 saatlik uygulama süresindeki fitotoksik etkileri
(+: fitotoksik, -: fitotoksik değil)

Uçucu yağ bileşeni (Uygulanan dozu) mg/l hava	Test bitkileri			
	Biber	Domates	Hıyar	Patlıcan
anethole				
0.8	-	-	-	-
1.7	-	-	-	-
carvacrol				
0.8	-	-	-	-
1.7	+	+	+	+
1,8-cineole				
6.8	-	-	-	-
13.6	+	+	+	+
p-cymene				
6.8	-	-	-	-
13.6	-	-	-	-
menthol				
6.8	+	+	+	+
13.6	+	+	+	+
γ-terpinene				
6.8	-	-	-	-
13.6	+	+	+	+
terpinen-4-ol				
6.8	+	+	+	+
13.6	+	+	+	+
thymol				
0.8	+	+	+	+
1.7	+	+	+	+

Aynı bileşenlerin en yüksek dozlarının bir altı dozlarıyla ve 96 saatlik uygulama süresi kullanılarak yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre; desikatörlerden çıkarılan bitkiler üzerinde yapılan gözlemlerde thymol' deki bitkilerden domates bitkisinin sürgün ve yaprak aksamının tamamen kurduğu sadece gövdesinin yeşil kaldığı, biber bitkisinin pörsüyüp kurumaya devam ettiği, patlıcanda alt yaprakların kuruyup düştüğü sadece sürgün ucunun yeşil kaldığı, hıyar bitkisinin ise sürgün kısmının iyice pörsüdüğü yaşlı alt yaprakların iyice sarardığı ve kenardan itibaren kurumaya başladığı görülmüştür. Diğer 3 bileşendeki ve kontroldeki bitkilerin tümünün 96 saat sonunda da sağlıklı kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca hem kontrol hem de bileşenlerin uygulandığı desikatörlerdeki hıyar bitkilerinde toprak üstü kısımlarından ve viyollerin alt taraflarından saçak şeklinde aşırı kılcal köklenme olduğu görülmüştür.

Diğer uçucu yağ bileşenleri olan 1,8-cineole, menthol, γ-terpinene ve terpinen-4-ol ile en yüksek doz (4 bileşen için de 13.6 mg/l hava) ve 96 saatlik uygulama süresi

kullanılarak yapılan testler sonucu açılan desikatörlerden çıkarılan bitkilerden kontrol dışındaki tümünün don vuruğu benzeri iyice pörsüyüp kurudukları, yalnız γ -terpinene' deki pörsümenin diğer 3 bileşene göre daha az olduğu, 1,8-cineole' deki bitkilerden özellikle hiyarda yaprakların kirli beyaza kaçan sararmaların olduğu ancak damarların yeşil kaldığı görölmüştür.

1,8-cineole, menthol, γ -terpinene ve terpinen-4-ol ile en yüksek dozun bir altı olan dozlar (4 bileşen için de 6.8 mg/l hava) ve 96 saatlik uygulama süresi kullanılarak yapılan fitotoksosite testleri sonucu: açılan desikatörlerden çıkartılan bitkilerden terpinen-4-ol' dekilerin iyice pörsüyüp kuruduğu, gövdelerinin kırılıp yattığı; menthol' deki bitkilerin iyice pörsüdüğu, yapraklarının kuruyup döküldüğu fakat gövdelerinin sağlam kaldığı; 1,8-cineole ve γ -terpinene ile kontroldeki bitkilerin tümünün uygulama süresi sonunda da sağlıklı olduğu görölmüştür.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, uçucu yağ bileşenleri olan anethole, carvacrol, 1,8-cineole, *p*-cymene, menthol, γ -terpinene, terpinen-4-ol ve thymol' ün ambar zararlılarından *S. oryzae*' nin erginleri, *T. confusum*' un ergin ve yumurtaları ile *E. kuehniella*' nin larva ve yumurtalarına karşı fümigant etkisi test edilmiştir. Ayrıca *T. confusum*' un ergin dişileri kullanılarak uçucu yağ bileşenlerinin repellent etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra yapılan diğer bir çalışmayla uçucu yağ bileşenlerinin Antalya' daki seralarda önemli maddi kayıplara yol açan *T. cinnabarinus*' un ergin ve yumurtalarına, *A. gossypii*' nin kanatsız parthenogenetik erginlerine ve *F. occidentalis*' in olgun larvalarına karşı fümigant; ayrıca *T. cinnabarinus*' un çoğalma ve gelişmesini engelleyici etkileri araştırılmıştır.

Ambar zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen sonuçlara göre; toksisitenin uçucu yağ bileşenine, türe, gelişme dönemine, muamele dozu ve süresine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Uçucu yağ bileşenleri ambar zararlılarına fümigant etkileri bakımından 2 grupta incelenebilir.

1. Grup: Çok toksik olanlar; bu gruba giren bileşenler anethole, carvacrol, thymol ve γ -terpinene' dir. Bu bileşenlerden özellikle anethole' ün *E. kuehniella* larvaları dışında test edilen diğer tüm böcek tür ve dönemlerine karşı son derece toksik olduğu, hatta 23.1, 46.2, 92.4 ve 184.8 mg/l hava dozlarında 8 kat indirime gidildiği halde uygulandığı yeni dozlar olan 2.9, 5.8, 11.6 ve 23.1 mg/l havada bile hayli etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; uygulandığı en yüksek doz olan 23.1 mg/l havada *S. oryzae* erginlerinde, *T. confusum* ve *E. kuehniella* yumurtalarında tüm uygulama sürelerinde %100; *T. confusum* erginlerinde 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik en kısa uygulama süresinde %95.7' lik ölümler meydana getirebilmiştir. Ancak *E. kuehniella* larvalarında uygulandığı dozların en yükseği olan 184.8 mg/l havada tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm sağlarken, diğer tür ve dönemlere karşı en yüksek doz olarak uygulandığı 23.1 mg/l havayla 24 saatlik uygulama süresinde %23.3, 48 saatlik uygulama süresinde %27.2, 96 saatlik en uzun uygulama süresi sonunda da ancak %36.9' luk ölümler meydana getirebilmiştir. Ho vd (1997) *Illicium verum* (yıldız anason) bitkisinin uçucu yağının ana bileşeni olan anethole' ün iki ambar zararlısı *T.*

castaneum ve *S. zeamais*' in değişik dönemlerine karşı fümigant etkisini test etmişler; test sonuçlarına göre *T. castaneum* erginlerinin fümigant toksisite bakımından en hassas dönem, *T. castaneum* yumurtalarının ise kontakt toksisite bakımından en hassas dönem olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlarla tarafımızdan elde edilen sonuçlar arasında test edilen türler farklı olmasına rağmen az çok uygunluk sağlanmıştır. Diğer etkili bileşenler olan carvacrol ve thymol' ün de son derece toksik olduğu görülmüş ve uygulama dozları bu iki bileşen için 4 kat düşürülerek 5.8, 11.6, 23.1 ve 46.2 mg/l hava olarak kullanılmıştır. Carvacrol ve thymol *E. kuehniella* larvaları dışında kullanıldıkları en yüksek doz olan 46.2 mg/l havada *S. oryzae* erginlerinde en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda sırasıyla %96.4 ve %99.2; *T. confusum* erginlerinde %94.1 ve %79.2; *T. confusum* yumurtalarında %97.3 ve %92.8; *E. kuehniella* yumurtalarında her iki bileşen de %100 ölümler meydana getirmişlerdir. Anethole' de olduğu gibi carvacrol ve thymol de *E. kuehniella* larvalarına karşı yüksek dozlarda kullanılmış, carvacrol en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm sağlarken thymol aynı dozla 24 saatlik uygulama süresinde %91.5, 48 saatlik uygulama süresinde %93.9 ve en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda ise %98.3 oranında ölümler meydana getirmiştir. Bu iki bileşen diğer tür ve gelişme dönemlerine karşı en yüksek doz olarak kullanıldıkları 46.2 mg/l havayla en uzun uygulama süresi olan 96 saat sonunda *E. kuehniella* larvalarında sırasıyla ancak %59.5 ve %35.1' lik ölümler meydana getirebilmişlerdir. Etkili bileşenlerden bir diğeri olan γ -terpinene için dozlar 2 kat düşürülerek 11.6, 23.1, 46.2 ve 92.4 mg/l hava olarak uygulanmıştır. γ -terpinene *E. kuehniella* larvaları hariç diğer tür ve gelişme dönemlerine karşı kullanıldığı en yüksek doz olan 92.4 mg/l havada *S. oryzae* erginlerinde, *T. confusum* ve *E. kuehniella* yumurtalarında tüm uygulama sürelerinde %100; *T. confusum* erginlerinde 24 saatlik uygulama süresinde %98.3, 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100 ölüm oranları meydana getirmiştir. Ancak γ -terpinene yüksek dozlarda kullanıldığı *E. kuehniella* larvalarında en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla 24 saatte %85.0, 48 saatte %98.0 ve 96 saatlik uygulama süresinde %100 ölümler sağlarken diğer tür ve gelişme dönemlerine karşı en yüksek doz olarak uygulandığı 92.4 mg/l havada en uzun uygulama süresinde ancak %69.6 oranında ölüm meydana getirebilmiştir.

2. Grup: Orta ya da az toksik olanlar; bu gruba giren uçucu yağ bileşenleri 1,8-cineole, *p*-cymene, menthol ve terpinen-4-ol' dür. Bu 4 bileşenden de *p*-cymene' nin

kullanıldığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havada hayli etkili olduğu, öyleki *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerinde, *E. kuehniella* yumurtalarında tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm sağladığı görülmüştür. Yine aynı bileşen *T. confusum* yumurtalarında 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik en kısa uygulama süresinde %99.2 oranında ölümler meydana getirebilmiştir. Orta derece etkili bileşenlerden olan terpinen-4-ol' ün bazı tür ve gelişme dönemlerine karşı etkisinin yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin; uygulandığı en yüksek doz olan 184.8 mg/l havayla *S. oryzae* erginlerinde 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik uygulama süresinde %99.1; *T. confusum* erginlerinde 96 saatlik uygulama süresinde %100, 24 ve 48 saatlik uygulama sürelerinde sırasıyla %97.4 ve %99.1; *T. confusum* ve *E. kuehniella* yumurtalarında 96 saatlik uygulama süresinde %87.6' lık ölümler meydana getirebilmiştir. Böcek tür ve gelişme dönemlerine fümigant etkileri bakımından 1,8-cineole ve menthol' ün son iki sırayı aldığı bunlardan özellikle menthol' ün bir çok dönemde %50' yi bile bulmayan ölümler sağlayabildiği görülmüştür. Bildirilen tüm bu sonuçlarla daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasında son derece uygunluk sağlanmıştır. Örneğin; Saraç ve Tunç (1995a) tarafından yapılan bir çalışmada *Pimpinella anisum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Thymbra spicata* var. *spicata* ve *Satureja thymbra* uçucu yağlarının ambar zararlılarından *T. confusum* ve *S. oryzae*' nin erginlerine ve *E. kuehniella*' nin son dönem larvalarına karşı hayli toksik olduğu, ancak *P. anisum* uçucu yağının test edilen tüm dönemlere karşı daha kısa muamele sürelerinde bile diğer uçucu yağlardan daha yüksek bir toksisite gösterdiği tespit edilmiştir. LT₅₀ değerleri göz önüne alındığında yağların etkinlik sırasının *P. anisum*>*E. camaldulensis*>*T. spicata*>*S. thymbra* şeklinde olduğu; ancak böcek türlerinin uçucu yağlara karşı hassasiyetliği dikkate alındığında bu sıranın *S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-son dönem larva şeklinde olduğu saptanmıştır (Saraç 1993). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında kullanılan 8 uçucu yağ bileşeninin ambar zararlılarına toksisitesinin en etkiliden daha aza doğru: anethole>carvacrol>thymol>γ-terpinene>p-cymene>terpinen-4-ol>1,8-cineole>menthol şeklinde olduğu; böcek tür ve gelişme dönemlerinin hassasiyetlik sırasının ise: *S. oryzae*-ergin (bazı bileşenler için *E. kuehniella*-yumurta)>*T. confusum*-yumurta>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva şeklinde olduğu görülmüştür. Buradan anason uçucu yağının ana bileşeni olan anethole, kekik uçucu yağlarının ana bileşenleri olan carvacrol, thymol, γ-terpinene ve p-cymene'

in yüksek bir toksisiteye sahip oldukları; ökaliptus yağının ana bileşeni olan 1,8-cineole (=eucalyptol)' ün toksisitesinin ise hayli düşük düzeyde kaldığı ortaya çıkmıştır. Bir önceki çalışmayla bağlantı kurulduğunda anason ve kekik uçucu yağlarının gösterdikleri yüksek toksisitenin içerdikleri bu ana bileşenlerine atfedilebileceği kuvvetle muhtemeldir. Sözü edilen bir önceki çalışmada olduğu gibi *S. oryzae* erginleri (bazı maddeler için *E. kuehniella* yumurtaları) yine bu çalışmada da en hassas dönem; *E. kuehniella* larvaları ise en dayanıklı gelişme dönemi olmuştur. Tunç vd (2000) tarafından yapılan başka bir çalışmada anason (*P. anisum*), kimyon (*Cuminum cymimum*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), kekik (*Origanum syriacum*) ve ökaliptus (*E. camaldulensis*) uçucu yağlarının fümigant etkisi iki önemli ambar zararlısı *T. confusum* ve *E. kuehniella*' nın 0-24 saatlik yumurtalarına karşı test edilmiş; en yüksek doz olan 196.9 µl/l havada anason uçucu yağı *E. kuehniella*' da 48, 72 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100, 24 saatlik en kısa sürede %88.2 oranlarında ölüm sağlarken; *T. confusum*' da tüm uygulama sürelerinde %100 ölüm meydana getirmiştir. Ökaliptus uçucu yağı aynı dozda *E. kuehniella*' da 24 saatlik uygulama süresinde %40.0, 48 saatte %35.7, 72 saatte %44.5 ve 96 saatte %44.7; *T. confusum*' da 24-96 saatte %17.1-18.7 arasında ölümlere yol açmıştır. Kekik uçucu yağı en yüksek dozda *E. kuehniella*' da 24 saatte %19.9, 48 saatte %24.8, 72 saatte %47.8 ve 96 saatte %88.9 ölümlere yol açarken; *T. confusum*' da 24-96 saatlik uygulama sürelerinde sırasıyla %53.0, %68.1, %75.8 ve %77.1 oranında ölümler meydana getirmiştir. Ana bileşenler kullanılarak yapılan bu çalışmada ise anethole (anason yağının ana bileşeni) en yüksek doz olarak kullanıldığı 23.1 mg/l havada her iki türün 0-24 saatlik yumurtalarında 24-96 saatlik tüm uygulama sürelerinde %100 ölümler sağlarken; carvacrol ve thymol (kekik uçucu yağlarının iki ana bileşeni) en yüksek doz olarak uygulandıkları 46.2 mg/l havada *E. kuehniella*' da 24, 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde sırasıyla %96.5, %99.1, %100 ve %97.4, %100, %100' lük ölümlere yol açmışlardır. Aynı bileşenler *T. confusum*' da aynı uygulama sürelerinde sırasıyla %72.1, %90.2, %97.3 ve %74.8, %80.7, %92.8 oranlarında ölümler meydana getirmişlerdir. 1,8-cineole (ökaliptus yağının ana bileşeni)' ün etkisi ise uçucu yağında olduğu gibi düşük düzeyde kalmış, en yüksek doz olarak uygulandığı 184.8 mg/l havayla *E. kuehniella*' da 24, 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde sırasıyla %61.8, %80.0 ve %92.0 oranlarında ölümler sağlarken; *T. confusum*' da aynı uygulama sürelerinde sırasıyla %73.1, %87.8 ve %86.8

oranlarında ölümler meydana getirmiştir. Ayrıca buradan da anlaşılacağı gibi uçucu yağların ana bileşenlerinin içinde buldukları uçucu yağlara göre çok daha düşük dozlarda yüksek aktivite gösterebildikleri, aynı mücadele düzeyine ulaşabilmek için uçucu yağların daha yüksek miktarlarda kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Y-tüp olfaktometre yardımıyla *T. confusum* ergin dişileri kullanılarak yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen sonuçlara göre anethole' ün fümigant etki testlerinde olduğu gibi yine en yüksek repellent etkiye sahip olduğu, bunun aksine fümigant etki testlerinde fazla etkili olmayan 1,8-cineole' ün anethole' den sonra en yüksek ikinci repellent etkiye sahip bileşen olduğu görülmüştür. Yine aynı şekilde fümigant testlerde en düşük etkiye sahip bileşen olan menthol' ün yüksek düzeye yakın repellent etki göstermesi; bileşenlerin fümigant etkisiyle repellent etkileri arasında her zaman doğru bir ilişkinin olmadığını göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla literatürde bildirilenler arasında az çok uygunluk sağlanmıştır. Örneğin; Ho vd (1997) *Illicium verum* (yıldız anason) bitkisinin uçucu yağı ve onun ana bileşeni olan anethole' ün repellent etkisini iki ambar zararlısı olan *T. castaneum* ve *S. zeamais* erginlerine karşı test etmişler; test sonuçlarına göre anethole' ün her iki türün erginlerine karşı çok zayıf repellent etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Yaptığımız çalışmalarda ise anethole' ün *T. confusum* erginlerine karşı en yüksek repellent etkiye sahip bileşen olduğu tespit edilmiştir. Repellent etkideki bu çelişkinin kullanılan anethole' ün saflığı, solüsyonların hazırlanmasında kullanılan çözücülerin farklı olması, test ortamı, muamele dozu ve süresi, kullanılan test böceklerinin türü ve cinsiyetlerinin farklı olması, bir tekerrürde kullanılan böcek sayısı, test düzenekleri vb. hususlardaki farklılıklardan kaynaklanabileceği muhtemeldir. Nitekim Shukla vd (1989) Y-tüp olfaktometre yardımıyla *Foeniculum vulgare* ve *Pimpinella anisum* uçucu yağları ile anethole' ün ambar zararlılarından *T. castaneum*' a karşı repellent etkilerini test etmişler; test edilen her 3 madde de *T. castaneum*' a karşı repellent etkiye sahip olup anethole en yüksek, *F. vulgare* uçucu yağı ise en düşük repellent etki gösteren madde olmuştur. Hori ve Komatsu (1997) da biberiye (rosemary) uçucu yağının ve onun 13 bileşeninin soğan afidi *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae)' ya karşı repellent etkilerini test etmişler; elde ettikleri sonuçlara göre biberiye uçucu yağının afidlere karşı tercih ettikleri konukçuları olan *Allium fistulosum* ve *A. tuberosum* üzerinde bulunmaları durumunda bile son derece repellent etkiye sahip

olduğunu; biberiye uçucu yağının repellentlik özelliğinin içerisindeki ana bileşeni olan ve %48 oranında bulunan 1,8-cineole' den kaynaklandığını, çünkü biberiye uçucu yağının ana bileşenleriyle yapılan repellentlik testlerinde en yüksek repellent etkiye sahip bileşenin 1,8-cineole olduğunu bildirmişlerdir. Hatta afidin tercih ettiği konukçulardan olan ve kokusu afidler için çekici olan *A. tuberosum* bitkisinin uçucu yağıyla 1,8-cineole karışımının bile oldukça yüksek repellent etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Saraç ve Tunç (1995b) da *P. anisum*, *E. camaldulensis*, *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların tümünün *S. oryzae* erginlerine karşı besin tercih testlerinde repellent etkiye sahip olduğunu, ancak *P. anisum* uçucu yağının en yüksek repellent etkiye sahip olduğunu bunu sırasıyla *E. camaldulensis*, *T. spicata* var. *spicata* ve *S. thymbra* uçucu yağlarının izlediğini bildirmişlerdir. Daha önce de değinildiği gibi bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre anethole ve 1,8-cineole sırasıyla en yüksek repellent etkiye sahip iki bileşen olmuştur. Anethole' ün *P. anisum*' un; 1,8-cineole' ün ise *E. camaldulensis* uçucu yağının ana bileşeni olduğu dikkate alındığında bir önceki çalışmayla bu çalışmadan elde edilen sonuçların birbirine ne kadar yakın olduğu ortaya çıkmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin önemli sera zararlılarından olan *A. gossypii*, *T. cinnabarimus* ve *F. occidentalis*' in değişik gelişme dönemlerine karşı fümigant etkilerini belirlemek amacıyla yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre ambar zararlılarında olduğu gibi toksisitenin türe, gelişme dönemine, muamele dozu ve süresine ve uçucu yağ bileşenine göre değiştiği görülmüştür. Yapılan ön denemelerle 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozları sera zararlıları için uygun dozlar olarak kabul edilmiştir. Ambar zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinde de son derece etkili bileşenler olan anethole, carvacrol ve thymol' ün uygulandıkları dozlarda *A. gossypii* ve *T. cinnabarimus* erginlerine karşı aşırı toksik olduğu görülmüş ve dozlar 8 kat indirilerek 0.2, 0.4, 0.8 ve 1.7 mg/l hava olarak kullanılmıştır. Uygulandıkları en yüksek doz olan 1.7 mg/l havada en uzun uygulama süresinde anethole ve carvacrol *A. gossypii* erginlerinde %100 ölüme sebep olurken thymol %92.2' lik bir ölüm meydana getirmiştir. Etkili bileşenlerden olan *p*-cymene ve γ -terpinene en yüksek doz olarak uygulandıkları 13.6 mg/l havada ve 96 saatlik uygulama süresinde %100 ölüme sebep olmuşlardır. Diğer bileşenlerden menthol, 1,8-cineole ve terpinen-4-ol ise %44.7-64.0 arasında değişen ölümler sağlayabilmişlerdir. Tüm bileşenlerin 1.7, 3.4, 6.8 ve 13.6 mg/l hava dozlarında

kullanıldığı *F. occidentalis* larvalarının uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına son derece dayanıklı olduğu, en yüksek doz ve en uzun uygulama süresi de dahil hiç bir bileşenin %50' yi aşabilen ölüm sağlayamadığı görülmüştür. Yapılan ön denemelerde bu dozların 2 katına çıkıldığı halde ölüm oranında kayda değer bir artışın olmadığı saptanmış, yapılacak mücadelenin ekonomik tarafı ve fitotoksisite problemi de dikkate alınarak dozlarda daha fazla artışa gidilmeyip ilk kullanılan dozlar esas alınmıştır. Sera zararlılarından *T. cinnabarinus* erginlerine karşı tüm bileşenler *A. gossypii* erginlerine karşı uygulandığı dozlarda kullanılmıştır. Anethole, carvacrol ve thymol' ün düşürülmüş dozlarına rağmen yine de hayli toksik olduğu görülmüş, öyleki uygulandıkları en yüksek doz olan 1.7 mg/l havada en uzun uygulama süresinde sırasıyla %100, %86.3 ve %79.4 oranında ölümler meydana getirebilmişlerdir. Diğer bileşenlerden *p*-cymene 13.6 mg/l havalık en yüksek dozda 48 ve 96 saatlik uygulama sürelerinde %100 ölümler sağlarken, γ -terpinene ve terpinen-4-ol aynı dozda ve en uzun sürede sırasıyla %95.6 ve %76.3 oranlarında ölümler meydana getirmişlerdir. Diğer bileşenler olan menthol ve 1,8-cineole ise %50' yi bile bulmayan ölümlere sebep olmuşlardır. *T. cinnabarinus* yumurtalarına karşı uçucu yağ bileşenlerinden anethole, carvacrol ve thymol için dozlar iki katına çıkarılarak 0.4, 0.8, 1.7 ve 3.4 mg/l hava olarak uygulanmıştır. Uygulandıkları bu dozlarda anethole en yüksek doz ve en uzun uygulama süresinde %77.7 ölüme yol açarken, carvacrol ve thymol sırasıyla %61.2 ve %57.8' lik ölümler sağlamışlardır. Ön denemelerle belirlenen dozlar seviyesinde kullanılan diğer bileşenlerden sadece γ -terpinene ancak en yüksek doz ve en uzun uygulama süresinde %50' yi aşabilen ölüm meydana getirebilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen tüm bu sonuçlarla literatürde bildirilenler arasında yakın benzerlikler olduğu görülmüştür. Öyleki, Gengaihi vd (1996) buharlı distilasyon yoluyla elde ettikleri kekik uçucu yağının ve ticari firmalardan satın aldıkları onun ana bileşenlerinden thymol' ün *Tetranychus urticae*' ye karşı toksik etkiye sahip olduklarını ve her iki maddenin de yüksek konsantrasyonlarda %100 ölüm meydana getirdiğini fakat düşük konsantrasyonlarda thymol' ün kekik uçucu yağından daha etkili olduğunu saptamışlardır. Tunç ve Şahinkaya (1998) tarafından yapılan çalışmada Kimyon (*Cuminum cyminum*), anason (*Pimpinella anisum*), kekik (*Origanum syriacum* var *bevanii*) ve ökaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların iki önemli sera zararlısı *T. cinnabarinus* ve *A. gossypii*' ye karşı toksik olduğu,

LT₅₀ ve LT₉₉ değerleri dikkate alındığında genelde toksisitenin kimyon>anason>kekik>ökaliptus şeklinde bir sıra oluşturduğu, *A. gossypii*' nin *T. cinnabarinus*' a göre genelde uçucu yağlara daha hassas olduğu görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ise; uçucu yağ bileşenlerinden anethole, carvacrol ve thymol' ün hem *T. cinnabarinus* hem de *A. gossypii*' ye karşı son derece toksik olduğu, 1,8-cineole' ün ise her iki zararlıya karşı daha düşük toksisite gösterdiği ortaya çıkmıştır. Anethole' ün anason uçucu yağının ana bileşeni, carvacrol ve thymol' ün kekik uçucu yağının iki ana bileşeni, 1,8-cineole (=eucalyptol)' ün ise ökaliptus uçucu yağının ana bileşeni olduğu dikkate alındığında her iki çalışmadan elde edilen sonuçların birbirine çok yakın sonuçlar olduğu ortaya çıkmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkilerinin belirlenmesinde *T. cinnabarinus* kullanılmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlara göre yumurta verimi üzerine en etkili bileşenin anethole olduğu (ovipozisyon engelleme indeksi %90.4), anethole' den sonra diğer etkili bir bileşen olan thymol' ün %68.7' lik O.E.I. değeriyle en etkili ikinci bileşen olduğu görülmüştür. Fümigant etki testlerinin en etkili bileşenlerinden olan carvacrol' ün ise thymol' den sonra üçüncü sırayı aldığı (ovipozisyon engelleme indeksi %66.8); fakat yumurta açılımına etki bakımından carvacrol' ün anethole' den sonra en etkili ikinci bileşen (yumurta açılımını engelleme oranları sırasıyla %65.9 ve %32.9) olduğu görülmüştür. El-Gengaihi vd (1996) kekik uçucu yağı ve onun ana bileşenlerinden olan thymol' ün farklı konsantrasyonlarda (%1, 0.5, 0.25, 0.125 ve 0.0625) *T. urticae*' ye karşı kontakt toksisitesini ve yumurta verimi üzerine olan etkilerini test etmişler; elde ettikleri sonuçlara göre thymol' ün kekik uçucu yağından daha etkin olduğunu, öyleki thymol' ün tüm konsantrasyonlarda ovipozisyon engelleme indeksinin %100, buna karşılık kekik uçucu yağının sadece en yüksek konsantrasyonda %100 ovipozisyon engelleme indeksine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada thymol' ün ovipozisyon engelleme indeksi %68.7 olarak bulunmuştur. Sonuçlardaki bu çelişkinin testlerde kullanılan kırmızı örümcek türünün farklı olmasından, uygulama dozu ve süresindeki farklılıktan, test ortamı ve kullanılan test bitkilerinin farklı olması vb. hususlardan kaynaklanmış olabileceği muhtemeldir. Regnault-Roger ve Hamraoui (1995) bazı uçucu yağ bileşenlerinin çoğalma ve gelişmeyi engelleyici etkilerini tohum böceklerinden *Acanthoscelides obtectus*' a karşı test etmişler; elde ettikleri sonuçlara göre carvacrol, thymol, anethole,

eugenol, linalool ve terpineol hem yumurta verimi hem de yumurta açılımına etkileri bakımından en etkili bileşenler olmuşlardır. Ancak yumurta verimine etki bakımından carvacrol' ün anethole' den daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarda ise anethole, thymol ve carvacrol' ün *T. cinnabarinus*' un yumurta verimi üzerine en etkili bileşenler olduğu, ancak carvacrol' ün etki bakımından anethole' ün gerisinde kaldığı görülmüştür. Sonuçlardaki bu farklılığın büyük bir ihtimalle testlerde kullanılan zararlıların farklı türler olmasından kaynaklanmış olması muhtemeldir.

Antalya'da en çok ekimi yapılan 4 değişik sera bitkisi (domates için H 2274, biber için Demre sivrisi, patlıcan için Pala patlıcan ve hıyar için Beith Alpha çeşitleri) kullanılarak yapılan fitotoksosite testlerinde menthol, terpinen-4-ol ve thymol uygulandıkları her iki doz seviyesinde de (menthol ve terpinen-4-ol için 6.8 ve 13.6; thymol için 0.8 ve 1.7mg/l hava) tüm bitki çeşitlerine toksisite gösterirken, anethole ve *p-cymene*' in her iki doz seviyesinde de (anethole için 0.8 ve 1.7, *p-cymene* için 6.8 ve 13.6 mg/l hava) hiçbir toksik belirtisi görülmemiştir. Tunç ve şahinkaya (1998) tarafından yapılan çalışmada kimyon (*C. cuminum*) ve anason (*P. anisum*) uçucu yağlarının test edilen tüm bitkilere (domates, fasulye ve hıyar) toksik; kekik (*O. syriacum* var *bevanii*) uçucu yağının sadece domatese toksik; ökalıptus (*E. camaldulensis*) uçucu yağının ise hiç toksik olmadığı görülmüştür. Bu uçucu yağların ana bileşenleri dikkate alındığında sonuçlardaki bu çelişkinin testlerde kullanılan bitkilerin farklı çeşitler olması, uygulama dozu, bitki yaşı vb hususlardan kaynaklanmış olabileceği muhtemeldir.

Uçucu yağlar ve bileşenlerinin böceklere karşı gösterdiği bu biyolojik aktivitenin diğer sıcak kanlıları nasıl etkilediği hakkında çok az şey bilinmektedir. Schilcher (1985) uçucu yağların external (kontakt) uygulama yoluyla ateş düşürücü (thymol), antiseptik (anason, nane, lavanta çiçeği, limon, ve kekik uçucu yağları ile menthol, citral, camphor, eugenol ve thymol gibi ana bileşenler kuvvetli antibakteriyel özelliğe sahip), koku giderici (deodorant), insektisid ve repellent; oral uygulama yoluyla balgam söktürücü (anason, ökalıptus ve kekik uçucu yağları ile camphor, thymol ve menthol), iştah açıcı, sinir bozucu, gaz giderici, kas gevşetici (rezene, portakal, nane, balsan ve kimyon uçucu yağları), ateş düşürücü, idrar yaptırıcı (ardıç uçucu yağı ve terpinen-4-ol),

antiseptik, ağrı kesici (balsan yağı) ve dolaşımı teşvik edici (biberiye, lavanta çiçeği ve nane uçucu yağları ile borneol, 1,8-cineole ve camphor) etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Ancak tüm bu olumlu etkilerinin yanında bazı yan etkilerinin de olduğunu; bunlardan en önemlilerinin allerjik reaksiyonlar (kimyon, terementi, lavanta, balsan, maydanoz, nane ve adaçayı uçucu yağları), uyuşturucu (*Thuja* spp. uçucu yağları ile α - ve β -thujone), böbreklere (ardıç ve sandal ağacı uçucu yağları ile terpinen-4-ol) ve karaciğere (terementi yağı ile thujone ve thymol) toksisite ve karsinojenik etkiler (*Acorus calamus* ve *Sassafras albidum* uçucu yağları ile ana bileşenleri olan β -aserone ve safrole) olduğunu bildirmiştir.

6. SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre uçucu yağ bileşenleri olan anethole, carvacrol, 1,8-cineole (=eucalyptol), *p*-cymene, menthol, γ -terpinene, terpinen-4-ol ve thymol' ün ambar zararlılarından *S. oryzae*, *T. confusum* ve *E. kuehniella*' nın test edilen tüm gelişme dönemlerine karşı az yada çok toksik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Toksisitenin türe, gelişme dönemine, muamele dozu ve süresine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Böcek tür ve gelişme dönemlerinin uçucu yağ bileşenlerine karşı hassasiyetlik durumu dikkate alındığında bunun maddeden maddeye değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağ bileşenleri tek tek ele alınacak olursa;

Anethole' e hassasiyetleri bakımından böcek tür ve gelişme dönemlerinin en hassas olandan daha aza doğru şöyle bir sıra oluşturduğu görülmüştür: *S. oryzae*-ergin>*E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva.

Carvacrol' e karşı hassasiyetin: *E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva şeklinde olduğu görülmüştür.

1,8-cineole' e karşı hassiyet şu şekilde olmuştur: *S. oryzae*-ergin>*E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta> *T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva.

p-cymene' e olan hassasiyet ise: *S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*E. kuehniella*-larva şeklinde olmuştur.

Menthol' e karşı hassasiyetlik: *S. oryzae*-ergin>*E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva şeklinde olmuştur.

γ -terpinene' e olan hassasiyetlik ise: *E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva şeklinde ortaya çıkmıştır.

Terpinen-4-ol' e karşı olan hassasiyet şöyle olmuştur: *S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-yumurta>*T. confusum*-yumurta>*E. kuehniella*-larva.

Thymol buharlarına karşı olan hassasiyet ise: *E. kuehniella*-yumurta>*S. oryzae*-ergin>*T. confusum*-yumurta>*T. confusum*-ergin>*E. kuehniella*-larva şeklinde olmuştur.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere böcek tür ve gelişme dönemleri arasında en hassas olanlarının *S. oryzae*-ergin ve *E. kuehniella*-yumurta, en dayanıklı olanın ise *E. kuehniella*-larva olduğu görülmüştür.

Sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen sonuçlara göre ambar zararlılarında olduğu gibi toksisitenin türe, gelişme dönemine, muamele dozu ve süresine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Zararlı tür ve gelişme dönemlerinin uçucu yağ bileşenlerine karşı hassasiyetlik durumu dikkate alındığında bunun maddeden maddeye değişiklik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Uçucu yağ bileşenleri tek tek ele alınacak olursa;

Anethole buharlarına hassasiyetlik bakımından zararlı tür ve gelişme dönemlerinin şöyle bir sıra oluşturduğu tespit edilmiştir: *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva.

Carvacrol' e karşı hassasiyetin: *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva şeklinde olduğu görülmüştür.

1,8-cineole' e karşı hassasiyet şu şekilde olmuştur: *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva.

p-cymene' e olan hassasiyet ise: *T. cinnabarinus*-ergin> *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva şeklinde olmuştur.

Menthol' e karşı hassasiyetlik: *T. cinnabarinus*-ergin> *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva şeklinde olmuştur.

γ -terpinene' e olan hassasiyetlik ise: *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva şeklinde olmuştur.

Terpinen-4-ol' e karşı olan hassasiyetlik sırası şöyle olmuştur: *T. cinnabarinus*-ergin> *A. gossypii*-ergin>*T. cinnabarinus*-yumurta>*F. occidentalis*-larva.

Thymol buharlarına karşı olan hassasiyetlik ise: *A. gossypii*–ergin>*T. cinnabarinus*–ergin>*T. cinnabarinus*–yumurta>*F. occidentalis*–larva şeklinde ortaya çıkmıştır.

Tüm bu dizilişlerden uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına hassasiyetlik bakımından en hassas olan tür ve gelişme dönemlerinin *A. gossypii* ve *T. cinnabarinus* erginleri olduğu, en dayanıklı gelişme döneminin ise *F. occidentalis* larvalarının olduğu anlaşılmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin ambar ve sera zararlılarına karşı toksisiteleri birlikte değerlendirildiğinde; uçucu yağ bileşenlerinin sera zararlılarına karşı çok daha düşük dozlarda etkili olduğu halde, ambar zararlılarında aynı mücadele düzeyine ulaşmak için çok daha yüksek dozların kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmadan çıkarılan diğer önemli bir nokta da; uçucu yağ bileşenlerinin içinde buldukları uçucu yağlardan daha yüksek biyolojik aktiviteye sahip olmalarıdır. Gerek tarafımızdan daha önce yapılan gerekse başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla da bu husus teyid edilmiştir.

Daha sonra gerek tarafımızdan gerekse diğer araştırmacılar tarafından yapılacak çalışmalarla halen günümüzde zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan insan ve çevre sağlığını tehdit eden kimyasal maddelere yani pestisidlere alternatif olabilecek yeni güvenli bileşiklerin ortaya çıkacağı muhtemeldir.

7. KAYNAKLAR

- ABBOTT, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- ALONSO-AMELOT, M.E., AVILA, J.L., OTERO, L.D., MORA, F. and WOLF, B. 1994. A new bioassay for testing plant extracts and pure compounds using red flour beetle *Tribolium castaneum* Herbst. *J. Chem. Ecol.*, 20(5): 1161-1177.
- BENNER, J.P. 1993. Pesticidal compounds from higher plants. *Pestic. Sci.*, 39: 95-102.
- DIMEYTRY, N.Z., EL-GENGAIHI, S., REDA, A.S. and AMER, S.A.A. 1990. Toxicity of some compounds isolated from *Abrus precatorius* L. seeds towards the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia*, 31(4): 361-366.
- ECEVİT, O. 1977. Probit analiz metodunun değiştirilmiş şeklinin uygulaması ve dört akar, *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae), *Neoseiulus fallacis*, *Agistemus fleschneri* (Acarina: Phytoseiidae, Stigmaeidae) üzerinde mukavemet çalışmaları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No. 507, Ziraat Fakültesi Yayınları No.233, Araştırma Serisi No.150, 51s.
- EL-GENGAIHI, S.E., AMER, S.A.A. and MOHAMED, S.M. 1996. Biological activity of thyme oil and thymol against *Tetranychus urticae* Koch. *Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69: 157-159.
- HASSANALI, A., LWANDE, W., OLE-SITAYO, N., MOREKA, L., NOKOE, S. and CHAPYA, A. 1990. Weevil repellent constituents of *Ocimum suave* leaves and *Eugenia caryophyllata* cloves used as grain protectants in parts of eastern Africa. *Discovery and Innovation*, 2(2): 91-95.
- HO, S.H., MA, Y. and HUANG, Y. 1997. Anethole, a potential insecticide from *Ilicium verum* Hook F., against two stored product insects. *International Pest Control*, 39(2): 50-51.

- HORI, M. and KOMATSU, H. 1997. Repellency of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera, Aphididae). *Appl. Entomol. Zool.*, 32(2): 303-310.
- LEE, S., TSAO, R., PETERSON, C. and COATS, J.R. 1997. Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), and two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae), and house fly (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.*, 90(4): 883-892.
- LEE, S.G., KIM, S.I., AHN, Y.J., KIM, J.B. and LEE, B.Y. 1997. Effectiveness of carvacrol derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust against *Thecodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae). *Pestic. Sci.*, 49(2): 119-124.
- LUNDGREN, L. 1975. Natural plant chemicals acting as oviposition deterrents on cabbage butterflies [*Pieris brassicae* (L.), *P. rapae* (L.) and *P. napi* (L.)]. *Zoologica Scripta.*, 4: 253-258.
- MANSOUR, F., RAVID, U. and PUTIEVSKY, E. 1986. Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14(2): 137-142.
- McDONALD, L.L., GUY, R.H. and SPEIRS, R.D. 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects. I. Marketing research report, Department of Agriculture. No. 882, 8 p.
- MWANGI, J.W., ADDAE-MENSAH, I., MURIUKI, G., MUNAVU, R., LWANDE, W. and HASSANALI, A. 1992. Essential oils of *Lippia* species in Kenya. IV: maize weevil (*Sitophilus zeamais*) repellency and larvicidal activity. *Int. Pharmacognosy*, 30(1): 9-16.
- NDUNGU, M., LWANDE, W., HASSANALI, A., MOREKA, L. and CHHABRA, S.C. 1995. *Cleome monophylla* essential oil and its constituents as tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and maize weevil (*Sitophilus zeamais*)

- repellents. *Ent. Exp. et Appl.*, 76: 217-222.
- OBENG-OFORI, D., ADLER, C. and REICHMUTH, C. 1997. Toxicity and repellency of 1,8-cineole, eugenol and camphor against stored product insects. *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.*, 11: 1-6, 259-264.
- OBENG-OFORI, D., REICHMUTH, C.H., BEKELE, J. and HASSANALI, A. 1997. Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *J. Appl. Ent.*, 121: 237-243.
- PERRUCCI, S. 1995. Acaricidal activity of some essential oils and their constituents against *Tyrophagus longior*, a mite of stored food. *J. Food Protec.*, 58(5): 560-563.
- REGNAULT-ROGER, C. and 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.). *J. stored Prod. Res.*, 31(4): 291-299.
- RICE, P.J., and COATS, J.R. 1994. Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Dip.: Muscidae), red flour beetle (CoL.: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Col.: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 87(5): 1172-1179.
- SARAÇ, A. 1993. Çeşitli bitki ekstraktlarının bazı ambar zararlısı böcek türlerine insektisit ve repellent etkisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Ents. 58 s.
- SARAÇ, A. and TUNÇ, İ. 1995a. Toxicity of essential oils vapours to stored product insects. *Z. Pflkrankh. Pflschutz.*, 102: 69-74.
- SARAÇ, A. and TUNÇ, İ. 1995b. Residual toxicity and repellency of essential oils to stored product insects. *Z. Pflkrankh. Pflschutz.*, 102 (4): 429-434.

- SCHILCHER, H. 1985. Effects and side-effects of essential oils. (From: essential oils and aromatic plants). A. Baerheim Svendsen and J.J.C. Scheffer (eds), ISBN 90-247-3195-X, 217-231.
- SCHMITT, A. 1994. Plant extracts as pest and disease control agents. Proceedings of the international meeting. Trento, 2-3 June, 264-272.
- SCHMIDT, G.H. and STRELOKE, M. 1994. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) oil and its main component β -Asarone on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col. Bostrichidae). *J. stored Prod. Res.*, 30(3): 227-235.
- SHAAYA, E., RAVID, U., PASTER, N., JUVEN, B., ZISMAN, U. and PISSAREV, V. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *J. Chem. Ecol.*, 17(3): 499-504.
- SHAAYA, E., RAVID, U., PASTER, N., KOSTJUKOVSKY, M., MENASHEROV, M. and PLOTKIN, S. 1993. Essential oils and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. *Acta Horticulturae*, Int. Symp. on Medicinal and Aromatic Plants., 344: 131-137.
- SHUKLA, H.S., UPADHYAY, P.D. and TRIPATHI, S.C. 1989. Insect repellent property of essential oils of *Foeniculum volgare*, *Pimpinella anisum* and anethole. *Pesticides.*, 23(1): 33-35.
- SINGH, D., SIDDIQUI, M.S. and SHARMA, S. 1989. Reproduction retardant and fumigant properties in essential oils against rice weevil (Col.: Curculionidae) in stored wheat. *J. Econ. Ent.*, 82(3): 727-733.
- STAMOPOULOS, D.C. 1988. Toxic effect of lignin extracted from the tegument of *Phaseolus vulgaris* seeds on the larvae of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col., Bruchidae). *J. Appl. Ent.*, 105: 317-320.
- TSAO, R. 1995. Monoterpenoids and their synthetic derivatives as leads for new insect-control agents. In: Synthesis and chemistry of agrochemicals IV. Editor: R. Tsao, American Chemical Society, 312-324.

TUNÇ, İ. and ŞAHİNKAYA, Ş. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Ent. Exp. et Appl.*, 86: 183-187.

TUNÇ, İ., ERLER, F., DAĞLI, F. and ÇALIŞ, Ö. 1997. Insecticidal activity of acetone vapours. *J. stored Prod. Res.*, 33(2): 181-185.

TUNÇ, İ., BERGER, B.M., ERLER, F. and DAĞLI, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *J. stored Prod. Res.*, 36: 161-168.



8. EKLER

EK-1. Anethole ve carvacrol' ün *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)*

Doz (mg/l hava)	Anethole					
	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
2.9	6.9	12.1	15.8	22.4	23.6	14.3
	2.0	1.7	10.5	12.9	7.3	30.4
	12.1	12.9	21.1	27.6	12.7	19.6
5.8	32.8	27.6	28.0	37.9	50.9	62.5
	23.8	22.4	42.1	27.6	34.5	51.8
	37.9	37.9	36.8	37.9	40.0	41.1
11.6	69.0	53.4	84.2	74.1	89.1	78.6
	74.1	69.0	78.9	84.5	94.5	89.3
	58.6	63.8	94.5	69.0	78.2	89.3
23.1	100	94.8	100	100	100	100
	89.7	89.7	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	10.0	5.0	10.0	10.0
	0.0	10.0	0.0	5.0	10.0	0.0
	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0	10.0

Doz (mg/l hava)	Carvacrol					
	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	20.0	15.0	13.6	17.2	26.5	28.8
	25.0	25.0	30.4	29.2	33.9	18.6
	30.0	20.0	33.9	27.6	28.8	33.9
11.6	30.0	20.0	18.6	27.6	39.0	33.9
	27.8	30.0	33.9	22.4	28.8	23.7
	25.0	25.0	33.9	27.6	28.8	39.0
23.1	40.0	30.0	28.8	37.9	69.5	54.2
	25.0	40.0	28.8	27.6	59.3	59.3
	33.3	40.0	41.1	32.8	59.3	49.2
46.2	89.5	85.0	89.8	79.3	100	100
	90.0	80.0	83.9	69.0	84.7	89.8
	75.0	70.0	94.9	89.7	100	89.8
Kontrol	0.0	0.0	5.0	10.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* Hem ambar zararlıları hem de sera zararlılarına karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen % ölüm değerleri Abbot formülü $[(A-B/A) \times 100]$; burada: A, kontroldeki % canlı; B, muamele dozundaki % canlı] kullanılarak kontrollerde meydana gelen doğal ölümle düzeltilmiştir.

EK-2. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	10.0	13.6	8.5	20.0	15.8	12.1
	20.0	3.4	13.6	10.0	15.8	27.6
	5.0	3.4	23.7	20.0	26.3	17.2
46.2	15.0	8.5	23.7	30.0	31.6	17.2
	25.0	18.6	8.5	15.0	15.8	18.3
	15.0	8.5	23.7	21.1	21.1	32.8
92.4	15.0	23.7	23.7	30.0	42.1	43.1
	30.0	14.4	35.8	40.0	36.8	27.6
	20.0	18.6	39.0	26.3	31.8	32.8
184.8	45.0	54.2	64.4	65.0	83.4	68.9
	65.0	39.0	74.6	55.0	89.5	79.3
	60.0	59.3	59.3	70.0	84.2	79.3
Kontrol	0.0	5.0	5.0	0.0	5.0	5.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	5.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	44.1	27.6	50.1	47.3	52.6	41.1
	33.9	37.9	36.8	33.4	52.6	43.6
	49.2	43.1	52.6	42.0	57.9	51.8
46.2	59.3	48.3	52.6	72.3	68.4	57.1
	49.2	63.8	73.7	63.1	57.9	73.2
	69.5	53.4	63.2	73.7	68.4	78.6
92.4	79.7	72.8	100	94.4	100	94.6
	74.6	84.5	94.5	100	100	100
	89.8	89.7	100	88.9	100	100
184.8	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	10.0	10.0	0.0	10.0	15.0
	0.0	0.0	0.0	10.0	5.0	0.0
	5.0	0.0	5.0	5.3	0.0	5.0

EK-3. Menthol ve γ -terpinene' in *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	0.0	5.0	0.0	0.0	12.1	8.5
	0.0	0.0	8.5	5.0	1.7	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
46.2	1.7	0.0	3.4	10.0	6.9	0.0
	0.0	0.0	8.5	5.0	12.1	13.6
	6.9	10.0	8.5	0.0	12.1	8.5
92.4	6.9	0.0	0.0	15.0	12.1	18.6
	6.9	15.0	13.6	5.0	17.2	8.5
	0.0	10.0	13.6	0.0	0.0	13.6
184.8	6.9	15.0	18.6	10.0	32.8	18.6
	12.1	20.0	8.5	25.0	22.4	33.9
	6.9	15.0	8.5	20.0	27.6	28.8
Kontrol	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	5.0
	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
11.6	25.0	9.0	9.0	25.0	17.2	25.0
	15.0	18.6	18.6	15.8	22.4	8.9
	15.0	8.5	28.8	10.5	22.4	14.3
23.1	35.0	39.0	25.1	45.0	53.4	43.6
	30.0	23.7	44.1	31.6	37.9	35.7
	45.0	28.8	44.1	42.1	43.1	41.1
46.2	65.0	39.0	59.3	70.0	79.3	89.3
	70.0	64.4	74.6	60.0	94.8	78.6
	55.0	59.3	64.4	75.0	89.7	88.7
92.4	100	100	100	100	100	100
	90.0	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	5.0	5.0	0.0	5.0	15.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0

EK-4. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *T. confusum* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	13.6	1.7	6.9	12.1	28.8	21.1
	3.4	12.1	17.2	12.1	13.6	10.5
	8.5	1.7	17.2	17.2	23.7	16.9
46.2	18.6	27.6	32.8	37.9	28.8	52.6
	28.8	12.1	37.9	27.6	44.1	42.1
	18.6	22.4	22.4	40.1	44.1	36.8
92.4	59.3	69.0	43.1	58.6	79.7	84.2
	51.8	53.4	69.0	74.1	64.4	78.9
	64.4	63.8	67.3	58.6	84.7	68.4
184.8	94.9	100	100	94.8	100	100
	100	89.7	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	5.0	5.0	10.0	5.0	0.0
	5.0	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	10.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	1.7	0.0	5.3	15.0	3.6	28.8
	12.1	8.5	5.3	5.3	14.3	18.6
	1.7	13.6	5.3	15.0	8.9	33.9
11.6	12.1	18.6	10.5	15.0	14.3	33.9
	6.9	23.7	15.8	10.0	14.3	23.7
	6.9	8.5	5.3	20.0	19.6	39.0
23.1	6.9	23.7	15.8	30.0	41.1	54.2
	22.4	28.8	26.3	20.0	35.7	59.3
	22.4	13.6	21.1	30.0	62.5	49.2
46.2	53.4	59.3	78.9	70.0	83.9	100
	43.1	54.2	57.9	80.0	62.5	89.8
	69.0	69.5	68.4	65.0	78.6	89.8
Kontrol	0.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0
	10.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0

EK-5. Anethole ve carvacrol' ün *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
2.9	17.2	21.0	31.6	14.3	40.0	46.4
	27.6	11.3	22.4	19.6	34.5	35.6
	12.1	26.2	36.8	30.4	23.6	41.0
5.8	43.1	63.1	36.8	51.8	72.7	73.2
	53.4	44.5	52.6	67.9	56.4	83.9
	40.1	52.6	47.4	62.5	67.3	67.8
11.6	84.5	89.5	100	83.9	100	100
	79.3	78.9	100	100	100	100
	79.3	89.5	100	94.6	100	100
23.1	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	10.0	5.0	10.0	10.0
	0.0	10.0	5.0	10.0	10.0	5.0
	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.3

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	8.5	15.0	17.2	30.0	25.0	33.9
	3.7	10.0	12.1	20.0	14.3	28.8
	13.6	10.0	29.2	35.0	30.4	18.6
11.6	18.6	20.0	37.9	25.0	41.1	33.9
	28.8	15.0	22.4	40.0	26.7	44.1
	23.7	25.0	32.8	31.6	30.4	39.0
23.1	49.2	55.0	58.6	55.0	62.5	59.3
	46.5	40.0	37.9	45.0	57.1	69.5
	57.2	47.4	53.4	60.0	67.9	74.6
46.2	84.7	85.0	89.7	95.0	83.9	100
	89.8	90.0	84.5	90.0	100	100
	74.6	85.0	84.5	100	94.6	100
Kontrol	0.0	0.0	5.0	0.0	10.0	5.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0

EK-6. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	13.6	6.9	15.8	28.8	15.8	14.3
	18.6	17.2	10.5	13.6	26.3	19.6
	8.5	22.4	10.5	28.8	22.4	14.3
46.2	8.5	12.1	21.1	33.9	31.6	25.0
	23.7	27.6	26.3	23.7	36.8	41.1
	13.6	22.4	10.5	23.7	26.3	30.4
92.4	44.1	53.4	52.6	64.4	78.9	57.1
	59.3	37.9	68.4	46.5	66.8	73.2
	39.0	37.9	57.9	49.2	68.4	67.9
184.8	64.4	74.1	94.7	94.9	89.5	89.3
	84.7	84.5	73.7	100	100	94.6
	69.5	89.7	94.7	84.7	94.7	100
Kontrol	5.0	0.0	5.0	5.0	10.0	10.0
	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	0.0
	0.0	5.0	10.0	0.0	0.0	10.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	42.1	41.1	46.4	67.9	67.8	83.9
	52.6	28.8	71.8	51.8	51.7	73.2
	39.1	49.2	62.5	73.2	83.1	78.6
46.2	57.9	69.5	78.5	94.6	89.3	100
	88.9	79.7	94.3	77.4	67.8	83.9
	68.4	89.8	73.2	78.6	89.3	94.6
92.4	100	84.7	78.5	100	100	100
	84.2	94.9	100	100	100	100
	94.7	89.8	100	100	100	100
184.8	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0
	10.0	5.0	0.0	10.0	10.0	10.0
	0.0	0.0	10.0	0.0	5.3	5.0

EK-7. Menthol ve γ -terpinene' in *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	12.1	3.4	19.6	15.0	33.9	17.2
	0.0	8.5	8.9	0.0	23.7	22.4
	0.0	0.0	3.6	10.0	23.7	17.2
46.2	1.7	13.6	14.3	15.0	28.8	32.8
	12.1	3.4	25.0	25.0	39.0	18.3
	6.9	13.6	8.9	25.0	18.6	27.6
92.4	22.4	28.8	30.4	20.0	44.1	27.6
	12.1	18.6	14.3	30.0	28.8	37.9
	12.1	18.6	19.6	35.0	33.9	43.1
184.8	37.9	44.1	46.4	55.0	64.4	48.3
	53.4	33.9	57.1	45.0	54.2	63.8
	43.1	54.2	67.9	60.0	64.4	69.0
Kontrol	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	5.0
	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0
	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
11.6	17.2	30.0	13.5	18.6	35.7	42.1
	6.9	15.8	28.8	33.9	32.3	26.3
	22.4	25.0	19.7	28.8	30.4	42.1
23.1	43.1	55.0	33.9	33.9	62.5	78.9
	53.4	40.0	54.2	49.2	57.1	63.2
	40.1	45.0	44.1	62.5	73.2	84.2
46.2	84.5	95.0	94.9	89.8	100	100
	69.0	80.0	100	100	100	100
	79.3	90.0	100	89.8	100	100
92.4	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	10.0
	10.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0

EK-8. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *S. oryzae* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	18.6	1.7	10.5	14.3	26.3	10.5
	9.0	12.1	21.1	3.6	15.8	21.1
	13.6	6.9	15.8	3.6	26.3	22.4
46.2	33.9	37.9	52.6	41.1	42.1	52.6
	44.1	43.1	36.8	57.1	57.9	63.2
	33.9	27.6	42.1	57.1	57.9	47.4
92.4	84.7	89.7	94.7	94.6	100	100
	79.7	69.0	84.2	100	100	100
	69.5	79.3	100	100	89.5	100
184.8	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	94.8	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	0.0	5.0	10.0	0.0
	0.0	10.0	10.0	10.0	5.0	15.0
	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	6.9	5.0	37.9	23.7	30.0	28.8
	0.0	10.0	12.1	13.6	20.0	28.8
	17.2	10.0	22.4	33.9	45.0	18.6
11.6	12.1	15.0	17.2	33.9	40.0	44.1
	6.9	10.5	22.4	25.1	35.0	28.8
	6.9	20.0	43.1	30.4	45.0	39.0
23.1	32.8	45.0	43.1	49.2	65.0	69.5
	17.2	31.6	53.4	39.0	80.0	59.3
	22.4	35.0	32.8	54.2	60.0	69.5
46.2	69.0	80.0	94.8	84.7	100	94.9
	79.3	85.0	100	89.8	100	100
	58.6	70.0	89.7	79.7	100	100
Kontrol	10.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0

EK-9. Anethole ve carvacrol' ün *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	27.5	18.6	15.7	26.3	42.1	27.6
	13.7	33.9	31.5	21.1	31.6	43.1
	22.4	23.7	31.5	36.8	39.1	37.9
46.2	37.9	64.4	52.6	68.4	68.4	74.1
	61.9	51.8	63.1	73.7	57.9	84.5
	43.1	54.2	42.1	57.9	78.9	69.0
11.6	79.3	84.7	100	89.5	100	100
	94.8	100	100	100	100	100
	89.6	89.8	94.7	100	100	94.8
23.1	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	0.0	10.0	0.0	5.0
	0.0	5.0	5.0	5.0	10.0	0.0
	5.3	0.0	10.5	0.0	5.0	5.0

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	18.6	8.5	12.1	21.1	19.6	39.0
	8.5	18.6	27.6	10.5	35.7	23.7
	23.7	14.3	27.6	15.8	41.1	33.9
11.6	30.4	18.6	43.1	52.6	51.8	64.4
	18.6	33.9	27.6	36.8	62.5	57.2
	28.8	30.4	32.8	42.1	46.4	74.6
23.1	74.6	84.7	79.3	78.9	67.9	100
	54.2	69.5	69.0	94.7	89.3	94.9
	67.9	74.6	79.3	88.9	83.9	100
46.2	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	0.0	10.0	15.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0
	0.0	5.3	5.0	5.0	0.0	0.0

EK-10. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	8.5	6.9	3.4	0.0	5.3	12.1
	3.4	17.2	0.0	10.5	0.0	22.4
	0.0	1.7	3.7	5.8	10.5	6.9
46.2	13.6	17.2	8.5	10.5	5.3	22.4
	8.5	7.4	23.7	21.1	15.8	6.9
	18.6	17.2	13.6	10.5	10.5	17.2
92.4	13.6	6.9	8.5	21.1	26.3	22.4
	23.7	22.4	18.6	31.6	10.5	12.1
	13.6	22.4	18.6	15.8	15.8	17.2
184.8	23.7	27.6	28.8	21.1	52.6	53.4
	18.6	17.2	33.9	31.6	42.1	43.1
	33.9	37.9	44.1	42.1	31.6	69.0
Kontrol	5.0	0.0	0.0	10.0	5.0	5.0
	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0
	0.0	5.0	1.0	5.0	0.0	0.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	13.6	10.0	17.2	8.5	12.0	15.8
	8.5	5.6	6.9	18.6	23.7	10.5
	25.1	15.0	14.8	18.6	27.5	21.1
46.2	8.5	15.0	27.6	18.6	40.1	31.6
	23.7	5.0	17.2	14.4	22.4	16.9
	13.6	10.0	27.6	23.7	27.5	21.1
92.4	33.9	30.0	53.4	39.0	68.9	63.2
	49.2	25.0	43.1	28.8	58.6	42.1
	28.8	40.0	40.1	39.0	79.3	52.6
184.8	74.6	70.0	63.8	79.7	94.8	89.5
	64.4	75.0	84.5	89.8	79.3	94.7
	57.2	60.0	69.0	89.3	84.5	78.9
Kontrol	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0
	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	5.0	5.3	5.0

EK-11. Menthol ve γ -terpinene' in *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	0.0	0.0	3.4	5.0	0.0	13.6
	5.0	0.0	8.5	0.0	13.6	3.4
	0.0	0.0	3.7	5.0	8.5	3.4
46.2	0.0	10.0	8.5	15.0	18.6	8.5
	0.0	15.0	3.4	5.0	3.4	18.6
	0.0	10.0	13.6	10.5	8.5	8.5
92.4	15.0	15.0	18.6	15.0	9.0	23.7
	25.0	10.0	13.6	5.0	23.7	19.7
	15.0	20.0	9.0	15.0	13.6	18.6
184.8	20.0	30.0	23.7	25.0	28.8	28.8
	20.0	20.0	18.6	35.0	18.6	23.7
	15.0	20.0	18.6	20.0	23.7	33.9
Kontrol	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	14.3	5.3	0.0	14.3	19.5	8.9
	3.6	11.4	7.1	3.6	8.8	19.6
	3.6	0.0	8.0	8.9	24.9	21.1
46.2	14.3	21.1	12.6	30.4	35.6	35.7
	15.4	26.3	29.0	41.1	14.2	25.0
	19.6	10.5	18.1	25.0	30.3	46.4
92.4	51.8	68.4	39.9	51.8	62.5	78.6
	40.5	52.6	45.4	41.1	83.9	57.1
	41.1	63.2	56.3	38.0	67.8	67.9
184.8	83.9	63.2	100	100	100	100
	94.9	88.9	100	88.1	100	100
	100	78.9	100	100	100	100
Kontrol	5.0	10.0	0.0	0.0	5.0	5.0
	0.0	0.0	10.5	15.0	10.0	5.0
	15.0	5.0	15.0	5.0	5.3	10.0

EK-12. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *E. kuehniella* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	0.0	1.7	14.3	18.6	4.5	8.9
	10.4	1.7	3.6	8.4	3.3	25.0
	6.3	12.1	4.1	9.0	20.6	14.3
46.2	10.4	6.9	3.6	13.5	14.1	30.4
	22.4	17.2	14.3	28.8	19.4	14.3
	5.2	6.9	10.7	20.9	3.3	14.3
92.4	36.8	22.4	25.0	18.6	40.9	41.1
	27.9	12.1	19.6	28.8	24.8	35.7
	42.0	17.2	35.7	35.7	30.2	30.4
184.8	68.4	53.4	62.5	64.4	83.9	83.1
	52.6	42.5	83.9	74.6	67.8	94.3
	83.4	58.6	60.5	59.3	94.6	83.9
Kontrol	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	10.0
	5.3	5.0	0.0	5.0	10.0	10.0
	10.0	5.0	15.0	0.0	5.6	0.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	13.6	6.9	5.2	18.6	15.8	10.5
	3.7	12.1	15.7	8.5	26.3	22.4
	3.4	2.3	21.0	8.5	11.4	10.5
46.2	28.8	32.8	36.8	23.7	21.1	42.1
	13.6	17.2	21.0	39.0	42.1	31.6
	28.8	27.6	21.0	39.0	36.8	36.8
92.4	54.2	43.1	36.8	59.3	63.2	78.9
	49.2	63.8	57.9	39.0	78.9	84.2
	64.4	58.6	42.0	69.5	68.4	68.4
184.8	89.8	89.7	84.2	84.7	100	100
	74.6	100	100	100	100	100
	94.9	100	94.7	100	89.5	100
Kontrol	0.0	10.0	5.0	5.0	10.0	15.0
	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	10.0	0.0	5.0	0.0

EK-13. Anethole ve carvacrol' ün *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
2.9	18.6	26.3	32.7	40.0	27.6	51.8
	30.4	21.1	43.1	34.5	48.3	30.4
	18.4	31.6	43.1	50.9	27.6	41.1
5.8	39.0	36.8	68.9	61.8	74.1	78.6
	44.1	44.6	58.6	67.3	89.7	62.5
	49.2	52.6	63.8	50.9	89.7	67.9
11.6	94.9	84.2	100	94.3	100	94.6
	84.7	78.9	84.5	100	100	100
	89.3	94.5	94.8	83.6	100	88.7
23.1	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	0.0	5.0	15.0	10.0	10.0
	5.0	0.0	5.3	5.0	0.0	5.0
	0.0	10.0	0.0	5.0	0.0	5.0

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	17.2	21.1	21.1	30.4	29.1	34.5
	22.4	10.5	31.6	19.6	40.0	40.0
	17.2	15.8	16.9	19.6	40.0	23.6
11.6	22.4	15.8	31.6	25.0	34.5	40.0
	18.2	31.6	21.1	19.6	50.9	56.4
	27.6	21.1	26.3	30.4	50.9	34.5
23.1	32.8	36.8	52.6	41.1	67.3	61.8
	27.6	21.1	57.9	51.8	56.4	45.5
	37.9	21.1	42.1	35.7	61.8	50.9
46.2	84.5	78.9	100	83.9	100	89.1
	79.3	63.2	100	73.2	100	94.5
	69.0	57.9	100	83.9	100	100
Kontrol	5.0	5.0	0.0	10.0	10.0	5.0
	5.0	10.0	5.0	0.0	5.0	5.0
	0.0	15.0	10.0	10.0	10.0	15.0

EK-14. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	8.5	20.0	10.5	12.1	17.2	14.3
	18.6	15.0	21.1	6.9	22.4	25.0
	13.6	25.0	26.3	6.9	32.8	15.4
46.2	13.6	15.0	26.3	37.9	43.1	51.8
	23.7	30.0	36.8	23.8	53.4	41.1
	14.4	25.0	22.4	32.8	53.4	41.1
92.4	39.0	50.0	63.2	69.0	69.0	62.5
	59.3	45.0	52.6	61.9	58.6	83.9
	54.2	65.0	63.2	63.8	74.1	67.9
184.8	74.6	60.0	94.7	69.0	89.7	83.9
	64.4	80.0	84.2	89.7	100	94.6
	79.7	80.0	100	89.1	79.3	73.2
Kontrol	5.0	0.0	15.0	10.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	15.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	8.5	12.1	5.3	6.8	17.2	31.6
	3.7	2.0	15.8	7.4	27.6	21.1
	8.5	7.4	12.3	17.2	12.1	36.8
46.2	35.8	37.9	42.1	45.5	53.4	63.2
	44.1	56.4	52.6	58.6	69.0	52.6
	28.8	48.3	42.1	45.5	58.6	47.4
92.4	64.4	69.0	52.6	89.6	84.5	100
	59.3	61.9	68.4	79.3	74.1	100
	69.5	74.1	73.7	94.8	89.7	94.7
184.8	94.9	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	0.0	10.0	10.0	10.0
	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	5.3	0.0	0.0

EK-15. Menthol ve γ -terpinene' in *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	6.8	5.3	15.0	8.9	7.1	3.6
	1.7	5.3	8.9	3.6	18.1	14.3
	12.0	0.0	10.7	8.9	12.6	19.6
46.2	12.0	5.3	19.6	8.9	1.7	14.3
	12.0	10.5	3.6	19.6	12.6	19.6
	6.8	5.3	14.3	8.9	18.1	8.9
92.4	17.2	10.5	19.6	14.3	18.1	25.0
	12.0	10.5	14.3	14.3	23.5	14.3
	17.2	15.8	19.6	25.0	7.1	19.6
184.8	27.5	21.1	16.7	25.0	45.4	41.1
	17.2	15.8	35.7	25.0	50.8	51.8
	17.2	21.1	26.7	35.7	34.4	51.8
Kontrol	5.3	5.0	10.0	0.0	10.5	10.0
	0.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0
	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
11.6	26.3	15.8	37.9	31.6	28.6	41.1
	16.9	21.1	22.4	15.8	35.7	35.7
	31.6	21.1	29.2	26.3	46.4	25.0
23.1	42.1	31.6	63.8	57.9	78.6	83.9
	52.6	57.9	56.4	57.9	78.6	67.9
	42.1	36.8	69.0	73.7	89.3	78.6
46.2	84.2	89.5	100	94.7	100	100
	94.7	100	94.8	100	100	100
	94.5	88.9	100	89.5	100	100
92.4	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	10.0	5.0	0.0	10.0	5.0	10.0
	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	10.0
	0.0	5.0	0.0	0.0	10.0	0.0

EK-16. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *T. confusum* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	0.0	10.5	12.1	6.9	25.0	21.1
	5.2	0.6	22.4	7.4	14.3	10.5
	5.7	0.0	12.1	12.1	19.6	15.8
46.2	26.2	31.6	17.2	17.2	35.7	52.6
	31.5	15.8	32.8	27.6	19.6	36.8
	16.8	21.1	23.8	32.8	30.4	47.4
92.4	57.9	36.8	63.8	53.4	67.9	57.9
	36.8	61.2	51.0	63.8	51.8	68.4
	50.1	42.1	58.6	43.1	57.1	73.7
184.8	73.7	63.2	79.3	69.0	89.3	89.5
	61.2	84.2	63.8	58.6	94.6	73.7
	57.9	73.7	69.0	79.3	94.3	84.2
Kontrol	10.0	10.0	0.0	0.0	5.0	10.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0
	5.3	5.0	10.0	10.0	0.0	0.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	2.0	15.8	10.5	5.3	21.1	8.9
	12.1	5.3	5.8	15.8	10.5	8.9
	6.9	5.3	10.5	15.8	15.8	19.6
11.6	6.9	22.4	21.1	15.8	15.8	14.3
	17.2	10.5	10.5	15.8	10.5	19.6
	22.4	15.8	10.5	26.3	26.3	30.4
23.1	17.2	26.3	31.6	42.1	44.6	51.8
	22.4	31.6	21.1	47.4	31.6	35.7
	12.1	21.1	36.8	31.6	52.6	57.1
46.2	69.0	84.2	78.9	89.5	84.2	100
	84.5	73.7	57.9	94.7	94.7	94.6
	63.8	73.7	68.4	94.7	83.4	100
Kontrol	5.0	0.0	5.0	5.0	10.0	5.0
	0.0	10.0	0.0	10.0	5.0	10.0
	5.0	5.0	10.0	0.0	0.0	5.0

EK-17. Anethole ve carvacrol' ün *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
2.9	36.8	33.9	52.6	47.4	45.5	57.9
	36.8	44.1	68.4	42.1	61.8	68.4
	47.4	44.1	63.2	52.6	78.2	68.4
5.8	78.9	89.8	84.2	78.9	89.1	100
	63.2	84.7	68.4	94.5	72.7	84.2
	73.7	69.5	78.9	84.2	83.6	94.7
11.6	89.5	89.8	100	94.5	89.1	100
	78.9	100	94.7	100	100	100
	100	94.9	100	100	100	100
23.1	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	5.0
	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	10.0
	10.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	8.9	17.2	14.3	19.6	12.7	30.4
	14.3	23.8	14.3	14.3	18.2	14.3
	3.6	12.1	25.0	25.0	23.6	25.0
11.6	14.3	27.6	41.1	35.7	50.9	41.1
	19.6	32.8	25.0	30.4	61.8	51.8
	30.4	22.4	30.4	35.7	45.5	49.2
23.1	73.2	63.8	67.9	83.9	72.7	67.9
	51.8	69.0	78.6	73.2	67.3	83.9
	62.5	53.4	78.6	73.2	83.6	83.9
46.2	94.6	100	100	100	100	100
	100	94.8	100	94.6	100	100
	89.3	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	0.0	10.0	10.0	10.0	5.0
	10.0	5.0	0.0	5.0	15.0	15.0
	5.0	5.0	10.0	5.0	0.0	0.0

EK-18. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	5.3	1.7	8.5	5.3	15.8	15.7
	10.5	12.1	3.4	5.3	10.5	5.7
	5.3	1.7	8.5	0.3	26.3	15.7
46.2	15.8	22.4	33.9	42.1	36.8	47.3
	26.3	27.6	44.1	31.6	52.6	52.6
	26.3	12.9	49.2	42.1	42.1	47.3
92.4	42.1	58.6	64.4	55.7	73.7	63.1
	57.9	53.4	49.2	63.2	57.9	78.9
	47.4	63.8	64.4	63.2	68.4	61.2
184.8	63.2	58.6	84.7	68.4	100	89.5
	78.9	53.4	94.9	57.9	94.7	83.4
	52.6	63.8	94.9	78.9	100	84.2
Kontrol	10.0	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0
	5.0	0.0	5.0	0.0	5.0	10.5
	0.0	10.0	0.0	10.0	5.0	5.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	10.5	7.4	6.9	10.5	23.6	21.1
	5.3	17.2	6.9	5.3	34.5	31.6
	15.8	1.7	17.2	15.8	40.0	36.8
46.2	52.6	43.1	63.8	36.8	67.3	57.9
	42.1	53.4	43.1	57.9	50.9	52.6
	42.1	48.3	58.6	52.6	72.7	68.4
92.4	89.5	84.5	94.8	100	100	94.7
	94.7	94.8	100	89.5	100	100
	100	89.7	100	100	100	94.7
184.8	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	10.0	5.0	0.0	10.0	10.0	5.0
	5.0	5.0	0.0	5.0	10.0	10.0
	0.0	0.0	10.0	0.0	5.0	0.0

EK-19. Menthol ve γ -terpinene' in *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	6.9	6.9	15.8	10.5	10.5	23.6
	1.7	12.1	5.3	5.3	21.1	12.7
	1.7	6.9	0.0	15.8	10.5	23.6
46.2	17.2	17.2	5.3	26.3	21.1	18.2
	12.1	6.9	21.1	15.8	15.8	29.1
	6.9	17.2	10.5	15.8	15.8	12.7
92.4	17.2	27.6	15.8	21.1	26.3	29.1
	17.2	17.2	21.1	31.6	15.8	18.2
	12.1	22.4	15.8	15.8	21.1	23.6
184.8	22.4	37.9	36.8	42.1	47.4	40.0
	12.1	22.4	26.3	31.6	36.8	50.9
	17.2	27.6	31.6	36.8	52.6	50.9
Kontrol	5.0	0.0	5.0	5.0	5.0	10.0
	5.0	5.0	0.0	0.0	10.0	5.0
	0.0	5.0	10.0	10.0	0.0	10.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
11.6	27.6	10.4	33.9	22.4	36.8	30.3
	17.2	21.0	18.6	27.6	26.3	14.2
	12.1	15.7	23.7	17.2	36.8	24.9
23.1	69.0	52.6	84.7	72.8	78.9	94.6
	58.6	57.9	94.9	79.3	94.7	88.7
	79.3	68.4	89.8	84.5	84.2	83.9
46.2	100	100	94.9	100	100	100
	94.8	89.5	100	94.8	100	100
	100	94.7	100	100	100	100
92.4	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	5.0	10.0	0.0	5.0	5.0	10.0
	5.0	5.3	0.0	0.0	5.0	10.5
	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	0.0

EK-20. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *E. kuehniella* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
23.1	6.9	12.1	18.3	1.7	8.8	17.2
	6.9	0.0	6.9	12.0	24.9	12.1
	2.0	1.7	12.1	6.8	8.8	22.4
46.2	22.4	17.2	17.2	32.7	56.0	32.8
	17.2	27.6	32.8	22.4	26.6	45.6
	32.8	17.2	27.6	27.5	30.3	27.6
92.4	37.9	48.3	58.6	48.2	51.7	69.0
	53.4	40.1	48.3	45.5	67.8	48.3
	56.4	58.6	67.3	58.6	57.1	61.9
184.8	63.8	74.1	58.6	63.8	89.3	89.1
	63.8	58.6	74.1	68.9	78.5	100
	74.1	67.3	79.3	79.3	89.3	79.3
Kontrol	0.0	0.0	5.0	5.0	15.0	0.0
	10.0	0.0	5.0	5.3	0.0	5.0
	0.0	10.0	0.0	0.0	5.3	5.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
5.8	10.5	18.6	17.2	26.3	26.3	35.7
	15.8	18.6	6.9	10.5	15.8	19.6
	5.3	8.5	22.4	15.8	21.1	25.0
11.6	15.8	23.7	17.2	36.8	31.6	30.4
	10.5	28.8	27.6	26.3	26.3	41.1
	10.5	13.6	22.4	21.1	36.8	41.1
23.1	42.1	54.2	63.8	78.9	89.5	94.6
	31.6	39.0	74.1	77.8	100	100
	47.4	44.1	58.6	89.5	94.7	100
46.2	94.7	89.8	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100
Kontrol	0.0	0.0	5.0	5.0	10.0	10.0
	10.0	0.0	5.0	0.0	5.0	5.0
	5.0	5.0	0.0	10.0	0.0	5.0

EK-21. Anethole ve carvacrol' ün *T. confusum*' a repellent etkisi*

Anethole

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
2.9	33.3	60.0	20.0	11.1	25.0	55.6	33.3	50.0	25.0	33.3
	50.0	11.1	25.0	0.0	33.3	50.0	0.0	40.0	-20.0	11.1
	55.6	40.0	50.0	55.6	50.0	20.0	20.0	14.3	33.3	0.0
5.8	50.0	55.6	33.3	55.6	33.3	40.0	25.0	55.6	-11.1	25.0
	60.0	60.0	55.6	50.0	77.8	33.3	55.6	11.1	20.0	25.0
	50.0	33.3	55.6	75.0	25.0	75.0	0.0	55.6	20.0	33.3
11.6	55.6	77.8	75.0	80.0	50.0	25.0	33.3	50.0	50.0	55.6
	100	40.0	71.4	-11.1	60.0	60.0	55.6	77.8	-33.3	50.0
	100	55.6	77.8	50.0	77.8	77.8	50.0	50.0	55.6	75.0
23.1	77.8	60.0	50.0	50.0	100	60.0	50.0	50.0	11.1	33.3
	100	100	60.0	77.8	60.0	50.0	33.3	75.0	75.0	25.0
	75.0	80.0	77.8	100	50.0	77.8	77.8	55.6	50.0	77.8

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
5.8	50.0	55.6	55.6	55.6	55.6	50.0	50.0	50.0	25.0	55.6
	60.0	20.0	25.0	25.0	42.9	75.0	50.0	40.0	0.0	-20.0
	50.0	40.0	20.0	50.0	0.0	0.0	33.3	-25.0	50.0	33.3
11.6	55.6	71.4	33.3	71.4	50.0	11.1	60.0	75.0	42.9	55.6
	40.0	50.0	25.0	33.3	55.6	55.6	-20.0	33.3	40.0	40.0
	50.0	75.0	50.0	25.0	50.0	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0
23.1	71.4	33.3	42.9	80.0	33.3	55.6	40.0	33.3	0.0	71.4
	80.0	100	55.6	0.0	11.1	20.0	33.3	55.6	60.0	0.0
	42.9	75.0	55.6	33.3	77.8	40.0	55.6	50.0	14.3	33.3
46.2	60.0	75.0	50.0	75.0	75.0	55.6	20.0	0.0	20.0	33.3
	100	75.0	60.0	50.0	50.0	71.4	80.0	33.3	33.3	0.0
	75.0	100	77.8	71.4	40.0	50.0	33.3	77.8	100	55.6

* $[(N_C - N_T)/(N_C + N_T)] \times 100$ (burada; N_C , kontrol tarafına giden böcek sayısı; N_T , bileşen tarafına giden böcek sayısı) formülü kullanılarak her tekerrür için hesaplanmış % repellentlikler)

EK-22. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *T. confusum*' a repellent etkisi

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
23.1	50.0	50.0	0.0	55.6	50.0	50.0	-11.1	55.6	11.1	75.0
	75.0	33.3	33.3	33.3	0.0	71.4	11.1	75.0	50.0	14.3
	71.4	60.0	100	20.0	75.0	0.0	66.7	42.9	-25.0	50.0
46.2	71.4	40.0	55.6	50.0	42.9	40.0	20.0	77.8	25.0	40.0
	55.6	55.6	42.9	33.3	33.3	25.0	50.0	25.0	42.9	50.0
	75.0	11.1	40.0	40.0	77.8	55.6	-11.1	55.6	0.0	11.1
92.4	60.0	-11.1	100	55.6	50.0	60.0	33.3	75.0	50.0	20.0
	77.8	77.8	77.8	40.0	33.3	71.4	71.4	75.0	-25.0	33.3
	75.0	80.0	20.0	50.0	75.0	25.0	25.0	20.0	50.0	50.0
184.8	100	80.0	50.0	75.0	100	50.0	77.8	55.6	71.4	55.6
	75.0	75.0	100	55.6	40.0	60.0	25.0	75.0	42.9	33.3
	80.0	77.8	60.0	50.0	50.0	77.8	40.0	77.8	0.0	50.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
23.1	25.0	33.3	50.0	11.1	11.1	50.0	-25.0	11.1	11.1	50.0
	55.6	0.0	20.0	40.0	33.3	42.9	50.0	33.3	0.0	20.0
	42.9	40.0	0.0	71.4	20.0	55.6	42.9	20.0	14.3	25.0
46.2	55.6	77.8	25.0	-20.0	60.0	20.0	0.0	40.0	11.1	33.3
	20.0	-11.1	40.0	40.0	11.1	75.0	55.6	50.0	0.0	40.0
	40.0	75.0	55.6	11.1	33.3	0.0	71.4	0.0	20.0	55.6
92.4	25.0	50.0	75.0	55.6	71.4	60.0	50.0	50.0	25.0	40.0
	55.6	75.0	0.0	0.0	42.9	-20.0	40.0	55.6	20.0	50.0
	50.0	60.0	55.6	55.6	55.6	25.0	33.3	20.0	20.0	33.3
184.8	55.6	55.6	40.0	71.4	60.0	75.0	20.0	11.1	33.3	77.8
	60.0	100	50.0	50.0	42.9	55.6	40.0	55.6	40.0	33.3
	80.0	33.3	80.0	75.0	25.0	-20.0	55.6	50.0	25.0	50.0

EK-23. Menthol ve γ -terpinene' in *T. confusum*' a repellent etkisi

Menthol

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
23.1	71.4	50.0	25.0	33.3	75.0	20.0	20.0	50.0	71.4	14.3
	42.9	0.0	75.0	50.0	14.3	42.9	0.0	11.1	-25.0	33.3
	33.3	100	11.1	71.4	0.0	75.0	42.9	0.0	42.9	-25.0
46.2	33.3	50.0	75.0	0.0	77.8	25.0	50.0	33.3	20.0	0.0
	40.0	55.6	50.0	50.0	50.0	60.0	42.9	25.0	25.0	75.0
	33.3	75.0	14.3	71.4	20.0	0.0	60.0	55.6	0.0	11.0
92.4	77.8	40.0	25.0	75.0	75.0	33.3	20.0	25.0	33.3	40.0
	11.1	71.4	55.6	20.0	50.0	50.0	55.6	50.0	40.0	-25.0
	75.0	60.0	50.0	77.8	14.3	40.0	25.0	50.0	11.1	55.6
184.8	71.4	55.6	42.9	75.0	33.3	71.4	50.0	50.0	75.0	33.3
	75.0	55.6	75.0	20.0	42.9	60.0	14.3	55.6	20.0	50.0
	55.6	60.0	55.6	71.4	50.0	55.6	11.1	100	0.0	20.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
11.6	71.4	20.0	20.0	75.0	50.0	25.0	25.0	75.0	25.0	40.0
	50.0	50.0	-25.0	100	33.3	40.0	33.3	50.0	20.0	0.0
	25.0	33.3	42.9	60.0	0.0	42.9	50.0	11.1	25.0	33.3
23.1	33.3	75.0	-20.0	25.0	33.3	60.0	33.3	55.6	42.9	60.0
	-11.1	33.3	50.0	55.6	40.0	11.1	42.9	11.1	20.0	40.0
	40.0	55.6	50.0	25.0	33.3	33.3	0.0	50.0	0.0	0.0
46.2	55.6	55.6	60.0	77.8	50.0	20.0	55.6	25.0	60.0	50.0
	25.0	50.0	20.0	0.0	20.0	55.6	20.0	20.0	25.0	20.0
	100	50.0	55.6	50.0	20.0	55.6	33.3	75.0	0.0	20.0
92.4	71.4	60.0	40.0	100	42.9	40.0	55.6	50.0	11.1	20.0
	60.0	77.8	33.3	50.0	55.6	33.3	20.0	33.3	50.0	60.0
	55.6	33.3	11.1	100	25.0	75.0	25.0	60.0	20.0	55.6

EK-24. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *T. confusum*' a repellent etkisi

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
23.1	75.0	50.0	50.0	50.0	-11.1	55.6	0.0	50.0	55.6	11.1
	14.3	55.6	20.0	55.6	50.0	25.0	50.0	25.0	0.0	50.0
	33.3	0.0	75.0	25.0	75.0	33.3	33.3	55.6	0.0	11.1
46.2	50.0	100	33.3	71.4	40.0	55.6	50.0	50.0	-11.1	25.0
	55.6	33.3	33.3	55.6	75.0	100	40.0	40.0	33.3	33.3
	60.0	50.0	-11.1	50.0	33.3	11.1	25.0	33.3	60.0	42.9
92.4	77.8	55.6	75.0	33.3	55.6	40.0	25.0	33.3	20.0	55.6
	33.3	33.3	40.0	77.8	33.3	33.3	33.3	50.0	25.0	20.0
	60.0	100	60.0	55.6	77.8	55.6	60.0	55.6	50.0	25.0
184.8	33.3	80.0	77.8	75.0	40.0	50.0	33.3	25.0	11.1	40.0
	80.0	75.0	55.6	71.4	55.6	100	80.0	50.0	77.8	33.3
	75.0	77.8	77.8	20.0	50.0	40.0	20.0	55.6	50.0	20.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Test zamanı									
	Başlangıç		1. hafta		2. hafta		4. hafta		8. hafta	
	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.	1.den.	2.den.
5.8	50.0	33.3	33.3	33.3	11.1	55.6	33.3	55.6	33.3	25.0
	55.6	50.0	50.0	42.9	25.0	25.0	50.0	71.4	55.6	20.0
	20.0	75.0	55.6	50.0	40.0	71.4	25.0	25.0	14.3	0.0
11.6	33.3	55.6	25.0	25.0	60.0	71.4	33.3	40.0	0.0	75.0
	40.0	80.0	60.0	75.0	25.0	55.6	25.0	25.0	40.0	0.0
	50.0	20.0	25.0	55.6	71.4	33.3	60.0	55.6	75.0	11.1
23.1	55.6	75.0	50.0	50.0	50.0	40.0	11.1	33.3	100	0.0
	80.0	60.0	40.0	77.8	55.6	71.4	55.6	60.0	25.0	60.0
	77.8	60.0	60.0	60.0	33.3	77.8	50.0	55.6	33.3	11.1
46.2	60.0	80.0	55.6	55.6	33.3	20.0	55.6	60.0	0.0	33.3
	55.6	75.0	75.0	60.0	55.6	100	11.1	55.6	20.0	50.0
	100	100	75.0	80.0	100	75.0	50.0	55.6	77.8	75.0

EK-25. Anethole ve carvacrol' ün *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	5.5	13.1	14.8	16.3	22.2	29.6
	36.8	0.0	1.0	17.8	3.7	4.6
	3.9	28.7	21.9	10.7	8.0	8.4
0.4	20.1	9.5	23.9	35.8	6.6	10.1
	26.3	37.0	23.9	35.8	37.7	44.9
	23.0	26.5	37.5	49.8	16.9	10.1
0.8	36.8	59.8	16.6	33.0	71.7	55.1
	64.2	32.4	54.5	70.9	45.2	41.4
	29.2	26.5	35.0	25.2	84.4	72.0
1.7	57.9	83.6	100	100	100	100
	48.3	44.8	78.3	89.3	100	100
	68.4	78.0	58.4	87.8	100	100
Kontrol	0.0	9.5	0.0	6.7	0.0	0.4
	9.7	0.0	11.5	3.7	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.6

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	0.1	0.9	20.2	6.3	13.4	0.0
	13.4	1.3	0.0	0.0	30.2	9.5
	10.5	0.0	3.6	16.7	33.8	0.0
0.4	21.9	13.6	29.0	43.8	52.2	30.8
	9.6	0.0	7.6	9.1	88.4	11.5
	34.4	20.1	16.7	18.5	57.2	39.7
0.8	23.9	0.0	39.1	28.6	100	83.4
	42.4	16.3	22.2	45.7	73.4	75.9
	10.5	25.4	44.4	65.9	84.7	68.4
1.7	27.1	56.8	68.2	89.1	100	75.9
	47.9	57.4	75.7	82.1	100	55.8
	20.5	69.4	100	76.2	100	86.0
Kontrol	4.3	5.0	3.6	6.3	0.0	2.0
	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	9.5

EK-26. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi
(Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	4.5	22.4	8.1	40.4	3.0	0.0
	0.0	0.0	33.9	0.0	32.5	2.0
	12.4	7.4	17.4	0.0	8.4	39.4
3.4	12.4	13.4	28.4	9.4	12.0	8.4
	15.9	7.4	4.0	23.0	29.5	35.6
	4.5	9.8	19.6	3.8	35.3	24.5
6.8	23.4	39.1	11.9	52.6	8.4	29.6
	6.2	13.1	28.0	17.2	38.4	50.9
	14.3	31.0	8.1	18.6	13.7	15.8
13.6	22.3	11.3	24.6	29.4	38.2	60.6
	37.5	24.7	46.0	46.7	23.5	35.6
	1.4	41.7	33.9	15.1	53.4	47.3
Kontrol	1.4	0.0	0.0	5.3	4.4	2.0
	6.2	2.9	6.5	0.0	0.0	0.0
	0.0	7.4	2.4	2.3	1.4	10.1

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	9.5	24.7	34.5	50.0	19.2	53.2
	10.3	10.1	5.9	18.5	33.7	23.4
	11.8	17.6	14.4	33.7	16.2	54.4
3.4	3.7	6.1	16.3	31.5	48.1	33.0
	42.3	17.6	48.7	57.5	21.6	67.3
	22.8	30.2	31.6	38.9	31.0	40.2
6.8	42.3	46.2	19.7	67.8	52.3	83.7
	20.8	33.0	40.3	38.9	94.0	100
	36.6	20.9	54.3	62.8	76.9	100
13.6	86.7	78.5	100	100	100	100
	94.7	82.3	100	100	100	100
	82.8	89.7	100	100	100	100
Kontrol	3.7	0.0	0.0	16.4	0.0	7.5
	0.0	7.3	5.9	0.0	3.6	0.0
	4.9	0.0	0.0	0.0	0.5	3.1

EK-27. Menthol ve γ -terpinene' in *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	11.5	24.3	0.0	26.3	0.0	33.3
	0.0	28.3	1.5	1.0	17.0	7.2
	23.9	12.4	38.3	17.2	1.2	4.9
3.4	0.0	16.5	13.8	39.5	24.3	36.1
	9.1	36.0	26.6	27.4	8.8	36.1
	29.4	22.0	3.3	12.8	27.3	20.9
6.8	15.0	12.4	0.0	10.5	0.0	41.5
	9.1	25.4	39.0	53.9	43.6	30.4
	29.4	41.7	17.5	39.5	10.6	51.3
13.6	34.8	46.6	47.0	37.0	51.6	41.5
	31.3	18.1	13.8	30.9	31.4	66.7
	42.8	47.6	37.9	42.6	55.4	45.2
Kontrol	3.4	6.9	0.0	8.0	2.5	0.0
	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	7.2
	7.6	5.6	14.4	1.9	5.1	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	3.4	0.0	20.5	14.3	27.3	0.0
	0.0	10.8	0.0	0.0	4.5	32.2
	6.3	25.4	23.9	34.7	20.4	13.8
3.4	0.0	12.8	34.8	47.7	13.4	5.3
	16.0	2.0	22.6	25.7	71.1	46.2
	3.4	28.8	50.0	12.8	33.5	38.3
6.8	32.2	54.5	58.4	28.4	68.2	74.3
	38.4	18.3	32.3	54.3	100	66.4
	35.6	48.9	65.9	31.4	84.1	88.2
13.6	14.0	46.5	70.0	64.2	100	100
	53.1	34.6	71.6	54.3	100	79.9
	26.4	46.5	80.0	88.6	100	93.6
Kontrol	0.0	5.0	0.0	8.5	12.9	0.0
	8.0	0.0	6.3	0.0	0.0	15.5
	0.0	3.4	0.0	2.9	0.0	0.0

EK-28. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *T. cinnabarinus* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	28.1	14.8	32.1	0.0	34.3	34.5
	3.6	26.7	16.9	38.6	2.6	8.8
	15.1	1.6	6.6	27.4	16.2	11.2
3.4	0.0	9.7	47.6	38.6	8.3	16.3
	21.6	12.5	22.2	29.9	22.3	8.8
	36.3	50.8	26.4	35.9	37.0	40.0
6.8	65.4	7.0	51.3	36.1	68.8	59.8
	39.3	32.6	68.9	29.9	34.0	47.7
	68.4	32.0	40.2	48.3	60.7	65.7
13.6	75.9	37.2	89.2	43.7	88.6	78.2
	88.5	23.5	55.2	67.9	59.8	54.3
	44.7	24.8	83.1	29.9	88.0	89.1
Kontrol	0.0	0.0	0.0	7.9	8.3	0.0
	0.5	0.0	9.5	0.5	0.0	0.0
	9.5	1.6	1.4	0.0	0.0	7.3

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	11.7	10.9	0.0	0.0	16.3	0.0
	7.3	2.0	23.8	25.5	48.4	10.8
	4.5	0.5	17.9	16.3	18.2	12.4
0.4	0.0	20.5	21.7	36.1	23.0	31.8
	11.7	2.0	7.6	30.1	52.9	17.9
	10.1	3.8	38.4	52.1	39.8	60.0
0.8	27.0	40.6	35.8	33.2	88.6	44.6
	15.4	24.4	29.6	70.9	79.9	71.4
	33.0	48.9	45.8	23.5	56.7	23.3
1.7	58.8	10.9	66.4	66.6	69.9	72.7
	24.8	54.3	33.3	64.3	100	60.2
	52.9	14.8	64.8	47.5	89.5	84.3
Kontrol	2.1	17.0	2.8	7.0	0.0	2.6
	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0
	8.7	0.0	0.0	0.0	12.5	4.3

EK-29. Anethole ve carvacrol' ün *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	19.3	28.0	4.0	8.7	50.0	28.0
	0.0	0.0	28.0	34.8	44.5	4.0
	7.7	6.6	4.0	0.0	37.5	33.3
0.4	30.8	19.9	52.0	21.8	75.0	64.0
	19.3	28.0	73.3	47.8	37.5	52.0
	42.3	28.0	40.0	8.7	87.5	88.0
0.8	53.9	28.0	88.0	73.9	100	100
	7.7	64.0	64.0	8.7	100	100
	30.8	4.0	52.0	8.7	75.0	100
1.7	100	88.0	100	100	100	100
	65.4	100	100	100	100	100
	65.4	64.0	100	100	100	100
Kontrol	0.0	4.0	4.0	0.0	0.0	16.0
	19.3	0.0	4.0	21.8	0.0	0.0
	0.0	16.0	0.0	0.0	12.5	4.0

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	17.2	22.2	22.2	6.8	40.5	35.6
	0.0	1.2	33.3	27.5	67.9	16.5
	6.9	0.0	11.1	27.5	46.4	24.8
0.4	42.5	22.2	30.6	37.9	57.1	57.0
	17.2	11.1	11.1	27.5	35.7	35.6
	6.9	44.4	55.6	65.5	67.9	57.0
0.8	17.2	22.2	38.3	27.5	67.9	76.1
	17.2	1.2	22.2	68.9	89.3	78.5
	37.9	33.3	77.8	58.6	67.9	100
1.7	58.6	38.3	44.4	79.3	100	100
	42.5	66.7	66.7	100	100	100
	27.6	55.6	88.9	100	100	100
Kontrol	6.9	11.1	0.0	0.0	0.0	3.3
	0.0	0.0	11.1	0.0	14.3	0.0
	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	4.5

EK-30. 1,8-cineole (Eucalyptol) ve *p*-cymene' in *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	19.3	0.0	22.2	7.7	0.0	44.4
	0.0	17.3	0.0	0.0	25.0	22.2
	0.0	27.6	11.1	48.8	0.0	22.2
3.4	7.7	27.6	33.3	30.8	12.5	33.3
	7.7	8.1	33.3	19.3	12.5	22.2
	0.0	17.3	11.1	30.8	44.4	63.0
6.8	19.3	17.3	11.1	53.9	0.0	66.7
	42.3	38.0	55.6	7.7	55.6	22.2
	7.7	27.6	44.4	30.8	50.0	55.6
13.6	53.9	58.6	22.2	42.3	37.5	55.6
	19.3	27.6	55.5	76.9	12.5	44.4
	30.8	38.0	22.2	30.8	75.0	77.8
Kontrol	19.3	0.0	11.1	19.3	12.5	11.1
	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	52.0	7.7	24.3	27.5	53.9	53.9
	16.0	42.3	72.0	3.4	88.5	42.3
	33.3	19.3	24.3	3.4	65.4	76.9
3.4	4.0	30.8	74.8	63.8	88.5	100
	40.0	42.3	49.6	19.4	53.9	53.9
	40.0	7.7	24.3	51.7	76.9	42.3
6.8	64.0	53.9	24.3	39.6	100	100
	28.0	53.9	62.2	27.5	100	100
	33.3	19.3	49.6	75.8	100	76.9
13.6	76.0	87.2	100	100	100	100
	100	76.9	100	100	100	100
	88.0	65.4	100	100	100	100
Kontrol	0.0	7.7	0.0	15.5	0.0	19.3
	4.0	0.0	11.7	0.0	7.7	0.0
	4.0	0.0	1.9	6.0	7.7	0.0

EK-31. Menthol ve γ -terpinene' in *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	0.0	0.0	4.0	4.0	7.2	0.0
	0.0	25.9	0.0	28.0	30.4	16.0
	4.0	0.0	19.9	6.6	7.2	4.0
3.4	16.0	0.0	28.0	4.0	18.8	4.0
	0.0	0.0	4.0	40.0	7.2	40.0
	16.0	22.2	33.3	4.0	53.6	16.0
6.8	40.0	33.3	4.0	40.0	53.6	64.0
	16.0	11.1	64.0	4.0	35.5	16.0
	16.0	33.3	16.0	52.0	65.2	16.0
13.6	28.0	22.2	64.0	28.0	30.4	52.0
	16.0	55.6	16.0	52.0	88.4	19.9
	64.0	11.1	64.0	16.0	65.2	28.0
Kontrol	4.0	22.2	0.0	4.0	7.2	16.0
	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0
	4.0	0.0	0.0	16.0	9.7	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	0.0	19.3	11.1	7.7	18.8	52.0
	10.8	0.0	0.0	0.0	9.7	4.0
	0.0	0.0	1.2	7.7	30.4	16.0
3.4	33.1	7.7	22.2	53.9	76.8	28.0
	0.0	42.3	44.4	19.3	18.8	64.0
	0.0	7.7	11.1	35.9	42.0	52.0
6.8	22.0	7.7	66.7	53.9	100	76.0
	10.8	30.8	22.2	53.9	76.8	100
	10.8	42.3	44.4	30.8	88.4	88.0
13.6	44.3	65.4	100	100	100	100
	22.0	19.3	66.7	100	100	100
	55.4	30.8	77.8	100	100	100
Kontrol	0.0	19.3	0.0	7.7	0.0	4.0
	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	4.0
	10.8	0.0	0.0	0.0	22.6	0.0

EK-32. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *A. gossypii* erginlerine fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	18.8	40.0	0.0	0.0	16.0	16.0
	0.0	0.0	30.8	15.5	4.0	4.0
	0.0	4.0	7.7	3.4	33.3	28.0
3.4	7.2	4.0	0.0	3.4	52.0	28.0
	48.5	0.0	19.3	39.6	6.6	16.0
	18.8	28.0	19.3	19.4	28.0	28.0
6.8	53.6	40.0	7.7	39.6	40.0	16.0
	30.4	16.0	53.9	3.4	28.0	64.0
	18.8	16.0	30.8	51.7	52.0	60.0
13.6	30.4	52.0	19.3	27.5	88.0	52.0
	18.8	28.0	65.4	51.7	16.0	88.0
	48.5	73.3	88.5	15.5	64.0	76.0
Kontrol	0.0	16.0	7.7	3.4	4.0	0.0
	7.2	0.0	7.7	3.4	4.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.2	0.0	0.0	19.2	0.0	33.3	18.3
	18.8	11.7	0.0	8.7	0.0	0.0
	0.0	11.7	0.0	8.7	11.1	0.0
0.4	0.0	0.0	48.7	0.0	22.2	65.0
	22.7	11.7	7.7	47.8	63.0	9.3
	0.0	1.9	19.2	21.7	66.7	30.0
0.8	53.6	24.3	30.8	34.8	88.9	18.3
	7.2	62.2	76.9	21.7	100	88.3
	7.2	49.6	30.8	0.0	100	65.0
1.7	30.4	74.8	53.8	73.9	100	88.3
	74.2	37.0	100	56.5	100	100
	42.0	62.2	87.2	73.9	100	65.0
Kontrol	7.2	0.0	0.0	21.7	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	11.7	19.2	0.0	11.1	27.1

EK-33. Anethole ve carvacrol' ün *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	12.5	0.0	5.8	0.0	28.6	0.0
	0.0	15.4	0.0	0.0	0.0	26.6
	0.0	11.1	6.6	1.7	23.1	0.0
3.4	8.3	18.2	0.0	7.7	44.4	0.0
	19.8	11.1	31.4	0.0	8.3	20.0
	0.0	0.0	0.0	17.1	9.1	6.9
6.8	9.5	12.5	20.0	0.0	13.3	29.3
	2.8	27.3	5.8	20.1	0.0	14.4
	40.5	14.3	0.0	5.3	50.0	0.0
13.6	12.5	22.2	22.9	51.5	61.5	66.1
	17.8	8.3	22.9	26.3	38.5	54.1
	4.9	36.4	0.0	14.8	22.2	26.6
Kontrol	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
	0.0	0.0	5.1	3.2	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	2.2

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	0.0	25.3	18.9	15.0	10.1	4.5
	19.7	0.0	8.6	10.1	0.0	25.7
	0.0	0.0	5.4	0.0	2.6	1.5
3.4	20.6	0.0	4.7	0.0	20.3	32.9
	0.0	14.4	34.4	16.5	3.4	12.1
	8.3	8.6	19.7	17.3	46.9	0.0
6.8	22.6	14.4	0.0	29.1	17.3	37.4
	4.7	38.3	36.5	5.5	29.1	7.9
	34.4	5.8	14.0	10.1	32.4	32.9
13.6	31.2	19.2	20.6	29.1	59.1	35.6
	28.6	20.0	19.7	42.8	51.6	60.9
	41.1	21.0	33.6	17.3	29.1	19.4
Kontrol	8.3	0.0	5.4	1.3	2.6	2.4
	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	6.0
	0.0	0.0	0.0	5.5	1.9	0.0

EK-34. 1,8-cineole ve *p*-cymene' in *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	12.7	0.0	5.5	0.0	0.0	8.9
	0.0	2.1	6.3	14.2	14.3	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.4	8.3	10.3	0.0	4.9	18.2	31.5
	31.2	0.0	22.7	15.8	12.5	8.9
	0.0	5.7	6.3	19.9	14.3	0.0
6.8	20.6	2.1	48.5	28.7	21.4	3.1
	0.0	29.3	12.8	17.6	45.5	28.2
	34.4	3.6	7.2	43.9	22.2	25.5
13.6	4.1	16.6	12.8	35.6	50.0	64.2
	36.5	22.9	48.5	12.9	15.4	25.5
	38.1	47.0	38.1	33.8	20.0	31.5
Kontrol	0.0	0.0	8.4	8.4	0.0	11.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.7	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	16.9	1.5	25.9	20.8	8.0	0.0
	0.0	3.7	34.0	0.0	0.1	25.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	0.0
3.4	0.0	16.7	24.6	11.7	50.1	39.7
	5.1	0.0	13.6	19.1	6.3	8.3
	19.5	18.7	42.3	5.6	8.0	13.8
6.8	44.6	31.1	18.5	19.9	59.1	31.1
	16.9	18.7	10.1	28.7	22.2	18.5
	14.8	16.7	61.1	53.1	28.5	49.0
13.6	20.9	18.7	44.2	26.5	18.2	43.9
	14.8	67.5	37.8	62.5	56.7	20.0
	59.7	27.7	56.7	53.1	35.8	69.4
Kontrol	0.0	0.0	5.7	0.0	19.7	0.0
	7.8	8.3	0.0	8.4	0.0	15.9
	0.3	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0

EK-35. Menthol ve γ -terpinene' in *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.4	7.1	0.0	22.6	15.8	0.0	5.6
	0.0	1.3	4.7	0.0	23.2	15.8
	0.0	3.7	0.0	6.2	0.0	0.0
6.8	0.0	12.5	0.0	0.0	2.5	7.3
	22.2	8.3	31.2	2.6	6.0	12.9
	0.0	0.0	7.1	0.0	4.9	19.9
13.6	14.3	9.5	15.6	28.5	15.7	19.9
	0.0	0.0	8.3	4.7	26.9	31.3
	13.3	12.5	20.6	1.2	7.2	0.0
Kontrol	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	9.9
	0.0	10.9	0.0	4.7	10.3	0.0
	0.0	0.0	0.0	3.5	0.3	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	0.0	25.0	5.7	6.2	3.2	12.2
	15.0	0.0	19.1	0.0	20.1	0.0
	3.4	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0
3.4	17.3	7.1	28.8	0.5	0.0	40.8
	0.0	16.7	7.4	27.0	9.9	0.0
	0.0	33.3	22.8	0.0	8.7	9.2
6.8	1.3	27.3	22.8	17.9	18.1	4.9
	18.3	11.1	48.6	14.9	3.2	24.0
	0.0	7.7	31.4	7.4	36.1	15.1
13.6	29.1	14.3	28.8	7.4	46.8	60.1
	24.1	25.0	26.5	45.3	29.0	37.8
	1.9	18.2	54.3	27.0	54.3	63.0
Kontrol	0.0	0.0	5.0	2.7	3.2	0.0
	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
	0.0	0.0	0.0	6.2	1.7	0.0

EK-36. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *F. occidentalis* larvalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	6.3	0.0	12.6	0.0	17.8	2.3
	0.0	0.0	0.0	9.7	3.7	3.2
	7.2	0.0	4.0	0.0	16.8	0.0
3.4	0.0	17.0	20.6	14.1	0.6	20.1
	19.8	0.0	0.0	26.4	28.7	3.2
	0.0	5.1	6.1	0.0	22.2	7.7
6.8	4.8	0.0	19.6	8.1	33.2	29.0
	25.1	17.9	28.5	9.7	33.4	12.9
	7.2	3.0	26.2	21.2	17.8	20.1
13.6	19.8	8.5	48.3	49.8	51.3	29.0
	31.2	12.7	17.4	14.1	23.6	18.1
	7.2	36.0	35.4	19.8	50.6	36.1
Kontrol	0.0	5.1	0.0	9.7	0.0	3.2
	8.4	2.1	0.0	0.0	19.8	0.0
	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	4.2

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	11.6	8.6	0.0	15.0	9.3	0.0
	0.0	0.0	27.3	20.3	0.0	6.6
	0.0	0.0	12.5	0.0	8.1	14.1
3.4	0.0	35.8	0.0	0.0	19.6	44.8
	0.0	0.0	22.2	2.6	0.0	9.7
	8.4	5.8	7.7	22.1	23.5	6.6
6.8	4.8	0.0	26.7	8.9	46.4	5.4
	0.0	4.5	8.3	22.7	28.5	51.0
	22.7	20.0	0.0	0.0	15.8	17.2
13.6	20.7	20.0	54.5	29.1	67.8	72.4
	5.5	13.1	21.4	17.3	41.6	59.8
	43.8	10.9	61.5	18.3	35.7	13.2
Kontrol	0.0	0.0	0.0	10.1	10.7	1.9
	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	8.1
	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

EK-37. Anethole ve carvacrol' ün *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Anethole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.4	13.1	28.3	21.9	36.2	28.9	33.7
	45.1	33.4	23.0	3.1	43.7	0.0
	17.7	14.6	36.6	16.8	19.9	46.8
0.8	27.3	38.5	36.9	7.3	48.2	31.5
	31.4	9.3	11.9	50.1	62.3	46.8
	54.3	24.3	36.6	43.9	38.8	41.3
1.7	23.8	14.6	44.4	43.9	46.4	56.1
	58.9	62.6	28.4	62.8	65.6	36.4
	40.6	53.9	36.6	36.2	76.4	46.2
3.4	45.4	69.3	73.6	54.1	71.7	60.9
	72.6	79.5	54.0	38.8	90.6	84.7
	58.9	41.7	52.4	69.4	85.9	72.2
Kontrol	0.0	10.9	4.9	0.0	10.5	0.0
	6.5	0.0	0.0	13.3	0.0	8.3
	0.0	2.7	6.5	0.0	0.0	7.1

Carvacrol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.4	18.4	9.0	45.0	18.7	27.3	37.9
	25.6	30.4	5.0	44.1	35.1	48.3
	13.3	25.0	15.0	44.1	8.1	32.7
0.8	38.8	25.0	35.0	39.0	37.9	58.6
	23.5	14.3	62.0	54.3	42.9	37.9
	33.7	41.1	20.5	44.1	27.3	53.4
1.7	43.9	30.4	50.0	52.4	37.7	21.3
	18.4	51.8	40.0	33.9	63.6	63.8
	54.1	35.7	70.0	49.2	42.9	67.7
3.4	59.2	41.1	40.0	44.1	54.8	47.1
	33.7	57.2	65.0	64.4	74.0	43.1
	43.9	51.8	65.0	49.2	68.8	79.3
Kontrol	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0	12.0
	0.0	14.3	5.0	0.0	11.7	0.0

EK-38. 1,8-cineole ve *p*-cymene' in *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

1,8-cineole

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	13.3	13.4	26.7	38.0	14.8	31.5
	6.6	23.5	5.7	15.6	34.6	24.2
	27.4	11.1	35.1	24.4	43.1	39.4
3.4	24.2	32.0	29.3	29.9	34.6	28.4
	37.7	19.7	13.5	38.0	37.5	42.3
	24.2	23.5	23.3	19.1	12.8	26.2
6.8	37.7	19.7	17.5	40.7	34.6	42.1
	40.5	37.2	43.6	26.7	29.2	21.2
	48.1	32.0	38.0	29.9	34.6	28.4
13.6	32.1	42.7	41.0	29.9	28.8	50.4
	18.8	26.7	32.3	46.8	37.8	25.0
	40.5	19.7	35.1	32.4	37.5	42.1
Kontrol	0.0	1.6	0.0	0.0	5.0	0.8
	5.1	2.5	0.0	0.0	0.0	3.0
	0.0	0.0	2.7	4.1	3.4	0.0

p-cymene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	10.5	28.5	18.4	14.1	17.2	42.7
	23.8	19.2	42.8	34.3	30.5	13.2
	25.0	6.4	30.3	31.7	29.2	23.0
3.4	35.7	26.3	42.8	31.4	40.4	23.0
	12.8	42.1	20.2	6.9	26.7	45.7
	15.8	19.2	15.3	42.7	40.7	20.7
6.8	38.4	52.7	37.3	31.4	40.4	52.6
	27.2	28.5	30.3	23.3	24.4	40.4
	43.6	29.4	29.3	48.5	55.3	49.1
13.6	46.4	30.9	31.7	39.8	56.8	44.1
	17.9	47.3	50.1	62.2	45.4	38.3
	38.4	50.5	49.6	31.4	51.5	34.9
Kontrol	0.0	5.2	0.0	6.9	4.1	0.0
	3.6	0.0	11.6	0.0	6.9	5.3
	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0

EK-39. Menthol ve γ -terpinene' in *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Menthol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	8.4	13.6	28.2	7.7	43.4	29.5
	21.9	27.6	21.2	30.3	28.2	40.3
	4.4	14.4	4.8	31.3	16.5	13.2
3.4	33.8	20.7	27.2	19.6	38.4	20.4
	5.6	5.8	45.8	12.9	10.1	14.1
	36.5	18.9	25.0	27.0	38.4	22.2
6.8	18.6	9.4	17.9	21.3	30.3	31.9
	44.4	27.6	38.4	25.5	31.7	25.4
	28.8	19.1	14.3	14.3	28.2	29.5
13.6	25.6	31.2	41.1	28.2	41.0	26.1
	13.6	12.1	10.5	32.7	31.3	48.8
	15.0	40.5	43.6	41.0	31.3	20.4
Kontrol	8.4	0.1	9.0	2.6	14.3	0.0
	2.3	0.0	0.0	0.7	0.0	3.3
	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0

γ -terpinene

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	33.0	21.1	15.1	21.9	38.4	40.9
	20.9	34.0	43.0	19.6	33.3	21.1
	33.1	29.4	35.0	24.6	43.6	43.2
3.4	27.9	6.4	48.1	33.9	43.6	24.4
	46.2	36.6	29.6	50.5	44.0	38.0
	24.7	34.4	30.3	16.0	51.8	38.0
6.8	38.2	36.8	37.7	19.6	33.3	43.5
	47.0	23.0	26.4	39.9	55.2	35.0
	21.4	39.5	58.5	39.5	48.6	46.8
13.6	38.2	25.1	37.7	46.0	51.8	48.3
	55.0	39.5	34.5	23.0	43.6	60.5
	35.5	42.1	43.3	31.0	60.8	40.7
Kontrol	2.1	0.0	0.4	2.4	0.0	0.0
	0.0	10.5	2.5	0.0	12.8	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9

EK-40. Terpinen-4-ol ve thymol' ün *T. cinnabarinus* yumurtalarına fümigant etkisi (Düzeltilmiş ölüm oranları %)

Terpinen-4-ol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
1.7	28.6	18.5	23.6	37.7	33.4	23.8
	7.6	31.9	37.3	16.9	20.3	41.0
	9.1	23.9	32.0	22.9	30.2	21.5
3.4	20.5	26.1	25.8	37.7	46.8	27.2
	40.3	23.9	42.5	43.3	25.6	35.6
	21.9	26.1	37.3	32.1	38.9	43.9
6.8	51.1	34.8	20.2	32.5	47.6	41.4
	26.1	48.9	45.4	37.7	33.7	38.1
	27.1	23.9	37.3	48.1	38.9	32.7
13.6	29.4	37.5	32.0	37.7	50.0	53.1
	37.5	28.6	54.3	45.8	41.6	41.0
	42.8	45.6	40.0	49.1	61.1	32.5
Kontrol	0.0	3.4	0.0	2.5	0.0	6.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0
	2.1	0.0	1.8	0.0	0.0	0.4

Thymol

Doz (mg/l hava)	Uygulama süresi (saat)					
	24		48		96	
	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme	1. Deneme	2. Deneme
0.4	35.9	6.9	32.7	46.5	40.5	35.4
	11.2	27.6	49.4	25.0	24.3	38.3
	11.2	43.1	43.1	35.7	56.8	38.3
0.8	45.7	32.7	53.4	46.5	35.1	40.8
	21.1	46.1	58.6	46.5	62.2	38.3
	40.8	29.5	32.7	55.4	40.5	67.7
1.7	29.1	53.4	43.1	35.7	45.9	38.3
	65.5	43.1	69.0	62.5	78.4	62.3
	70.4	58.6	58.6	67.9	51.4	73.1
3.4	70.4	32.7	48.3	51.8	67.6	56.9
	55.6	69.0	74.1	41.1	51.4	40.8
	40.8	63.8	63.8	67.9	78.4	51.5
Kontrol	6.3	0.0	0.0	0.0	2.7	3.1
	0.0	12.0	6.9	9.0	0.0	0.0
	1.4	1.7	1.7	3.6	0.1	13.9

ÖZGEÇMİŞ

Fedai ERLER 1967 yılında Sakarya' da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Sakarya' da tamamladı. 1985 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü' nden 1989 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Ekim 1991-Temmuz 1994 yılları arasında, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1995 yılından beri Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı' nda Doktora öğrenimine devam etmektedir.

